

Éditorial

François Valérian

Le temps de la science n'est pas celui de l'opinion. Nous en faisons l'expérience, désormais de manière fréquente, à chaque crise de santé publique ou de sûreté environnementale. Un public très large et divers, abreuvé d'informations contradictoires, est impatient de connaître une vérité que les experts et savants semblent incapables d'exposer d'une seule voix et en termes simples.

Faut-il pour autant renoncer à entretenir le grand public des problèmes scientifiques ? Dans toute démocratie moderne, la réponse est évidemment négative. De plus, la science elle-même, avec Internet, a produit le vecteur d'une diffusion inédite des savoirs, qui oblige désormais le monde scientifique à une confrontation avec un public sans doute peu formé, mais exigeant.

Les entreprises, les associations, les représentants d'intérêts divers, et jusqu'à certains scientifiques eux-mêmes, ont bien saisi l'utilité de ces débats publics presque permanents. Il est en effet tentant d'exploiter le débat pour déconsidérer telle ou telle thèse dominante dans le monde académique. Jamais la complexité n'a paru aussi grande, et la publicité qui lui est donnée favorise le scepticisme, le sentiment que tout est relatif et qu'aucune vérité n'est certaine. Ce relativisme est critiquable dans la mesure où il est extrême : aucune vérité n'est absolue, mais toutes les affirmations ne sont pas également vraies. Le débat public sur la science doit être un débat instruit, pour ne pas être un débat instrumentalisé.

On en revient à la nécessaire éducation du public, éducation à laquelle continuent d'échapper la plupart des jeunes dans un système scolaire aux larges mailles, et dominé en France par un apprentissage mathématique abstrait. Les efforts sont nombreux, de ceux qui s'efforcent de combler les lacunes de la formation initiale : initiatives locales, conférences et débats, universités pour toutes les classes d'âge. L'éducation scientifique demeure un enjeu capital, particulièrement peut-être dans les pays développés.



Rédaction

120, rue de Bercy - Télédock 797
75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68
Fax : 01 53 18 52 72
<http://www.anales.org>

François Valérian, rédacteur en chef

Danielle Degorce, Martine Huet,
assistantes de la rédaction

Marcel Charbonnier, lecteur

Comité de rédaction de la série
Réalités industrielles :

Michel Matheu, président,
Pierre Amouyel,
Grégoire Postel-Vinay,
Claude Trink,
François Valérian

Maquette conçue par
Tribord Amure

Iconographe
Christine de Coninck - CLAM !

Fabrication : **AGPA Éditions**
4, rue Camélinat
42000 Saint-Étienne
Tél. : 04 77 43 26 70
Fax : 04 77 41 85 04
e-mail : agpaedit@yahoo.com

Abonnements et ventes

Editions ESKA
12, rue du Quatre-Septembre
75002 Paris
Tél. : 01 42 86 55 73
Fax : 01 42 60 45 35
<http://www.eska.fr>

Directeur de la publication :

Serge Kebabtchieff
Editions ESKA SA
au capital de 40 000 €
Immatriculée au RC Paris
325 600 751 000 26

Un bulletin d'abonnement est encarté
dans ce numéro entre les pages 112 et 115.

Vente au numéro par correspondance
et disponible dans les librairies suivantes :
Presses Universitaires de France - PARIS ;
Guillaume - ROUEN ; Petit - LIMOGES ;
Marque-page - LE CREUSOT ;
Privat, Rive-gauche - PERPIGNAN ;
Transparence Ginetet - ALBI ;
Forum - RENNES ;
Mollat, Italique - BORDEAUX.

Publicité

J.-C. Michalon
directeur de la publicité
Espace Conseil et Communication
44-46, boulevard G. Clemenceau
78200 Mantes-la-Jolie
Tél. : 01 30 33 93 57
Fax : 01 30 33 93 58

Table des annonceurs

Annales des Mines : 2^e, 3^e et 4^e de couverture, page 4.

Illustration de couverture :
Objet fractal, théorie de Benoît Mandelbrot,
image créée sur ordinateur.
Photo © Friedrich Saurer / SPL-COSMOS.

S o m m a i r e

1 Éditorial

François Valérian

LE PARTAGE DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES, ENJEUX ET RISQUES

5 Avant-propos

Faire voir ou faire savoir, les nouveaux enjeux

Marie-Josèphe Carrieu-Costa

Enjeux et risques des débats publics sur la science

12 Est-il légitime de soumettre la connaissance scientifique au débat public ?

Olivier Godard

19 Pour faire taire les peurs alimentaires : informer sur les risques liés à l'alimentation

Catherine Geslain-Lanéelle

23 L'expertise scientifique dans l'espace public. Réflexions à partir de l'expérience française

Pierre-Benoit Joly

30 Ouvrir la science sans la dénaturer

Georges Debrégeas

32 Dynamiques des connaissances et dynamiques d'innovation

Florence Charue-Duboc

38 Des pôles de croissance aux pôles de compétitivité : un nouveau partage des ressources cognitives

Bernard Pecqueur

44 La presse régionale face au savoir scientifique et technique

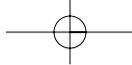
Jean-Jacques Rouch

47 Barrières cognitives dans la perception des nanotechnologies

Alexei Grinbaum

54 La diffusion de la culture scientifique : réalisations et réflexions

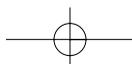
Alexandre Moatti



Vulgariser : de l'information au merveilleux

- 60 Apprendre en s'amusant : credo pour la culture ?**
Serge Chaumier
- 66 La culture scientifique : une machine à fabriquer du rêve ?**
Florence Belaën
- 72 Avec *La main à la pâte*, rénover l'enseignement des sciences**
Pierre Léna
- 78 La Cité des sciences et de l'industrie et la diffusion de l'information scientifique et technique**
Jean-François Hébert
- 83 « La curiosité est le ferment de la pensée, la débrouille est le ferment de l'action » : Les petits débrouillards**
Pascal Desjours, Jean Matricon
- 88 Cosinus et Particule au pays des pédagogues**
Louis Faton
- 92 Assosciences Midi-Pyrénées. Des conférences scientifiques et techniques pour la ville et la région**
Paul Costa
- 95 Prendre la science en conte**
Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes, Nathalie Sené, Bérénice Collet
- 103 L'effet *Père Noël* dans la relation science-société**
Richard-Emmanuel Eastes, Francine Pellaud
- 109 Résumés étrangers**

*Ce dossier a été coordonné par
Marie-Josèphe Carrieu-Costa*



R É A L I T É S INDUSTRIELLES

une série des Annales des Mines

SOMMAIRE

INGÉNIEURS À LA FRANÇAISE, ÉCONOMIE MONDIALISÉE

— Ingénieurs à la française

Devenir ingénieur : la crise des vocations n'est pas inéluctable

Jean-Luc Delpuech

La naissance de l'ingénieur généraliste. L'exemple de l'école des mines de Paris

Armand Hatchuel

ParisTech et la formation d'ingénieurs « à la française »

Cyrille van Effenterre

Le Groupe des écoles des mines à l'international

Alain Dorison et Marc Caffet

Polytechnique : une école engagée dans une profonde mutation pour répondre aux défis du XXI^e siècle

Yannick d'Escatha

Parabole des talents et balayage dans les coins : la formation des ingénieurs du corps des Mines

Entretien avec Marie-Solange Tissier

L'École Hubert Curien : une formation supérieure en apprentissage pour un management des risques industriels

Jean-Michel Giardina

— Les nouveaux défis

Les ingénieurs de demain : quelle formation et quelle nationalité pour la demande industrielle ?

François Soulmagnon

La construction du Viaduc de Millau : les défis techniques, les enjeux humains

Marc Buonomo

Parcours d'un ingénieur : entre rêve étudiant et réalité industrielle

Christian Père

Quels ingénieurs pour la société de l'information et de la connaissance de demain ?

Jean-Claude Jeanneret

Quels ingénieurs pour demain ? Esquisse d'un cahier des charges

Jean-Michel Yolin

Formation des élites mondiales et écoles d'ingénieurs françaises

Bernard Bobe

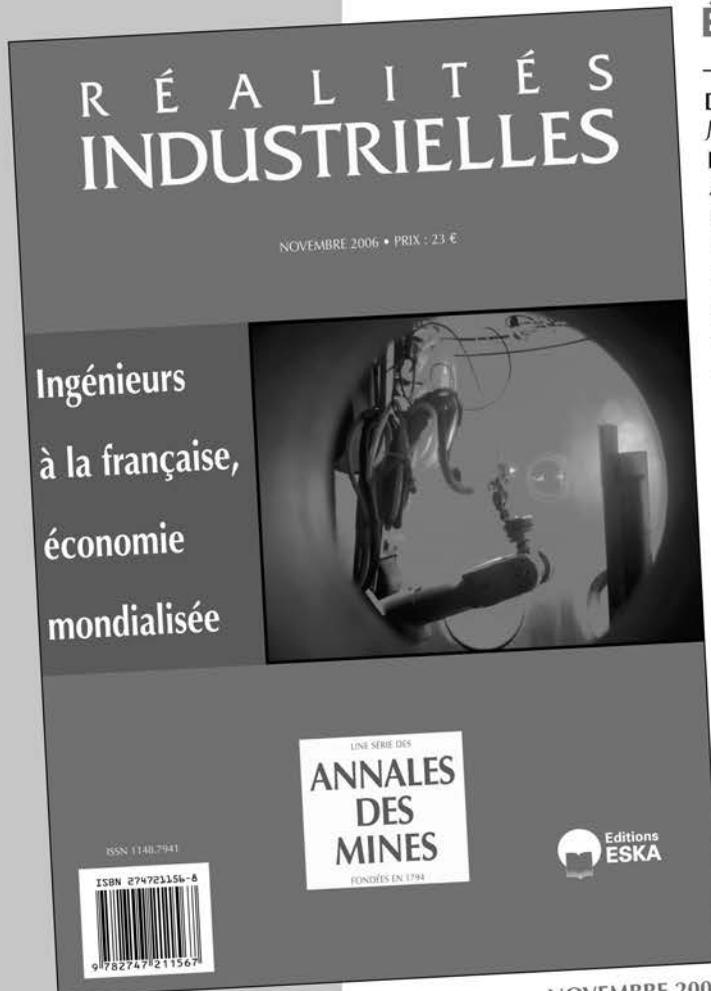
L'enseignement supérieur et l'innovation technologique : les enjeux pour l'Europe

Ján Figel'

— Hors dossier

Expertise et déontologie : la pratique de l'INERIS

Christian Tauziède



NOVEMBRE 2006
ISSN 1148.7941
ISBN 2-7472-1156-8

BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir exemplaire(s) du numéro de **Réalités Industrielles** novembre 2006 « Ingénieurs à la française, économie mondialisée » (ISBN 2-7472-1156-8) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

Avant-propos

Faire voir ou faire savoir, les nouveaux enjeux

par Marie-Josèphe CARRIEU-COSTA, Amble consultants

AVANT-PROPOS

En 1989*, les *Annales des Mines* faisaient un point sur les modes de diffusion de la culture scientifique et technique. Une quinzaine d'années plus tard, bien des évolutions se sont produites, bien des questions sont soulevées. Les modes d'expression et de transmission ont, certes, changé, reflétant en cela le statut de la science et des technologies elles-mêmes dans l'opinion. Aujourd'hui au cœur de la société, avec leurs bienfaits et leurs nuisances, elles irriguent le quotidien et l'intimité de chacun, conditionnent les modes de vie, organisent les destins collectifs. Pourtant, la culture scientifique et technique, ses fondements utiles, ses savoirs stratégiques, restent encore en partie extérieurs au public, bien que ponctuellement revendiqués. Enfin, le défi d'une « société de la connaissance », à travers une « économie de la connaissance » souhaitée par le traité de Lisbonne, est posé. Le partage des savoirs y est, en quelque façon, inclus.

Il pouvait donc être utile de consacrer à ce sujet un nouveau dossier, certes partiel du fait de l'abondance actuelle des réflexions et expériences sur ce thème, qui pose un certain nombre d'analyses, d'expériences, de propositions sur ce sujet, qui commencent à foisonner. On trouvera aussi, dans la bibliographie, des ouvrages complémentaires et fondamentaux à consulter, qui informent de façon plus développée sur ces thèmes.

LES ÉVOLUTIONS DEPUIS L'APRÈS-GUERRE

A partir de l'après-guerre et pendant les Trente Glorieuses, sciences, technologies et modernisation sociale sont assimilées au progrès, même si la guerre, en particulier, a par ailleurs démontré quels pouvaient être les effets dévastateurs de ses applications. « La contestation », ce n'est sans doute pas un hasard, va pendant

plusieurs années se borner d'ailleurs essentiellement au nucléaire, assimilant souvent civil et militaire. Les ingrédients de la méfiance se mettent cependant dès lors en place : opacité, pouvoir technicien et technocratique suspect, risques mal évalués...

Le progrès scientifique et la « technologisation » deviennent néanmoins de plus en plus présents, et *a priori* positifs, favorisant les libérations individuelles et collectives et le développement socio-économique (dans le désordre : travail des femmes, confort, moindre pénibilité des tâches, amélioration de la santé, transports et communications, nouvelles technologies de l'information, etc.).

La science apparaît alors globalement comme une activité bénéfique, dont les industriels appliquent les résultats exploitables économiquement et socialement. La science et la technologie sont en outre admises comme des facteurs de reconnaissance nationale : conquête de l'espace, par exemple. A tous ces titres, elles connaissent des développements propres, ou financés et régulés par l'Etat (grands programmes, Plan), ainsi que par les experts et les scientifiques eux-mêmes.

Elles participent aux savoirs et elles sont intégrées à la représentation positive liée à la connaissance : l'intellectuel, le savant, le chercheur, l'ingénieur, l'expert sont encore des professionnels et des statuts nobles.

Les années 1970 voient naître des mouvements contestant les choix et les modes de développement sociaux, et les sciences et les techniques qui y contribuent, y compris à l'intérieur même des milieux qui les portent. Ces mouvements, qui s'inscriront de plus en plus dans le contexte socio-politique, provoquent dans les années 1980 et chez les décideurs le souci de nouvelles légitimations sociales, sans oublier le souci d'accroître les vocations, dans un monde à développement scientifique et technique. Le développement scientifique et technique des entreprises, la « demande sociale », les produits innovants, de fait emblématiques de la croissance, sont à l'ordre du jour, qui poussent à un effort de « diffusion de la culture scientifique et technique », dont la Cité des

* Faire voir ou faire savoir ? La diffusion des connaissances scientifiques et techniques. *Annales des Mines*, avril 1989.

sciences et de l'industrie, par exemple, est emblématique, comme le Palais de la découverte le fut en son temps. L'heure est à la diffusion, à la recherche d'une vulgarisation, qui, elle-même, intègre rapidement dans ses modes de transmission les nouveaux produits scientifiques et techniques (voir le poids de l'informatique et de la vidéo dans les présentations muséographiques, par exemple). Mais on est déjà, au niveau de la diffusion culturelle, plus dans la présentation des applications et des résultats, dans le jeu des questions-réponses, dans le souci du divertissement que dans celle des démarches, des questionnements, de la présentation des processus, des fondamentaux et des contenus scientifiques (type Palais de la découverte). On peut s'interroger sur la forme et la place, aujourd'hui, de la muséographie scientifique et technique contemporaine, et sur ses « substituts » : alibis thématiques pour parcs d'attractions et d'animations ? Place réelle des apprentissages ? Concurrence des media, outils de notoriété, conséquence de la place de la science dans la société actuelle ? Marchandisation généralisée des « produits » ?

Ces mouvements s'amplifient : l'Internet chez soi se généralise, avec toute sa richesse d'informations ; la télévision propose ses émissions ; des médiatisations nouvelles se font jour. De nouveaux modes d'adresse aux publics se multiplient progressivement et infiltrent y compris les enseignements traditionnels : Université de tous les savoirs, associations d'apprentissages et d'initiation, conférences-débats, cafés citoyens, théâtre, éditions et presse spécialisées, presse généraliste, y compris quotidienne et régionale. Les évaluations de ces initiatives sont difficiles à construire, les choix entre les cultures – savantes, populaires – et, à l'intérieur, les niveaux des publics et les objectifs à atteindre ne sont pas toujours clairs.

LA SITUATION ACTUELLE

Des temps pour chacun des acteurs

Ce foisonnement pose déjà la question du mode de traitement de cette information par les médias : choix des sujets, mais aussi rythmes, moments : la science est lente, hésite, ouvre des pistes, valide ou pas ; les media sont plutôt univoques, péremptoirs, rapides. La séquence classiquement admise – connaissances, diffusion, applications – a du mal à se reconnaître dans des annonces à effet, dont le maître mot est l'impact dans l'opinion.

C'est sans doute une des choses qui frappent le plus : les supports d'information et les sciences et les techniques n'ont pas les mêmes **temps** : de l'hypothèse à l'aboutissement d'une recherche, il y a loin en temps. Il y a loin aussi en **travail** « caché » – mise à jour de pistes, protocoles, méthodes, mesures, évaluations, doutes –,

qui sont la garantie du travail scientifique, mais ne font pas l'objet de son discours « officiel ». Les exigences d'une opinion, rendue suspicieuse – y compris, légitimement – et qui veut agir et contrôler en amont même des recherches, peut-elle y accéder dans des temps qui ne sont pas les mêmes que le temps des connaissances, de leurs interrogations de leurs productions ? Il faudrait savoir à quoi on s'expose avant même de savoir... Le risque s'inverse : le savoir est objet de discours avant que d'être critiqué, mis en cause, vérifié, organisé, et projeté dans ses applications et ses dangers potentiels. Communiquer ou pas, et comment, sur des savoirs émergents aux intérêts et questionnements flous, aux prolongements incertains ? Ne court-on pas des risques, là aussi : saturation, lassitude, déconsidération du travail scientifique ?...

L'engouement pour « l'innovation » – et son corollaire attendu, le développement, avec pour affichage un processus linéaire simpliste : de la recherche à l'innovation – risque encore d'aggraver par sa représentation quelque peu naïve des déceptions au niveau du public, mais aussi, plus généralement, de ceux qui ne connaissent pas bien la recherche.

La connaissance scientifique et technique en cause

Actuellement, jour après jour, le rapport entre la société et la science et la technologie continue d'évoluer. Le rapprochement progressif, de fait, des enjeux scientifiques, technologiques, sociaux, et économiques (valorisations, modes d'évaluations, brevets, agences) voit les acteurs décisionnels se modifier (rôle des industriels, entrepreneurs, politiques) et les orientations dépendre d'objectifs et de moyens de plus en plus tournés vers les applications d'une part, et d'autre part vers des recherches aux objectifs plus univoques, et surtout plus à court terme.

Les représentations sociales se déplacent aussi : le marché, le commercial sont perçus comme les « moteurs de la croissance », installant une suprématie des discours économiques, la recherche et l'innovation devenant un champ d'offres ou de potentiels commerciaux. De fait, les scientifiques sont intégrés dans des demandes dominantes, souvent organisées concrètement dans des structures mixtes, prioritairement dédiées aux applications. Les territoires s'organisent en pôles, définissant des géographies nouvelles dédiées à des synergies de savoirs, à des « viviers cognitifs », les entreprises doivent revoir leur gestion afin d'optimiser savoirs et projets, moyen et long terme, le privé et le public s'entremêlent, sans pouvoir discerner ce qui, dans le savoir, est un bien public, ou un aliment du marché.

Parallèlement, l'idée que les technologues, les experts, sont instrumentalisés par le pouvoir économique, et la façon dont les métiers du scientifique et de l'ingénieur sont déconsidérés par les entreprises et les organisations elles-mêmes – débauchages, déficits d'analyses sur le

prospectif, sur les mécaniques productives de création et d'innovation... – contribuent à disqualifier les secteurs scientifiques et techniques, et à en éloigner les jeunes. Les représentations de la science et de la technique comme objets de divertissement parachèvent ces constructions.

Un terreau de contestation politique se constitue, s'organise, qui dénonce une marchandisation généralisée des activités scientifiques et techniques : manque de pluralisme, disparition du long terme, déficit de réponses aux risques générés par les sciences et les technologies elles-mêmes, confusion des acteurs de recherche et des acteurs de marché (Cf. Monsanto), etc. Un certain nombre de scientifiques et de technologues portent eux-mêmes ces systèmes de vigilance et/ou de dénonciation, les nouvelles technologies de médiatisation et de communication permettant l'amplification de leurs discours.

Les discours « scientifiques » se multiplient et se croisent, mettant en cause leurs légitimités respectives, et donc celle de la science, conférant a priori à la communication, au partage des savoirs et des connaissances des rôles d'autant plus importants.

Simultanément, un sentiment de vulnérabilité de la société augmente, en partie lié à l'amplification de l'information sur les catastrophes et les risques (naturels ou non), à la mondialisation, aux insécurités sociales réelles ou construites. Des mécanismes se mettent en marche d'amplification des impacts, fondés souvent sur des incertitudes – rythmes de la science/rythmes sociaux et économiques – puis de désignation et de dénonciation des responsables, puis des positions « salvatrices » – arrêt ou repli – permettant à la même occasion l'émergence de groupes sociaux radicaux. Les doutes, la précaution, qui pourraient contribuer et profiter à la socialisation des savoirs, se trouvent souvent écrasés par le déni, les amalgames, les lobbies, l'urgence installée.

On observe, par contre, sur les technologies de l'information et de la communication une grande acceptation (même, finalement, sur le téléphone portable dont les nuisances possibles ont été évoquées) et, dès lors, le « comment ça marche » intéresse assez peu. Ce qui montre bien que, si le profit de l'utilisation l'emporte sur le risque – intérêt des réseaux et de l'inter-communication –, l'émergence de groupes sociaux de contestation, ou la remise en cause de l'objet technique dans des programmes et des pratiques sociales ne se fait pas. La demande active de connaissances scientifiques et techniques est en fait prévalente dans les soupçons de nuisances ou dans l'accélération de certains progrès (environnement, santé, par exemple). Elle est limitée dès qu'il s'agit de la gestion du mieux-être à très court terme, ou de la correction des effets pervers du développement et du marché : souvent dénoncés eux-mêmes par les outils des sciences et des techniques, par l'instrumentation physique (mesures, explorations). Une représentation de la science se retrouverait alors dans une « modernisation réflexive » (O. Godard) : une forme de connaissances, en réponse à la connaissance...

Les réserves et les doutes émis vont abonder les risques réels, les accidents et les crises, les incertitudes du public, sa défiance grandissante pour l'ensemble des acteurs – y compris pour les scientifiques et les politiques – pas toujours très clairs, il est vrai : Tchernobyl, l'amiante, l'effet de serre, les farines animales, les OGM, la thérapie génique... ont révélé des doutes et donc la demande conséquente de l'opinion augmente, de plus grande participation et de plus de contrôle vis-à-vis des démarches et des développements des sciences et des techniques, quand ce n'est pas des revendications d'arrêts et de moratoires. Cela n'est pas complètement nouveau, mais cela est de mieux en mieux relayé par des mouvements politiques ou des associations alternatives qui font leur terreau, méli-mélo de réalités contestables, de tendances nostalgiques, de théories économiques et de « réalités » scientifiques. Une « nébuleuse » de défiance et de refus s'agrège, se déplace et se recompose, selon les sujets.

Il ne faut pas croire que tout cela soit réservé aux programmes scientifiques et technologiques. La recherche en sciences sociales n'est pas épargnée par cette problématique. Elle est elle-même intégrée dans le champ des pratiques sociales et, même si les lunettes choisies varient (ethno-, socio- économie...), la relativité de son discours est aussi mise en cause, mais partiellement rectifiée, à partir, justement, de l'outil de lecture et de l'observatoire du chercheur. Les notions de fait, de réel, de validation par l'expérience, d'observateur objectif, etc., n'ont pas, pour le public, le même statut que dans le cas des sciences et des techniques. Tout cela laisse une certaine distance, par rapport aux énoncés comme aux résultats. Il est possible aussi que les représentations de l'opinion ne soient pas les mêmes : idée de proximité pour les sciences sociales, plus d'internationalisation des échanges et de compétition pour les sciences dites dures.

En outre, une certaine accessibilité de langage les rend moins suspectes et en permet mieux la transmission : livres, débats – presse parlée et écrite – cafés philo, etc. Tout ceci, bien que le citoyen n'ait pas non plus toujours les clés au niveau du comment : méthodes, choix d'hypothèses, références théoriques, ou liens avec les commanditaires.

Cela peut induire des confusions entre chercheurs, experts, journalistes, sollicités pour des analyses ou des prédictions, rassemblés parfois sous le générique de spécialistes...

Ces enjeux nouveaux devraient en fait être lus très positivement, en redéfinissant, et en relançant, par des modes, des moyens et des acteurs appropriés ces partages de la culture scientifique et technique au cœur de notre société.

Une grande partie de la société (il ne faut pas s'y tromper, et les statistiques en attestent) reste favorable aux progrès des connaissances scientifiques et techniques, et à la qualité du dialogue chercheur-citoyen et citoyen. Le mouvement « Sauvons la Recherche » a rencontré dans le pays des sensibilités très positives, tout comme

le chercheur reste un personnage sympathique. Il est écouté et même sollicité et, s'il est vrai qu'il a un rôle à jouer dans la diffusion, y compris dans celle parfois des contradictions et des incertitudes de ses activités, il est vrai aussi que les situations d'information et de communication se doivent d'être précisées, y compris par souci déontologique : on peut tout à fait argumenter au nom d'une position propre, encore faut-il la définir. Il y a sûrement des différences à établir, au niveau des représentations sociales, entre ce qui relève de la recherche, de l'accumulation et de l'acquisition de connaissances nouvelles, des applications, et d'autre part ce qui relève de sentiments de défiance par rapport à des pouvoirs politiques ou financiers, appropriatifs des résultats, jugés incontrôlables (le nuage de Tchernobyl ou les OGM étant représentatifs de ce type de perception). C'est dans ces transitions vers les applications ou les implications que tout se joue (souvent trop tard par rapport à l'opinion) et dans ces transitions que transmissions, alertes, diffusions, doivent pouvoir être prises en compte. Et c'est là quelque chose de particulièrement complexe.

La méconnaissance des processus et des acteurs

Pour le scientifique, il importe que les faits soient avérés et tout un processus, intégrant l'évaluation par les pairs, doit en répondre. Pour le citoyen, il faudrait que toutes les réponses soient données dès qu'émerge une connaissance nouvelle. Pour l'acteur de marché, il s'agit de se placer au plus tôt dans la compétition.

Quant au principe de précaution, qui aurait pu être une base de débats, un peu à l'instar d'enquêtes publiques, ou des délibérations où chacun argumente, il n'est vécu ni comme un lieu d'arbitrage entre acteurs (non « consanguins »), ni comme un signal d'alerte, mais, plutôt, comme un censeur fermant toute perspective, toute piste ou ouverture nouvelles.

La demande de moratoire, qui revient souvent, nous semble bien exprimer cet essoufflement à rejoindre les temps des différents acteurs (ceux des consommateurs ou des chercheurs) mais sans trop savoir lesquels, ni comment, tant les situations concrètes peuvent être différentes. De la même façon, certaines agences, qui ont un caractère d'expertise, peuvent se retrouver rangées dans des procédures et des objectifs de démarches de recherche de consensus, autant que dans des dynamiques délibératives (Joly).

Comme on le distingue en filigrane, nous sommes de fait dans des univers, et pas dans une planète bien définie « sciences et technologies » aux représentations claires.

On parle encore de façon indifférenciée des sciences et des techniques en **termes de recherche, d'innovation, comme de produits ou de procédés**. Cela implique souvent que la recherche est située en aval : je veux tel produit, donc telle ligne de recherche. Si cela peut

paraître logique au niveau de ce qu'on pourrait appeler « la demande sociale », cela obère toute une partie de la démarche de la recherche en sciences et techniques, peu perçue comme autant de chemins à ouvrir ou comme autant de laborieuses aventures.

La démarche du scientifique est, le plus souvent, de creuser des hypothèses émises, de les valider, d'expérimenter – le conflit à résoudre étant plutôt dans l'hypothèse par rapport à la réalité observée qu'avec l'extérieur – de jouer des proximités et des analogies, dans un territoire défini, plus ou moins confiné, du fait de ses savoirs et de ses méthodes. Cet investissement est à opérer, alors que les univers de recherche se multiplient, s'enrichissent et se fertilisent mutuellement, sont poreux et se complexifient, contraignant les acteurs de la recherche à des acquisitions d'interfaces gourmandes en temps et en moyens. Ceci avec, en outre, le souci de la compétition et des solidarités internationales, des programmes dans lesquels s'insérer pour obtenir des crédits, donc avec des engagements personnels et collectifs considérables, et avec des systèmes d'évaluation pas toujours adaptés à l'exigence de leurs pratiques, ni à leur objectif d'accroissement des connaissances.

L'arsenal des commerciaux, technologues, entrepreneurs et politiques périphériques est quant à lui, plus adapté à puiser, à interpréter des offres potentielles et multiples liées à des objectifs rentables proches du marché.

Il est vrai que le « **comment se fait la recherche** », outre qu'il n'est pas transmis au public (ce qui est sans doute dommage au niveau de la désaffection des jeunes pour les filières scientifiques et techniques et de recherche), est aussi, généralement, étranger au politique, qui est le plus souvent déficitaire lui-même en culture scientifique et technique.

Il s'agit, dans les compétitions nationale ou territoriales, de « favoriser » l'innovation et la recherche, de mettre en place des outils de valorisation internes ou périphériques, sans toujours avoir préalablement clarifié les concepts de départ :

- innovations/marché, recherche/capital de connaissances mobilisables ;
- formations/géographies industrielles, etc.

Tout cet ensemble contribue à des perceptions brouillées. Alors que la recherche, **dans ses démarches et dans ses méthodes**, dans ses ambivalences, qui sont souvent communes, qu'il s'agisse de sciences dures ou sociales, devrait sûrement être transmise et/ou partagée au niveau, déjà, des formations initiales. Au moins transmettre les clés qui permettent d'accéder à des problématiques et de décrypter des interrogations méthodologiques : « *La nécessité de tels échanges avec la société souligne sans doute les carences de l'éducation nationale, des professionnels de la formation et des médias en matière de partage scientifique. Mais peut-on acquérir des connaissances fondamentales lors d'une discussion publique ?* » Michel Alberganti, *Le Monde* du 12 juin 2006. Cette question rejoint le travail de John Miller sur les fondements possibles d'une connaissance scientifique et technique...

Il est évident que, pour les personnels politiques, élus, etc., un minimum de formation ou de vulgarisation adaptée, y compris avec plusieurs paroles, sur des sujets « chauds » devrait pouvoir être proposée. De même, pour des professionnels de l'arbitrage, tels les juristes (proies des experts ou des idéologues). Il ne s'agit pas de connaître toutes les disciplines, mais de fournir, en amont, les problématiques pertinentes, le pouvoir critique et d'entendre la pluralité des questionnements... Quand on voit les approfondissements et les personnes à la fois politiques et spécialistes, nécessaires dans une commission qui défriche un dysfonctionnement judiciaire, on voit bien l'effort à fournir pour approcher des choix de société concernant la recherche, la science et la technique.

Cette appréhension des problématiques scientifiques et techniques et de recherche est tout aussi fondamentale pour les entrepreneurs, qui sont, pour la plupart, aujourd'hui confrontés à de nouveaux produits et procédés. Et, si on veut rencontrer l'innovation, avec un temps d'avance, il s'agit d'être à l'écoute des potentiels et des ressources, et de savoir les capter. Des échanges dans ce sens sont encore à inventer, qui dépassent le stade ancien des clichés « enfermement du chercheur » et spécificités de « l'esprit d'entreprise », ainsi que de la prolifération de médiateurs, pas toujours bien ciblés.

On touche, ici aussi, à l'ambiguïté des termes « culture », « savoirs » fondamentaux, comme on touchait à l'ambiguïté des termes « recherche et science ».

La culture, dans d'autres domaines – arts, lettres – on sait ce que c'est, au sens où on peut, à peu près, définir l'enveloppe globale de ce qu'on va proposer à un public pour accorder sa demande à l'offre, qu'il s'agisse de théâtre, musique, médiathèque, expositions, musées, cinéma, télévision. On sait ce qui relève du divertissement, de l'acquisition de connaissances, du type de support approprié, du public auquel on s'adresse. Les contenus peuvent être débattus, mais n'engagent pas, a priori, la vie même de l'utilisateur. Le public y est consommateur et il choisit. La critique est accessible, on peut choisir ou non d'y adhérer : voir les réactions récentes quant au musée des arts primitifs ; on est (ou pas) d'accord, mais on peut expliquer, comprendre les choix et en débattre. Les limites sont celles de notre immédiate humanité : corps, sens, émotions, esprit.

La culture scientifique et technique, c'est plus compliqué. De la physique aux sciences de la vie, il faudrait *a priori* déjà connaître un peu les fondements de chaque discipline, sachant qu'aujourd'hui, elles s'interpénètrent grandement : citons, par exemple, les nanotechnologies, aux applications multiples, qui vont des études de matériaux à l'appareillage du vivant, sans que de la clarté soit introduite dans les potentialités d'utilisations et de risques, y compris parce qu'on ne les connaît pas encore, sans même parler de débat. La prise de risque est pourtant, pour certains, sous-jacente. « *La vraie responsabilité, pour les scientifiques, est de mettre la science à la portée du public, d'accepter un débat avec la société sur le sens de leurs recherches* ». Jean-pierre Dupuy.

Certes ! Mais comment intéresser, avant même de parler de débat, sur des champs que le public ne ressent pas comme immédiats, et sur lesquels les chercheurs balbutient eux-mêmes ? Pourtant, nous sommes immergés dans une société scientifique et technologique – sans peut-être nous en rendre vraiment compte ? – qui ne peut que continuer dans cette voie.

Ce qui se dessine, c'est, dans le public, l'assimilation entre la diffusion et la promotion des champs et des acteurs. Une stratégie claire doit permettre de contrebalancer les « entre soi » : en ce sens, une culture scientifique et technique est plus que jamais incontournable et, pourquoi pas, une compréhension des systèmes de production eux-mêmes : acteurs, pairs, évaluations, publications, appartenances... ? Dans ce sens, on note la remarque sur les rôles des expertises de M. Kuntz : « *Pour mieux faire connaître aux citoyens les travaux d'expertise... les organismes de recherche publics pourraient proposer une définition de la déontologie de l'expertise, qui réaffirme un certain nombre de principes, tels que celui du peer reviewing (relecture par les pairs), qui permettrait au citoyen de distinguer entre conclusions scientifiques et opinions personnelles. Je suggérerais de bâtir cette déontologie avec le public par des conférences de consensus.* »

Une telle approche exige du temps et de l'adaptation au public – savoir-faire spécifique – alors qu'aujourd'hui, la carrière du chercheur se joue sur des concurrences, de temps en particulier, et que c'est un nouveau type d'échanges, et de confiance, qui est peut-être à inventer et à installer entre publics et recherche.

Des relations et des pédagogies à inventer

Les connaissances utiles à des choix démocratiques, dans la mesure où les sciences et les techniques font partie de notre intimité même, sont essentielles à partager, sans qu'on sache vraiment comment opérer ce partage. Ce problème dépasse les sciences et les techniques : comment la société peut-elle produire un citoyen éclairé, un élu éclairé, alors que la profusion de questions dans tous les domaines suppose des connaissances clés, des portes d'accès aux multiples complexités à arbitrer, que même les acteurs les plus concernés – chercheurs, experts – n'ont pas systématiquement toutes les ouvertures (disciplinaires, en particulier) ? Cette revue propose et met l'accent sur des expériences poursuivies par beaucoup d'acteurs divers pour prendre en compte ce problème, sans oublier que « *Le débat démocratique est en effet une technique de décision sociale, qui ne prend son sens et sa force qu'une fois admise la large ignorance où nous sommes des tenants et aboutissants de nos comportements collectifs.* » J.M. Lévy-Leblond.

Des modes d'échanges nouveaux et spécifiques sont analysés et restitués par des chercheurs, où le public intéressé acquerrait un savoir et un pouvoir d'accompagnement ; ceux-ci – forums hybrides, démocratie dialogique – sont assez présents dans les collectifs au

profit de maladies : sida, généthon, etc., et font l'objet d'études plus précises (Cf. *Agir dans un monde incertain*, Michel Callon, Pierre Lascoumes, Yannick Barthe, au Seuil, 2001). Ces initiatives sont intéressantes, qui associent justement les publics très impliqués (malades et familles de malades par exemple) aux objectifs, rythmes et interrogations de la recherche. Il est vrai que cela est sûrement facilité par le thème (Cf. L. Sfez, *La santé parfaite, critique d'une nouvelle utopie*, au Seuil).

C'est ici, aussi, le mode démocratique qui est mis en cause : quelle démocratie représentative pour une société scientifique et technique ?

Reste que, dans ce travail, comme dans beaucoup d'autres, l'imprécision des termes fait glisser et assimiler des catégories et des entités qui ne coïncident pas forcément les unes avec les autres, ni en statuts, ni en objectifs, ni en modes de travail, ni en gestion : « les chercheurs », les technologues, « la recherche », « les spécialistes », « les experts », « les scientifiques », « la science ». La confusion des appellations est troublante, et démontre bien les difficultés à positionner les acteurs et leurs rôles dans un paysage devenu flou. On ne cite même plus les « savants », disparus sans doute avec la collectivisation de la connaissance. Aussi, « celui qui sait » – au sens de qui sait des choses, l'humaniste – disparaît. A qui laissera-t-il la place, à celui qui doute ? Qui cherche ? Qui exécute ? Qui interroge ? Qui produit du savoir et le partage ? Comment ?

La science, la technologie, portent avec elles des interrogations qui ne sont pas seulement sémantiques, les définitions des mots et l'appariement des uns ou des autres ouvrent autant de choix d'orientations, d'objectifs et de méthodes, qu'il convient d'éclairer, d'évaluer. Les interventions : apprendre, enseigner, diffuser, transmettre, communiquer partager, sensibiliser, populariser, co-construire (expertise), débattre... interpellent des champs d'action particuliers : savoirs, connaissances, fondamentaux, culture... ; interpellent aussi des acteurs, leur éthique et leur légitimité : les scientifiques, les chercheurs, les technologues, les savants, les spécialistes, les médiateurs et, plus ponctuellement, les experts, ainsi que les systèmes dans lesquels ils agissent : production, procédures, évaluations, etc. Ce qui importe, ce n'est pas seulement de transférer, mais de savoir quoi, pourquoi et comment, et surtout de garantir l'accessibilité à un savoir qui peut n'être pas certain, mais « honnête ».

Nous-mêmes, ici, n'avons pas spécifié les acteurs, ni le système auquel ils appartiennent, mettant l'accent justement sur la nécessité d'éclairer différemment discours et pratiques.

De même, ranger trop souvent « les connaisseurs » et les citoyens en face à face est un peu rapide : beaucoup de scientifiques sont eux-mêmes des dénonciateurs de risques, certains ont même une conscience citoyenne... ce sont eux qui savent encore : ce sont leurs outils qui lisent, et de plus en plus précisément...

De même, est un peu rapide l'assimilation des démarches scientifiques et technologiques, et l'assimila-

tion des individus et des systèmes. Des clarifications doivent être apportées, et des efforts sur les transmissions et modes pédagogiques, dont quelques démarches sont rapportées ici.

De même, aussi, les seules procédures ne peuvent être invoquées pour résoudre les liens savoir/pouvoir, même s'il est vrai que, dans une démocratie délégative, elles sont aussi à inventer.

Il nous semble que ce dossier devrait pouvoir esquisser de nouvelles problématiques et de nouvelles analyses, des pistes, y compris en se dégageant du poids des mots pour donner du sens, de la réflexion, des ouvertures.

Comment les savoirs se propagent-ils, quels savoirs, et par quels acteurs, pour transformer ou non les délégations en demande de participation ? Quels outils sont-ils crédibles, et dans quelles conditions, alors que se déploie de « l'information citoyenne », délivrée par des « experts contradictoires » ? De quoi faut-il débattre, avec qui, et quand ? Comment intéresser le citoyen ? Comment susciter de la curiosité pour le scientifique et le technique et susciter la participation ? L'expertise contradictoire est-elle une condition du débat démocratique ; comment en garantir la qualité, alors qu'elle fragilise inévitablement la confiance ? Comment, surtout, faire qu'il y ait moins constitution de groupes incestueux dans toutes les décisions : mêmes écoles, mêmes institutions, mêmes intérêts ? Comment susciter un public éclairé, susceptible d'entendre, de critiquer, surtout de se positionner ?

Comment faire, pour que la science et la technique ne soient pas de simples enjeux politiques ou commerciaux, manipulés par les uns et les autres, mais des enjeux de connaissances, de participation, de vocations ?

SAVOIR RESTE LA MEILLEURE FAÇON DE PARTICIPER AU MONDE, D'ÊTRE ACTEUR DE SA PROPRE VIE

Il s'agit sans doute d'asseoir une pédagogie, des enseignements, qui redonnent du sens aux démarches de progrès – sens que les citoyens sont à même d'entendre. Ce mouvement ne peut pas être seulement celui des chercheurs. C'est un problème plus large de société, d'apprentissage des langages, des démarches, des questionnements, et des procédés. Définir comment peut s'exercer une participation ou un contrôle social, étudier, entre chercheurs et publics, les formations et les méthodes qui vont permettre des rapports de confiance, en même temps que les contradictions. Dans ce sens, il s'agit de démonter les systèmes et les organisations d'acteurs : les scientifiques, les technologues et les ingénieurs, les praticiens, les chercheurs, les experts, ont des démarches, des objectifs, des financements, des modes d'évaluation, qui rendent opaque le contrôle des applications, d'autant plus dans des organisations où les résultats liés au marché sont souvent seuls promus et, ce, dans des cadres – il ne faut pas le perdre de vue – internationaux.

BIBLIOGRAPHIE, QUELQUES RÉFÉRENCES « INCONTOURNABLES »

Bensaude-Vincent Bernadette, *Faut-il avoir peur de la chimie ?*, Ed. Les empêcheurs de penser en rond.

Besançon Julie, *Les agences de sécurité sanitaire en France*, CSO, CNRS, Cahiers du GIS août 2004.

Bonneuil Ch., *Les transformations des rapports entre science et société depuis la Seconde Guerre mondiale*, Sciences Médias et Société, ENS Lyon 2004.

Borraz O., Gilbert C., Joly P.-B., *Risques, crises et incertitudes*, Cahiers du GIS, mars 2005.

Callon M., Lascoumes P., Barthe Y., *Agir dans un monde incertain*, Le seuil, 2001.

Caraça Joao, *Science et communication*, Col. Que sais-je, Puf, 1999.

Chaumier S. (dir.), *Du musée au parc d'attractions*, Actes Sud, 2005.

Dumez H., *Management de l'innovation et de la connaissance*, L'Harmattan, 2001.

Dumez H., *Management de l'innovation management de la connaissance*, L'Harmattan, 2001.

Gob A., Drouguet N., *La muséologie*, coll U, A. Colin, 2004.

Krebs A. et Maresca B., *Le renouveau des Musées*, La documentation Française, mars 2005.

Le Marec Joëlle, *Sciences et écriture*, PUF Mirail, Sciences de la société n° 67, Fév. 2006, idem, p. 145.

Lévy-Leblond J.-M., *Le paradoxe démocratique*, Le courrier de l'environnement, août 1997, n° 31.

Stengers I., *La vierge et le neutrino*, Ed. Les empêcheurs de penser en rond.

Tristani-Potteaux Françoise, *Les journalistes scientifiques médiateurs des savoirs*, Economica, 1997.

Est-il légitime de soumettre la connaissance scientifique au débat public ?

La demande de mise en débat public de la science couvre parfois des stratégies de manipulation, qui visent à faire reconnaître un contenu de vérité à des allégations qui n'ont pas passé les épreuves de la critique scientifique. Les acteurs économiques et sociaux (administrations, industriels, ONG) tendent à instrumentaliser la science et l'expertise au service de leurs objectifs. Davantage de transparence et d'ouverture de l'expertise serait de nature à pacifier les rapports entre sciences et société, mais la démarche ne va pas sans risque.

par **Olivier GODARD**, Directeur de recherche au CNRS, Professeur à l'École polytechnique

QUAND LA SCIENCE DU CLIMAT EST MISE EN DOUTE...

Le 6 avril 2006, soixante personnalités [1] ayant (ou ayant eu) des responsabilités dans le monde scientifique – nombre d'entre elles avaient des titres honoraires – ont adressé au Premier ministre canadien une lettre ouverte soulignant combien l'annonce d'un changement de régime climatique imputable aux activités humaines était doublement injustifiée : le climat change tout le temps, sous l'effet de causes naturelles, affirmaient-ils, et l'impact humain n'est pas identifiable dans le bruit naturel. Il serait, dès lors, irrationnel d'allouer des fonds publics à des programmes visant à « arrêter le changement climatique ». Ce ne serait que gaspiller des milliards de dollars. En conséquence, ces personnalités pressaient le Premier ministre Harper d'organiser une large consultation du public, qui aurait à examiner les fondements scientifiques des plans gouvernementaux concernant la lutte contre le changement climatique. Ils affirmaient, en effet, qu'aucun processus

d'examen critique indépendant de ces bases scientifiques n'avait encore été conduit au Canada.

Le 20 avril 2006, Susan K. Woodbury [2], présidente de la Société météorologique et océanographique canadienne (CMOS) – une association scientifique à but non-lucratif forte de huit cents membres (chercheurs et professionnels) dans les disciplines concernées – a, elle aussi, envoyé une lettre ouverte au Premier ministre Harper, au nom de son association, pour affirmer son soutien à une autre lettre ouverte signée, la veille, par quatre-vingt-dix ténors de la recherche climatique canadienne. Ces quatre-vingt-dix marquaient leur désaccord avec les soixante du 6 avril et réfutaient leurs diverses affirmations. Madame Woodbury soulignait, pour sa part, combien les scientifiques canadiens compétents avaient pleinement participé à l'expertise internationale organisée dans le cadre du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (Giec-IPCC) et combien, grâce au Giec, le Canada avait pu bénéficier de la meilleure expertise scientifique au monde. Elle ajoutait ceci : « *La CMOS soutient fermement l'idée d'éducation du public dans le domaine des sciences de l'at-*

mosphère et de l'océan. Car le gouvernement doit prendre des décisions importantes, qui devront être soutenues par l'électorat. Un public bien informé est alors essentiel. (...) La CMOS soutient l'idée d'un programme d'information du public sur le changement climatique. Cependant, nous ne croyons pas que la consultation du public soit un moyen crédible d'évaluer la science du changement climatique». Elle concluait en demandant au Premier ministre Harper de déterminer sa politique en s'appuyant sur le rapport du Giec, reflet fidèle de la compréhension scientifique actuelle de ce problème complexe qu'est le changement climatique.

Ainsi, s'appuyant sur un travail scientifique collectif international auquel ils ont pris part, les représentants d'une communauté scientifique nationale concernée par un problème affectant à la fois la recherche et l'action collective récusent par avance la légitimité d'une démarche voulant faire du public l'arbitre d'un débat scientifique. A l'inverse, des contestataires de l'état des connaissances scientifique établi à l'échelle internationale entendent, apparemment, faire reconnaître la légitimité de leurs vues scientifiques à travers le déroulement d'un débat devant l'opinion publique. Leur visée n'est cependant pas essentiellement scientifique. Ils cherchent surtout à influencer le cours de l'action publique qui pourrait être engagée, au vu du tableau scientifique dressé par leurs adversaires. Le débat public est ici demandé par ceux qui ne parviennent pas à faire partager leurs thèses par la communauté scientifique, et voient dans le passage au débat public un procédé permettant d'affaiblir l'influence de leurs adversaires. Nous avons affaire, à la fois, à une utilisation stratégique du débat public et à une manipulation de la science.

Sans doute, ces contestataires n'escomptaient-ils pas convaincre leurs collègues, mais simplement créer le doute au sein du public, en mettant en scène l'absence d'accord sur les phénomènes en question, au sein des communautés scientifiques compétentes. Pour y parvenir, sans doute pensaient-ils pouvoir mobiliser à leur profit la règle de l'équilibre démocratique de l'expression des opinions, qui règne en norme idéale dans le champ politique. La traduction médiatique de cette dernière – avec ce que cela comporte en fait de nécessaire simplification – c'est l'égalité des moyens (présence, temps de parole) donnés aux deux camps en présence : les pour, et les contre. «L'équité» imposerait ainsi de traiter, de façon égale, la parole des représentants des « défenseurs » de la « thèse » du changement climatique d'origine anthropique et celle de ses détracteurs.

Le piège est redoutable qui se referme sur les scientifiques concernés, ceux qui expriment les conclusions d'un état des connaissances établi collectivement et qui, à travers le vocable « officiel » dont on les affuble, sont suspectés de ne pas être « indépendants ». En fait, accepter le débat revient implicitement (et indûment) à reconnaître un statut scientifique à des allégations ou à des jugements globaux que la communauté scientifique s'est refusée jusqu'alors à admettre, car les conditions d'un débat public ne permettent pas, en pratique, la

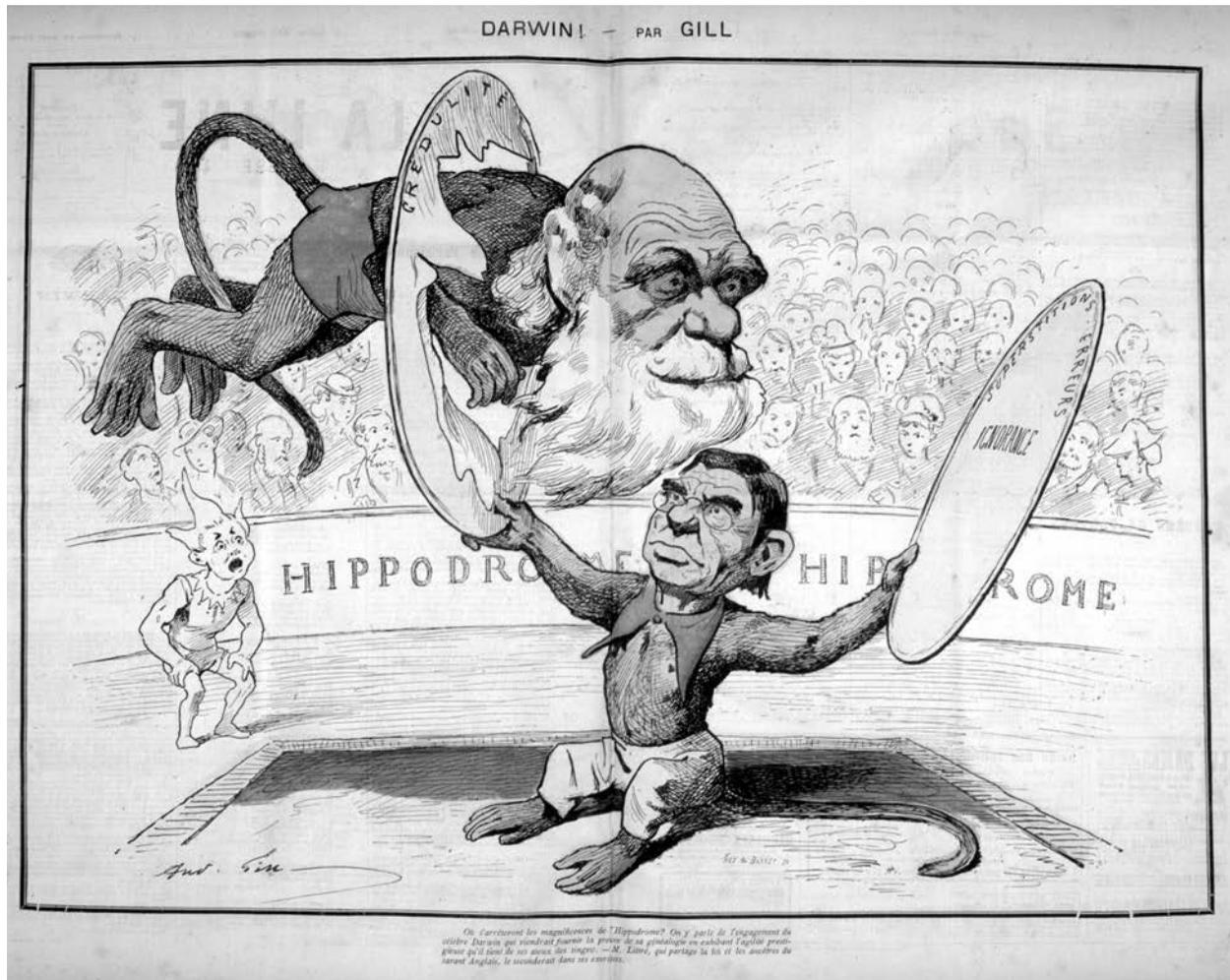
mobilisation des ressources ordinaires (temps de parole suffisant pour développer une argumentation, mobilisation de données, étude critique de la littérature scientifique publiée ou de travaux particuliers) permettant à des scientifiques de faire un sort à des propos non fondés. Refuser le débat, c'est manifester de façon publique une attitude fermée et dogmatique, qui sera présentée comme sectaire et contraire à l'éthique de la discussion scientifique. En d'autres termes, c'est admettre avec éclat qu'on a quitté le terrain scientifique organisé idéalement par la recherche ouverte de l'objectivité partageable, que la science a été trahie et que le public a affaire à des idéologues déguisés en scientifiques.

Étrange renversement ! Suprême manipulation consistant à faire prendre l'honnête état des savoirs sur une matière complexe pour une manipulation menée par un groupuscule fanatique ou basement intéressé. N'entend-on pas souvent dire que ce sont les besoins de crédits de recherche qui conduiraient les défenseurs de la « thèse » du changement climatique d'origine anthropique à entretenir les peurs sur le climat ?

L'ancien ministre et ancien scientifique devenu *people* Claude Allègre a bien compris le parti qu'il pouvait tirer de ce choix. À l'automne 2006, dans des organes de presse destinés au grand public, il avait fait diverses interventions dans lesquelles il exprimait sa contestation des principaux axes constitutifs de la présentation, par le GIEC, du problème du changement climatique : selon son opinion, la responsabilité du CO₂ anthropique n'était pas établie, l'augmentation de la température n'était pas un problème, il n'existait pas de signes convergents d'un changement planétaire en cours et il n'y avait aucun consensus chez les scientifiques. Le caractère hasardeux et approximatif des éléments de preuve sollicités à l'appui de ses propos ayant été démontré et ayant suscité des protestations, Claude Allègre a mis en avant, dans un article du *Monde*, son droit légitime au doute scientifique vis-à-vis d'une théorie « officielle », tirant argument du fait qu'il lui était arrivé, dans son passé de chercheur, d'avoir raison contre les vues majoritaires du moment. Menant fort loin l'usage du droit au doute, il présentait alors le GIEC comme un groupe particulier de scientifiques s'étant organisé à l'échelle internationale, sous l'égide des Nations Unies, pour promouvoir une théorie infondée, Allègre rapprochant alors explicitement le fonctionnement du GIEC des pratiques du régime stalinien [3]. Une des preuves mobilisées par notre auteur était la fameuse lettre ouverte des « soixante scientifiques canadiens », sans mentionner les réponses averties qu'elle s'était attirées.

L'APPEL AU DÉBAT PUBLIC COMME MANIPULATION DE LA JUSTIFICATION

Les oppositions, positionnements et utilisations stratégiques de la figure du débat public qui se sont fait jour



© Coll. KHARBINE-TAPABOR

La science en débat devient souvent un enjeu de manipulation (caricature hostile à Darwin, représenté en singe qui saute à travers les cerceaux «crédulité» et «ignorance», dans «La Lune rousse», 1877).

dans le cas du climat ne sont pas isolés. L'une des caractéristiques des grandes questions environnementales contemporaines est d'instaurer des « univers controversés » [4], dans lesquels la séparation étanche entre champ scientifique et champ de l'action collective ne tient plus : les scientifiques se font lanceurs d'alertes ou militants, au nom de leur sens des responsabilités ; les acteurs économiques et politiques, mais aussi des ONG, tentent, au moyen de leurs capacités de financement, de leurs demandes d'expertise et de leur présence dans les médias, d'influencer le cours du développement scientifique lui-même (ses orientations, son rythme) et la présentation publique des connaissances scientifiques. Il s'agit, pour ces acteurs, selon le cas, de clôturer une controverse en délaissant les incertitudes non-résolues ou d'entretenir à l'envi de fausses incertitudes et des controverses artificielles (1), dans le but de retarder une prise en compte par l'action publique ou de faire renoncer les pouvoirs publics à tel ou tel projet, telle ou telle autorisation. Manifestes dans le champ de l'environnement, ces stratégies sont utilisées bien au-delà de ce seul champ.

Ce type de stratégie a été pareillement employé sur d'autres fronts, comme celui des théories de l'évolution,

exposées aux manœuvres des tenants de l'idéologie créationniste. Brandissant les valeurs d'équité et de démocratie, les tenants du créationnisme ne cessent de demander que soient organisés des débats qui permettront aux citoyens de se faire leur propre idée sur les origines de notre monde. C'est d'ailleurs au nom du traitement équitable des conceptions en présence que le Président des Etats-Unis, George Bush, a demandé que les thèses créationnistes soient enseignées au côté des théories de l'évolution, présentées comme de simples hypothèses théoriques. Les auteurs révisionnistes contestant l'existence de l'extermination de masse des

(1) La stratégie de la compagnie Exxon Mobil en est un exemple. Cette compagnie finance les travaux d'une quarantaine de *think tanks* de façon à alimenter une ambiance de dénégation, de doute, d'incertitude et de controverse à propos des travaux scientifiques sur le climat. En 2002, le budget ainsi distribué s'élevait à 8 millions de dollars. L'un des plus importants bénéficiaires est le *Competitive Enterprise Institute* (CEI), qui se présente lui-même comme un des fers de lance du combat contre les politiques de maîtrise du risque climatique (*CEI website - global warming* : <http://www.cei.org/sections/subsection.cfm?section=3>). Comme toutes les positions normatives, celle-ci a droit à l'expression. Le problème provient de ce que sa position normative prétend au fondement scientifique et s'appuie sur le déni de tout contenu de vérité aux travaux des scientifiques réunis au sein du Giec. Le CEI invoque une « vraie science », qui resterait bâillonnée s'il n'était là pour mener le bon combat.

juifs par les nazis n'ont également cessé de demander le débat et se plaignent de ne pas y avoir accès. Pour tous ces militants de causes diverses, obtenir la mise en débat public et voir reconnaître à leurs croyances une place dans l'enseignement, c'est obtenir, indirectement, le signe, à l'adresse du public, du contenu de vérité scientifique de leurs allégations, ce qui leur permet de transformer en injustice toute situation où ces allégations ne sont pas traitées sur le même plan, et de la même manière, que les théories scientifiques reconnues.

À entendre nombre de revendications contemporaines, à observer certaines manœuvres, la mise en débat public semble devenue indistinctement, au nom de la démocratie, l'alpha et l'oméga du traitement de toute question d'intérêt public. La science est au premier rang des activités exposées à ce phénomène. Ne voit-on pas certains revendiquer l'avènement de « sciences citoyennes » ? (2) N'y a-t-il pas là une erreur majeure de catégories ? Le point clé est, ici, de s'interroger sur le type d'épreuves sur lequel repose l'activité scientifique, qui la distingue tout à la fois d'autres formes de connaissance et d'autres types d'activité.

DE LA NATURE DES ÉPREUVES SCIENTIFIQUES

Se référer au débat public comme procédure de dernière instance pour juger de la scientificité de différents énoncés, c'est transposer dans l'ordre de la connaissance scientifique une procédure reconnaissant la légitimité de principe qu'a tout citoyen à s'exprimer et à peser sur le jugement collectif. On peut ainsi recourir au débat, puis au vote, dans le cadre d'un concours de beauté puisqu'il s'agit d'une situation où il faut recueillir, puis agréger, des appréciations subjectives, quand bien même l'expression de chaque participant est canalisée par les règles du concours et par ces normes sociales que sont les canons de la beauté.

Lorsque la situation mobilise un rapport au monde où l'objectivité de ce dernier importe, sans pouvoir être appréhendée par l'exercice direct des perceptions individuelles, le débat ou la confrontation publique entre

(2) Voir la Fondation Sciences citoyennes présidée par Jacques Testart : <http://sciencescitoyennes.org/> La charte de cette fondation évoque ainsi « (...) la remise en cause de l'expertise et de la science, un renouveau des mobilisations sociales et de nombreuses initiatives d'implication de 'profanes' dans la recherche, l'expertise ou la vigilance, qui ont conduit à un certain désenclavement de la science et de ses institutions. Face à la marchandisation des savoirs et du vivant, ces mobilisations et initiatives amorcent un sursaut démocratique et un nouveau pacte social, en vue d'une science citoyenne, responsable et solidaire. Loin de se réduire à « une montée des croyances irrationnelles » ou à un manque d'information ou de « culture scientifique », elles affirment qu'une science pour tous doit se construire avec tous, dans le dialogue avec des savoirs autrefois dévalorisés. Moteur d'émancipation pendant plusieurs siècles, la science, devenue technoscience, est aujourd'hui un formidable pouvoir. Pour servir le bien-être de l'ensemble des êtres humains de notre planète, ce pouvoir requiert d'autres pilotes que la seule volonté de savoir, le désir de puissance ou les logiques de profit. Après l'ère de la « maîtrise de la nature » doit donc venir celle de la « maîtrise de la science », de la « citoyenneté scientifique ».

profanes ne peuvent constituer l'épreuve reine pour valider un fait, un énoncé ou un résultat. Pour deux raisons, d'ailleurs liées entre elles. La forme « débat public » est ici inappropriée : s'agissant du rapport au monde, l'implication d'êtres naturels (animaux servant de modèles expérimentaux) et d'objets techniques (instrumentation) représentant le monde est nécessaire, au cœur du dispositif d'épreuve. Par ailleurs, à la différence du bon sens (supposé être, au monde, la chose la mieux partagée), l'appréciation de ce qui sous-tend un énoncé scientifique et peut conduire à le valider (ou à le rejeter) requiert une compétence scientifique et technique. Toute science se construit certes à partir de concepts (formant une théorie), de méthodes et du découpage d'un champ, mais surtout autour d'une manière d'engager toutes sortes d'objets médiateurs dans le dispositif de preuve admis par la communauté qui fait vivre ce champ scientifique. Certains de ces objets sont des êtres naturels, d'autres sont des artefacts ; certains sont destinés à « signifier » (par exemple, une souris-modèle), d'autres à « faire signifier » les premiers (par exemple, les instruments d'observation et de mesure insérés dans le dispositif d'ensemble, dispositif qui permet de donner sens aux données recueillies et en constitue l'horizon d'interprétation).

Nous insisterons, ici, sur le rôle des objets normalisés. Boltanski et Thévenot [5] nous avaient appris combien la mobilisation des objets et de l'outillage importait dans les épreuves de justification, quand bien même ces choses recevaient des qualifications propres à un ordre de justification donné. Sans relever du même type d'épreuves que l'activité scientifique, les compétitions sportives offrent un exemple intéressant, à ce sujet. Les journalistes peuvent bien donner leur appréciation, avant et après les épreuves, sur la valeur des sportifs en compétition, les radios peuvent bien organiser des débats sur les atouts, les chances ou les mérites des athlètes ; ce n'est pas la mise en débat public qui forme le cœur de l'épreuve. Celle-ci organise l'engagement corporel et mental des athlètes dans un dispositif physique codifié et ce sont les résultats physiques de ces épreuves – observables par le public et, dans le même temps contrôlés par une instrumentation – qui permettent de trancher les controverses (potentiellement sans fin) entre supporters, sur la hiérarchie des valeurs incarnées par leurs héros.

Il en va de même pour la science, à ceci près que le public ne peut pas constater *de visu* les résultats des épreuves, c'est-à-dire disposer d'une intelligibilité sensible immédiate. Ce spectacle lui est fermé, du fait qu'il n'y a pas de science sans détour par une construction, une abstraction et une généralité. Cette situation frustrante constitue d'ailleurs soit une base objective à l'émergence de toutes sortes de soupçons sur ce que ce voile de l'ignorance profane peut abriter de pratiques douteuses, soit, à l'inverse, le déni de la spécificité des logiques scientifiques et de leurs épreuves, comme si les compétences quotidiennes de l'homme de la rue pour mener sa vie lui donnaient une autorité suffisante pour

exercer son jugement sur des questions scientifiques. La première option débouche sur la demande de transparence (qui tourne parfois à l'obsession), la seconde débouche sur la revendication d'une reconnaissance des connaissances profanes, pratiques et lestées de croyances, comme des connaissances devant bénéficier d'un statut à parité avec les connaissances scientifiques. La figure intenable de la mise en débat public de la science cède alors la place à deux autres thématiques : celle de la transparence des choix de politique scientifique ou de l'expertise, d'un côté, celle de l'expertise participative, citoyenne, hybride, élargie, de plein air [6], etc., de l'autre.

QUID DE LA TRANSPARENCE ?

La demande de transparence peut être comprise de trois façons, au moins. Pour la première, les scientifiques auraient à devenir « transparents », en faisant disparaître totalement toute trace de leur empreinte sur le tableau du monde qu'ils dresseraient pour les profanes. Une fois accompli le détour par la recherche scientifique, la réalité elle-même serait rendue directement connaissable par tout un chacun. C'est l'un des sens que peut prendre l'expression « réappropriation citoyenne de la science ». Tels les échafaudages nécessaires à la construction d'un édifice, les chercheurs pourraient se retirer une fois leur travail accompli, pour laisser les profanes contempler le monde, enfin décrypté et disponible à leur action pour leur action. Cette conception est illusoire : les résultats scientifiques sont marqués par la construction qui a permis de les obtenir, même si (dans des conditions à redéfinir dans chaque cas) ils peuvent être détachés de cette construction pour accéder à une certaine généralité, qui n'est elle-même compréhensible que par ceux qui possèdent un savoir théorique leur permettant de situer les éléments nouveaux. Les scientifiques sont nécessaires pour interpréter correctement un résultat, mettre en perspective une information ou un fait expérimental. Le tableau scientifique qu'ils dressent fait corps avec les concepts, les théories, les méthodes et les outils mobilisés. Sens et construction savante du dispositif de recherche vont de pair.

Deuxième façon de comprendre la transparence : les chercheurs devraient exposer aux profanes, dans le détail, tous leurs présupposés théoriques, leur appareillage méthodologique, leurs conventions, leurs arbitrages. Dans le contexte de l'examen de nouveaux résultats par des pairs, ceci serait nécessaire, hormis le corps de concepts, méthodes et langage, qui serait tenu pour

être de connaissance commune à l'intérieur d'une certaine communauté. Dans une relation aux profanes, il n'est pas possible de fonctionner de la sorte. Le profane a certes besoin de se faire une idée générale d'un phénomène et d'en situer les effets pratiques possibles, mais il n'a pas les moyens de valider les résultats, ni les énoncés précis qui lui sont présentés. Il ne lui est donc pas possible de faire l'économie d'une relation de confiance envers la communauté scientifique, même s'il ne s'agit pas d'une confiance accordée aveuglément. D'où peut venir cette confiance ? Essentiellement, de l'assurance que recherches et expertises ont été conduites selon des règles de méthode et de procédure ajustées, rigoureuses et respectées. Ce sont donc ces règles et ces pratiques, qui doivent être présentées et discutées. C'est ici que s'applique, à juste titre, l'exigence de transparence.

Troisième lecture possible : les comptes rendus scientifiques doivent être accessibles à tous : public, consommateurs, corps constitués, agents de l'administration, ONG, etc. La connaissance scientifique étant, du fait de la non-rivalité dans son usage, ce que les économistes appellent un bien collectif, mais étant aussi source de pouvoir, elle ne saurait, sans dommage pour l'économie et pour la démocratie, être réservée à quelques *happy few*. Cela conduit à interroger l'économie des publications scientifiques, aujourd'hui bouleversée par deux tendances contradictoires : le renforcement de logiques commerciales provoquant une importante sélection par l'argent et la diffusion par Internet. Cette exigence d'accès a une importance particulière pour l'expertise scientifique sur des questions d'intérêt public. Une des innovations récentes dans l'organisation de l'expertise scientifique est la diffusion systématique de rapports et d'avis sur Internet, de façon à ce que commanditaires et grand public aient accès aux résultats de l'expertise, dans les mêmes termes. Une telle manière de faire permet au citoyen de savoir sur quelles bases scientifiques les décisions sont prises, au final, même si d'autres éléments à caractère normatif interviennent légitimement pour déterminer les décisions à prendre. Cette transparence-là contribue à ce que les décisions collectives soient prises sur fond d'un corpus minimal d'informations communes à toutes les parties prenantes. Il y a là une raison sérieuse de considérer avec la plus extrême circonspection les différentes clauses de confidentialité s'opposant à la publication des études scientifiques réalisées sous la responsabilité de différents acteurs (entreprises, administrations, ONG) et utilisées par les comités d'experts pour apprécier des risques collectifs et donner des avis, en vue de l'attribution d'autorisations administratives par l'autorité publique.

Au total, la demande de transparence exige d'être démythifiée et recentrée sur ses seules composantes susceptibles de favoriser la compréhension des activités scientifiques et de réduire les sources évitables de suspicion concernant la capture de ces activités par des intérêts particuliers, tout en veillant à ne pas porter atteinte aux conditions de bon déroulement de ces activités (3).

(3) Aussi faut-il persister dans le refus de l'accès général du public aux délibérations des comités d'experts, si l'on veut éviter que les réunions de ces comités se transforment en théâtre déclaratif de positions figées. La qualité de l'expertise scientifique collective dépend de la qualité de la discussion menée, qui doit normalement conduire les experts à modifier leurs vues a priori et à élaborer une opinion commune, sans exclure la possibilité de persistance d'opinions minoritaires.

VERS UNE EXPERTISE ÉLARGIE ?

Le manque de prise de l'idéologie positiviste de la science sur le réel et le développement de controverses sociales autour de la gestion des risques ont conduit différents auteurs [7] à préconiser le recours à des « dispositifs d'expertise élargie » misant sur la participation de non-scientifiques, qu'il s'agisse de représentants des acteurs concernés ou de citoyens ordinaires. La variété des rôles proposés, pour ces profanes dans les pratiques d'expertise, et celle des solutions d'ouverture avancées témoignent d'une période de tâtonnement, où est recherchée une nouvelle institutionnalisation de la démocratie visant à sortir de la crise de la démocratie représentative, sans tomber dans les errements d'une démocratie d'opinion ou d'une démocratie de marché. Qu'en penser ?

Une des expériences les plus marquantes réalisée en ce sens (en France) a été l'expertise du Groupe Radioécologie du Nord Cotentin (GRNC). Une étude épidémiologique avait, en effet, mis en avant un nombre anormalement élevé – mais encore très modeste : 4 cas – de leucémies dans cette micro-région et la question était posée d'attribuer cet excès aux rejets des activités nucléaires du site de La Hague. Le mandat était de dresser un inventaire des rejets radioactifs des installations nucléaires dans le Nord Cotentin, de tracer la dispersion des éléments radioactifs dans les différents milieux physiques et dans les produits de la chaîne alimentaire, de faire un bilan des doses subies par les populations les plus exposées et d'estimer le risque associé aux doses reçues. À cet effet, il a été entrepris de reprendre toutes les données disponibles sur la période 1966-1997. Les résultats devaient être comparés aux observations épidémiologiques, de façon à sortir de la controverse sur le risque sanitaire.

Ce groupe d'experts avait une composition inhabituelle de par son pluralisme ; chercheurs universitaires, représentants des opérateurs des installations et des instances de contrôle, experts étrangers et experts de trois associations : l'Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (ACRO), la Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité (CRII-RAD) et le Groupement des Scientifiques pour l'Information sur l'Énergie Nucléaire (GSIEN). Il a également entretenu des relations ouvertes avec les interlocuteurs locaux, qu'ils s'agisse d'élus, d'associatifs (comme ceux de l'association « Les Mères en colère ») ou encore de journalistes. Les experts associatifs ont pris part à la définition du cadrage et de la méthodologie.

Les résultats d'une première étude (menée durant un an) furent rendus publics en juillet 1999 [8]. Ils dégageaient une valeur centrale du risque de 0,0017 cas de leucémie pour la période 1978-1996, soit une valeur mille fois inférieure à l'excédent théorique obtenu par l'étude épidémiologique (2 cas). La robustesse de cette valeur de référence a été éprouvée en faisant varier les

valeurs d'un ensemble de paramètres, sans que cela remît en cause l'ordre de grandeur du risque.

En dépit d'un résultat à la signification assez nette, la rédaction du rapport n'a pas adopté une présentation consensuelle. Les experts de l'ACRO et du GSIEN y ont rendu publiques des réserves portant sur les résultats eux-mêmes et sur certains aspects de la méthodologie, ces experts assumant cependant leur participation aux travaux, ainsi que la méthodologie d'ensemble. En revanche, la CRII-RAD s'est finalement désolidarisée du rapport, au vu des résultats. Les principales réserves émises étaient de deux sortes. S'agissant de la procédure retenue, les experts associatifs regrettaient un cadrage trop étroit, focalisé sur la seule population à risque, ce qui avait conduit à ne pas étudier l'incidence sur la population totale ; de plus, l'étude n'avait pas intégré l'impact éventuel des produits chimiques. Ils dénonçaient ensuite le déséquilibre entre les moyens humains et financiers dont ils avaient disposé, par comparaison avec ceux mis à la disposition des représentants institutionnels. Les autres réserves concernaient le fond : en dépit des tests de sensibilité effectués, la méthodologie suivie n'avait pas permis de faire une étude complète de l'incertitude attachée aux résultats obtenus ; de plus, pour caractériser les valeurs de nombreux paramètres, le groupe avait choisi de se caler sur des hypothèses « réalistes », touchant par exemple aux comportements alimentaires ou aux loisirs, alors que l'ACRO demandait de retenir, pour chaque variable, des valeurs extrêmes qui auraient inclus avec certitude les valeurs réelles (notion d'hypothèse « enveloppe »). Tout en appréciant l'ouverture manifestée à leur endroit et l'utilité du travail accompli, les associations ont considéré alors que cette première étude ne permettait pas de conclure sur la réalité du risque et qu'elle devait être complétée par une étude de sensibilité et d'incertitude, à entreprendre. Ce qui fut fait, dans une expertise publiée en 2002, sans toutefois parvenir à éteindre la soif des associations. Soucieux « de ne pas tomber dans le piège de la caution par le mouvement associatif », Pierre Barbey, représentant de l'ACRO, concluait ainsi ses nouvelles réserves : « le travail fait par le GTI (groupe de travail sur l'incertitude) ne permet pas de conclure quant à l'innocuité des rejets radioactifs. » Pour sa part, le GSIEN faisait état de fortes réserves finales, jugeant finalement vains les efforts d'évaluation des incertitudes, que les associatifs avaient pourtant demandés [9]. On pressent, à les lire, que le seul résultat qui aurait pu les conduire à considérer l'expertise comme satisfaisante eût été celui qui leur aurait permis de confirmer leur mise en accusation des installations nucléaires.

Ce cas d'école permet de saisir les difficultés de l'organisation de l'expertise scientifique en univers controversé. Il souligne l'ambiguïté de la participation d'experts liés à différents intérêts, qu'il s'agisse de ceux des administrations publiques, d'opérateurs industriels nationaux et locaux et de structures associatives nationales, régionales et locales. De façon schématique, s'agissant de santé et d'environnement, les premiers

(administrations d'État, industriels) considèrent vite qu'on en sait assez pour clore les débats et ont tendance à solliciter les données existantes dans le sens de la minimisation des incertitudes. Au contraire, les associations régionales et nationales mobilisent les incertitudes pour récuser toute clôture du débat scientifique et refuser de valider des résultats qui ne correspondraient pas aux buts de leur action militante – le combat antinucléaire, dans le cas d'espèce. Ils choisissent, en fait, en tant que collectifs voulant s'imposer comme interlocuteurs sans se lier aux autres parties, de ne pas reconnaître la séparation entre la recherche de l'objectivité des faits et le débat normatif emportant des jugements de valeur sur l'action à mener (ou à refuser). Ils pratiquent aussi ce qu'ils reprochent souvent aux autorités publiques, à savoir de chercher à rabattre des débats de société sur le terrain scientifique et technique en transformant un désaccord sur l'orientation collective – ici : le développement du retraitement des déchets nucléaires – en controverse d'experts sur l'estimation d'un risque.

Cette situation confirme l'influence persistante, dans les jeux de risques de la société contemporaine, de la légitimité rationnelle légale : chaque partie éprouve encore le besoin de s'adosser à l'objectivité scientifique pour faire valoir des orientations de nature idéologique, politique ou économique. Mieux vaut considérer que le rapport à la science et à l'expertise qu'entretiennent les différentes parties prenantes parmi les profanes est déterminé stratégiquement. Le risque de l'ouverture de l'expertise scientifique peut être pris. Mieux vaut le prendre en sachant à quoi il expose.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] I. Clark *et al.* : Open Kyoto to debate – An open letter to Prime Minister Stephen Harper, *Financial*

Post, 6 April 2006 – <http://www.canada.com/national-post/financialpost/story.html?id=3711460e-bd5a-475d-a6be-4db87559d605>

[2] S.K. Woodbury : Open letter to Stephen Harper, Prime Minister of Canada, 20 April 2006 – <http://www.cmos.ca/LettertoPM20Apr06.pdf>

[3] C. Allegre : Le droit au doute scientifique, *Le Monde*, 27 octobre 2006, p. 19.

[4] O. Godard, C. Henry, P. Lagadec et E. Michel-Kerjan : *Traité des nouveaux risques – Précaution, crise, assurance*, Paris, Gallimard, Coll. 'Folio-Actuel', 2002.

[5] L. Boltanski et L. Thévenot : *De la Justification – Les Économies de la grandeur*, Paris, Gallimard, Coll. « RF Essais », 1991.

[6] M. Callon, P. Lascoumes et Y. Barthe : *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, Coll. 'La couleur des idées', 2001.

[7] P. Roqueplo : *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*, Paris, INRA Éditions, Coll. 'Science en questions', 1997 ; M. Callon : Des différentes formes de démocratie technique, *Les Cahiers de la Sécurité Intérieure*, 'Risque et Démocratie', n° 38, 1999, pp. 37-54 ; M. Callon *et al.*, *op. cit.*, 2001. B. Chevassus-au-Louis : L'analyse du risque alimentaire : quels principes, quels modèles, quelles organisations pour demain, Conférence de l'OCDE sur la sécurité des aliments issus d'OGM, Edimbourg (R-U), 1^{er} mars 2000 ; D. Bourg et D. Boy : *Conférences de citoyens, mode d'emploi*, Paris, Éditions Charles Léopold Mayer et Descartes & Cie, 2005.

[8] Groupe radioécologie du Nord-Cotentin : *Estimation des niveaux d'exposition aux rayonnements ionisants et des risques de leucémie associés de populations du Nord-Cotentin – Rapport de synthèse*, juillet 1999.

[9] Groupe Radioécologie du Nord-Cotentin : *Analyse de sensibilité et d'incertitude sur le risque de leucémie attribuable aux installations nucléaires du Nord-Cotentin*, juillet 2002.

Pour faire taire les peurs alimentaires : informer sur les risques liés à l'alimentation

S'il est un domaine où la diffusion de l'information scientifique est particulièrement importante, c'est bien la sécurité alimentaire. L'Autorité européenne de sécurité des aliments est chargée de fournir des avis scientifiques indépendants aux institutions européennes chargées de gérer les risques sanitaires. Une mission au carrefour entre la complexité de la science et les angoisses du public.

par **Catherine GESLAIN-LANÉELLE**, Directeur exécutif de l'EFSA (*)

L'EFSA a été créée en 2002, à la suite des crises sanitaires que l'Europe a connues dans le domaine de l'alimentation : crises de la maladie de la vache folle de 1996 et 2000, crise de la dioxine en 1999... Ces crises ont profondément ébranlé la confiance des consommateurs non seulement dans la sécurité des aliments, mais aussi dans la capacité des autorités publiques (gouvernements des Etats membres, Commission et Conseil européens) à protéger leur santé. Les gouvernements européens ont ainsi décidé de créer une nouvelle organisation européenne chargée de fournir des avis scientifiques indépendants en matière de sécurité des aliments aux Etats membres, à la Commission européenne et au Parlement européen, ces institutions conservant la responsabilité de la gestion des risques. Cette séparation des responsabilités – l'évaluation des risques par l'EFSA, la gestion des risques (mesures administratives ou réglementaires, législations...) par les Etats membres et la Commission – est un des principes fondamentaux de la politique de sécurité des aliments dans l'Union européenne.

Ainsi, l'EFSA est l'organisation européenne de référence pour l'évaluation des risques dans les domaines de la

sécurité des aliments (que ceux-ci soient destinés à l'homme ou aux animaux d'élevage), de la santé et du bien-être animal, de la santé des plantes et de la nutrition. Les évaluations des risques effectuées au nom de l'EFSA sont réalisées par neuf panels d'experts scientifiques et un Comité scientifique, qui sont composés de plus de 200 experts scientifiques sélectionnés sur la base de leur excellence scientifique et de leur expérience d'évaluation des risques. Ces panels rendent des avis dans des domaines aussi variés que les additifs alimentaires, les matériaux d'emballage, les contaminants, les risques microbiologiques liés aux aliments, les pesticides, les OGM, les maladies des plantes ou des animaux ou encore les besoins nutritionnels. Ces avis sont rendus en toute indépendance, c'est-à-dire sans que puissent s'exercer des « pressions » de la part des acteurs économiques de la chaîne alimentaires (industrie agro-alimentaire, distribution, agriculteurs...) mais aussi des autorités qui gèrent les risques sur les plans national et européen.

(*) EFSA : European Food Safety Authority.

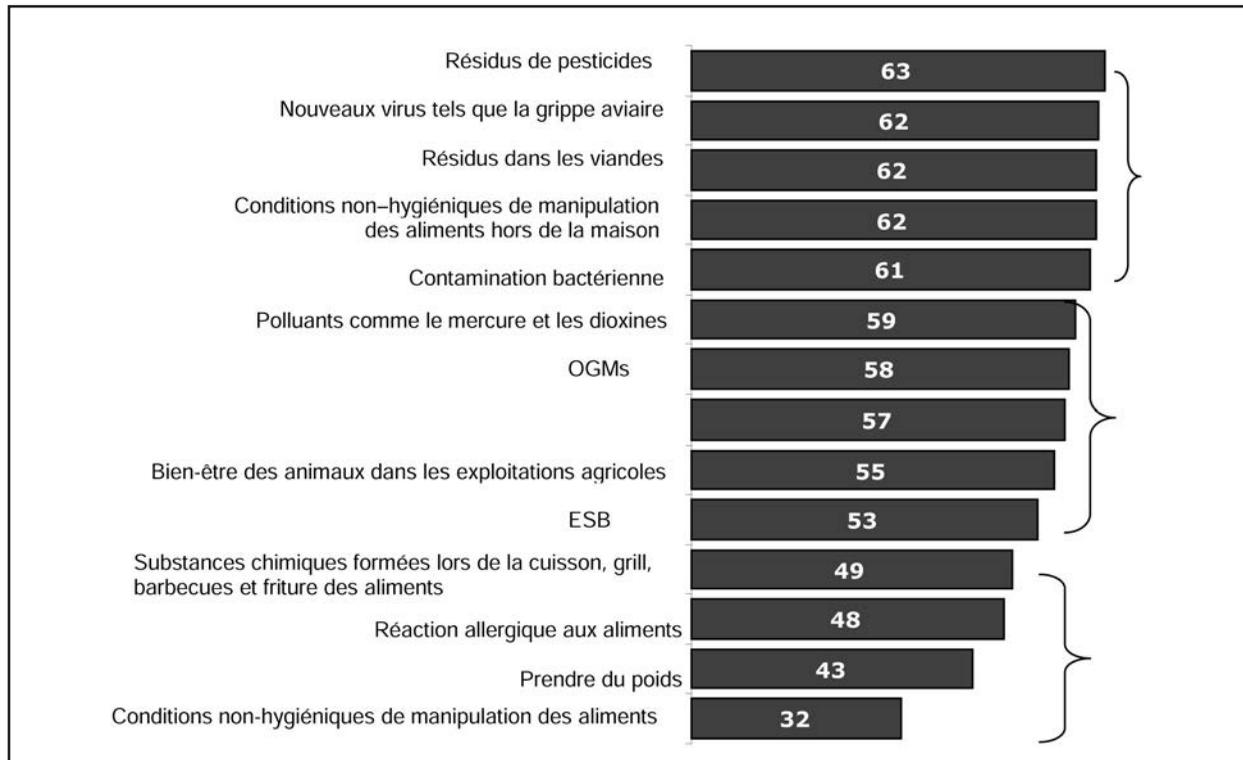


Schéma 1 – Sur chacun des sujets suivants, pouvez-vous indiquer si vous êtes très préoccupé, préoccupé, peu préoccupé ou pas du tout préoccupé ? Index de préoccupation moyen dans l'UE à 25 (Eurobaromètre 2006).

Outre sa mission d'évaluation des risques, l'EFSA s'est vue confier une mission de communication des risques. Les crises sanitaires des années 1990 ont en effet révélé la nécessité de mieux assurer la transparence du processus de décision publique. Les avis scientifiques de l'EFSA sont ainsi communiqués, non seulement à ceux qui en sont les principaux utilisateurs – la Commission, les Etats membres et le Parlement européen –, mais aussi à tous les acteurs de

la chaîne alimentaire, et, en particulier, aux consommateurs.

Informers sur les risques liés à l'alimentation les plus de 450 millions de consommateurs des 27 pays de l'Union européenne, voilà qui représente un défi considérable ! Pour s'assurer que les consommateurs européens reçoivent les informations pertinentes et qu'elles sont présentées d'une manière qui leur est familière et compréhensible, l'EFSA s'attache à :

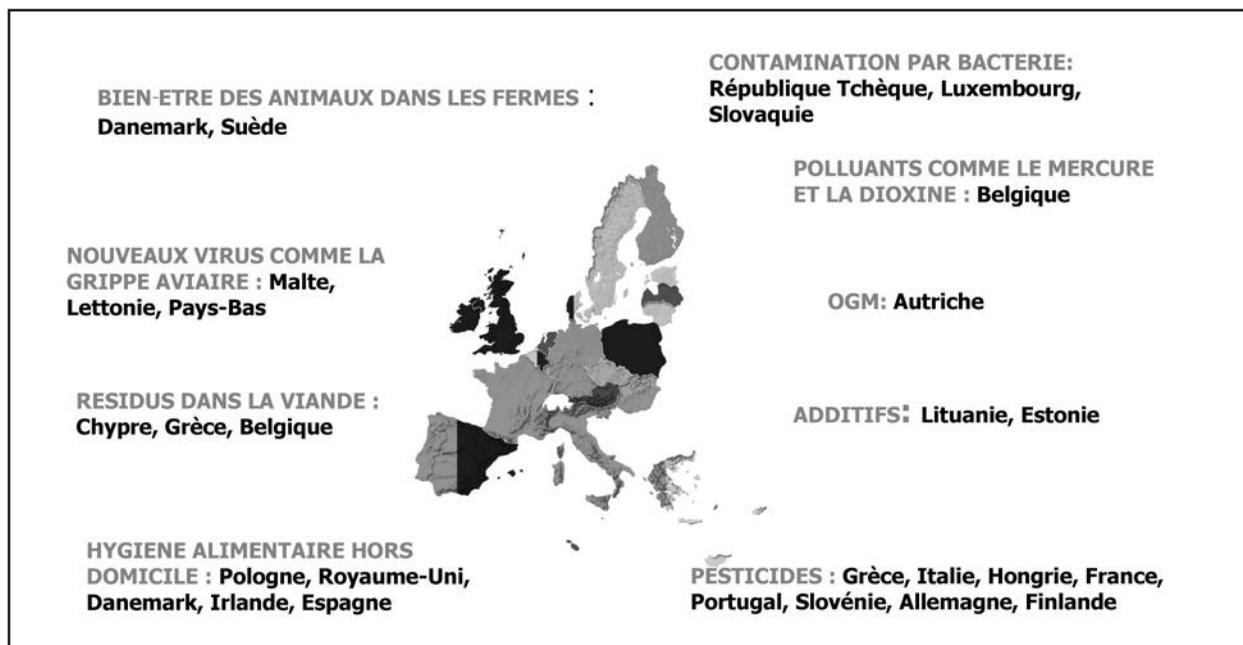


Schéma 2 – Perception des risques – Les principales préoccupations dans les 25 Etats membres (Eurobaromètre 2006).

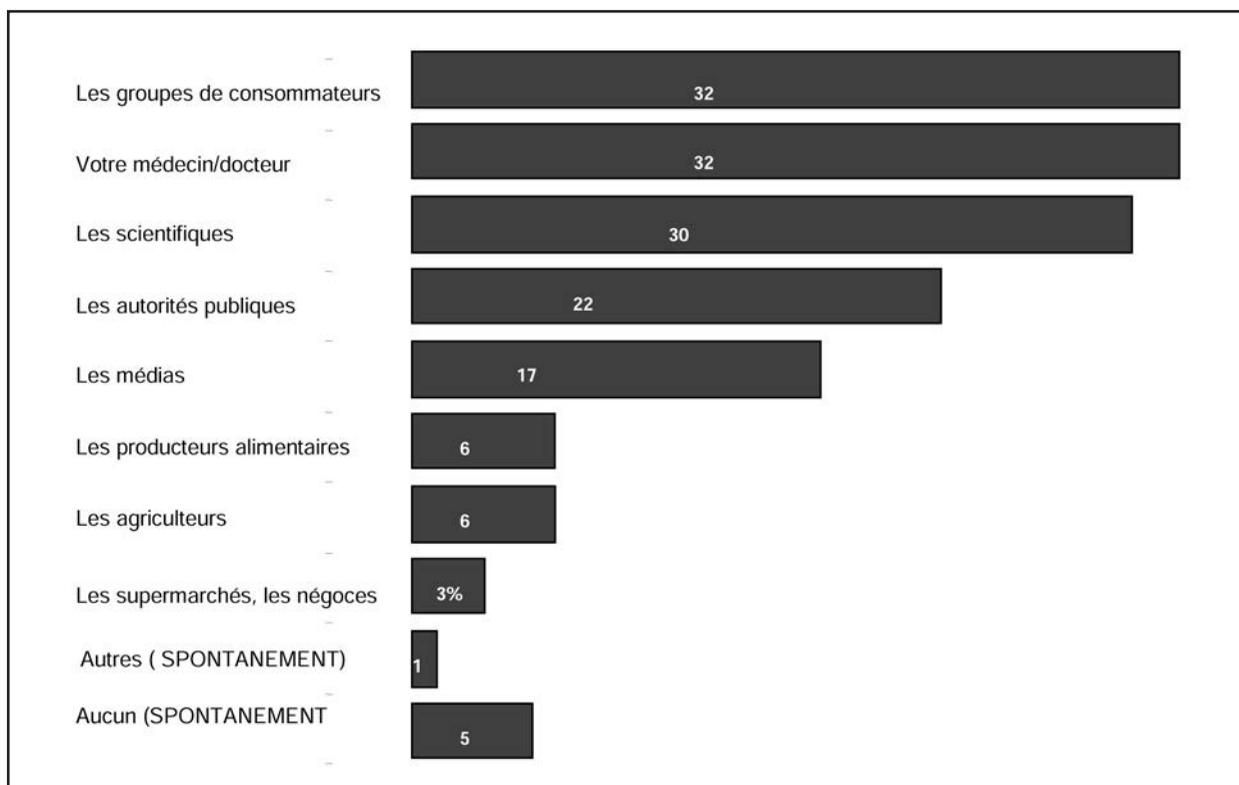


Schéma 3 – Les sources d'information préférées des consommateurs de l'Union européenne (Eurobaromètre 2006).

✓ MIEUX CONNAÎTRE LA PERCEPTION, PAR LES CONSOMMATEURS, DES RISQUES LIÉS À L'ALIMENTATION

De nombreux facteurs influencent les comportements des consommateurs face à l'alimentation et aux risques qui lui sont associés. L'EFSA et la Commission européenne conduisent ainsi régulièrement des enquêtes (Eurobaromètre) permettant de recueillir des informations sur la perception des risques en général ainsi que sur les risques, plus spécifiques, associés à la chaîne alimentaire. Si les européens associent l'alimentation, en premier lieu, au goût et au plaisir, 40 % d'entre eux n'en oublient pas, pour autant, que l'alimentation peut aussi présenter des risques. Il existe des différences substantielles entre les consommateurs des Etats membres lorsqu'il s'agit d'identifier les principales craintes (Cf. schémas 1 à 3 – Eurobaromètre 2006) : pesticides, contaminants chimiques, OGM, risques microbiologiques... Les résultats de ces enquêtes permettent non seulement de mieux apprécier les évolutions de la perception du public, mais aussi d'évaluer l'impact des politiques publiques sur cette perception. La dernière enquête Eurobaromètre montre ainsi que certains groupes de la population sont plus enclins à redouter les risques (les femmes, les personnes ayant un niveau d'éducation plus faible), confirmant ainsi la nécessité d'adapter la communication sur les risques aux besoins spécifiques des publics cibles.

✓ RENDRE SIMPLES ET ACCESSIBLES À TOUS LES INFORMATIONS SCIENTIFIQUES RELATIVES AUX RISQUES

Les informations (avis, rapports, conclusions, études...) produits par les panels d'experts scientifiques de l'EFSA sont, par nature, scientifiques et techniques. L'EFSA adapte donc sa communication aux divers publics auxquels elle s'adresse : autorités communautaires et nationales, partenaires de la chaîne alimentaire (organisations professionnelles de l'industrie, d'agriculteurs ou de la distribution, associations de consommateurs) ou consommateurs. Messages et modes de communication sont certes adaptés en fonction des résultats des évaluations des risques, de leur nature et de leur impact potentiel sur la santé publique, mais aussi de leur perception par le public et de ses réactions anticipées. Si son site Web est l'instrument principal sur lequel s'appuie l'EFSA pour communiquer (120 000 visites par mois, 10 000 abonnés aux « *EFSA Highlights* » par mél), de nombreux autres moyens sont utilisés, tels que l'édition d'une *Newsletter*, de questions-réponses, la diffusion de communiqués de presse et de documents destinés à la presse, etc. La publication de rapports rassemblant l'état des connaissances sur un sujet (par exemple, le rapport sur l'état des connaissances sur les apports maximum en vitamines et minéraux, en 2006) ou analysant les données collectées dans l'Union européenne (par exemple, le rapport sur les zoonoses – maladies animales transmissibles à l'homme – en 2005)

font aussi partie des outils permettant d'informer le public et les organisations chargées de la sécurité des aliments en Europe.

✓ RECHERCHER L'APPUI DES PARTENAIRES CLÉS,
POUR FOURNIR DES MESSAGES CLAIRS
ET PERTINENTS AUX CONSOMMATEURS

Si, dans tous les pays de l'Union européenne, l'exigence de sécurité des aliments est élevée, la perception des risques, le rapport à l'alimentation ainsi que les régimes alimentaires sont très variables, d'un pays à l'autre. Lors de la préparation et de la diffusion des informations, l'EFSA s'attache à travailler en étroite relation avec les agences d'évaluation des risques de chacun des Etats membres. Ainsi, un réseau de correspondants, chargés de la communication dans les 27 Etats membres, a été établi afin d'échanger les bonnes pratiques, de tirer les leçons des expériences des uns et des autres, mais aussi de développer des initiatives communes permettant d'expliquer l'articulation des responsabilités entre le niveau national et le niveau européen. C'est ainsi, par exemple, que l'EFSA organisera en 2007 plusieurs conférences sur des thèmes scientifiques en relation avec la sécurité des aliments, à l'occasion du cinquantième anniversaire du traité de Rome et du cinquième anniversaire de l'EFSA et de plusieurs agences nationales (BfR en Allemagne, AGES en Autriche, ANSA en Espagne, VWA aux Pays-Bas...).

✓ PROMOUVOIR UNE COMMUNICATION
COHÉRENTE, À L'INTERFACE ENTRE
ÉVALUATION ET GESTION DU RISQUE

Si, comme on l'a souligné, l'EFSA rend des avis scientifiques indépendants, ce n'est pas, pour autant, une organisation isolée. L'EFSA est un acteur majeur du système européen de sécurité sanitaire des aliments : l'évaluation des risques est la première étape indispensable, avant toute prise de décision publique. La mission de communication sur les risques est à la fois assurée par l'EFSA et par la Commission européenne et les

Etats membres. L'EFSA s'attache ainsi à veiller à informer rapidement la Commission des résultats de ses travaux, afin qu'elle puisse mettre en œuvre les actions qui en résultent mais aussi, afin qu'elle puisse en tenir compte dans sa propre communication. Il en va de même avec les Etats membres et les acteurs économiques de la chaîne alimentaire. Cette recherche de la cohérence dans la communication est particulièrement importante, dès lors qu'un risque a été identifié dans la chaîne alimentaire, afin de ne pas créer ou accentuer l'inquiétude du public.

CONCLUSION

La mission quotidienne de l'EFSA est non seulement d'évaluer les risques liés à l'alimentation, c'est-à-dire de fournir aux acteurs publics européens et nationaux les bases scientifiques de leurs décisions, mais aussi d'informer largement le public sur ces risques. En exerçant ces deux missions de manière transparente et indépendante, l'EFSA s'attache à contribuer non seulement à élever le niveau de protection des consommateurs en Europe, mais aussi à renforcer la confiance des consommateurs dans le processus de décision public européen. Cinq ans après sa création, les premiers résultats des enquêtes réalisées auprès des consommateurs européens sont encourageants. Mais la confiance reste fragile : l'EFSA doit donc poursuivre ses efforts pour accroître l'efficacité et la pertinence des informations à caractère scientifique qu'elle diffuse auprès du public des 27 Etats membres de l'Union européenne.

RÉFÉRENCES

Eurobaromètre spécial 238 – *Au sujet des risques* – Sondage commandité par la Direction générale de la santé et de la protection des consommateurs (Commission européenne) et l'EFSA – Publication février 2006.
Les zoonoses dans l'Union européenne – EFSA 2005 – ISBN-10 92-9199-044-2.
Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals – EFSA 2006 – ISBN 92-9199-014-0.
Site Web de l'EFSA : <http://www.efsa.europa.eu>

L'expertise scientifique dans l'espace public

Réflexions à partir de l'expérience française

L'introduction de l'expertise scientifique dans le débat public ne va pas de soi. La parole de l'expert ne suscite pas, ou plus, la confiance immédiate, et il a donc fallu instituer des procédures pour adapter la communication d'un savoir aux exigences de la démocratie d'opinion. Dans les rapports entre science et politique, plusieurs modèles peuvent être distingués, à la lumière des crises et des ajustements des vingt dernières années.

par **Pierre-Benoît JOLY**, Inra/TSV

Nombreux sont les auteurs à souligner l'importance croissante de l'expertise dans les techniques modernes de gouvernement, y voyant non seulement un nouvel instrument d'aide à la décision politique, mais une nouvelle forme de rapport savoir-pouvoir (Ewald 1991); (Beck 1986). Ainsi, le thème de l'expertise s'inscrit dans une tradition longue de théorie de la société en tant qu'étude des transformations des rapports entre pouvoirs (Weber), d'analyse de l'évolution des formes de gouvernementalité (Foucault) ou de scientification du politique (Habermas). Mais la reconnaissance croissante de ce que les risques ne sont le produit ni de la fatalité, ni de la nature, mais qu'ils sont «manufacturés» (Giddens) conduit actuellement à un réexamen critique de la question de l'expertise scientifique, celle-ci ne pouvant plus être considérée comme la source de connaissances objectives, indépendante de la société dans laquelle elle est produite. Certes, le rôle de la science et de la technique dans la fabrique de situations inédites et incertaines a été souligné de longue date. Mais c'est sans doute à la «faveur» de la série de crises et scandales qui a marqué les années 1990 (amiante, sang contaminé, Tchernobyl, vache folle, OGM...) que le sentiment de

vulnérabilité de nos sociétés est désormais largement partagé. Cette série de crises provoque une remise en cause de l'organisation de l'expertise scientifique : elle n'est plus seulement l'affaire de quelques spécialistes, elle est débattue dans l'arène publique. Ainsi, par exemple, le rapport du Parlement européen sur la vache folle (Rapport Ortega, 1997) critique sévèrement le manque d'indépendance de l'expertise. Il en va de même, en France, avec le rapport Guilhem-Mattéi (1997). La figure d'une expertise alibi, soumise aux intérêts des lobbies économiques et politiques, est alors omniprésente. Bon nombre d'acteurs politiques vont saisir cette opportunité pour réformer le système de gestion de la sécurité sanitaire.

Afin de prendre la mesure des transformations de l'expertise, nous proposons de procéder en quatre étapes. Nous reviendrons, tout d'abord, sur les travaux réalisés avant que l'expertise n'ait été publiquement mise en cause, car ces travaux constituent la matrice dans laquelle sont conçues les différentes options d'agencement des rapports entre les différents pouvoirs (scientifique, économique, médiatique, politique) à l'œuvre. Suivra la présentation de ces différentes options, ou modèles idéal-typiques. Les deux sections suivantes

ENJEUX ET RISQUES DES DÉBATS
PUBLICS SUR LA SCIENCE

seront consacrées à deux dimensions – essentielles – des transformations de l'expertise au cours des années 1990. La section 3 discutera le mouvement de procéduralisation qui marque cette période avec, notamment, la création des agences sanitaires. Dans un pays caractérisé par une tradition technocratique, ce mouvement est extrêmement important, car il conduit à une institutionnalisation de l'expertise en tant qu'activité à part entière. Enfin, nous consacrerons la dernière section à l'analyse de la portée des expériences d'évaluation des risques dans les forums hybrides.

AVANT QUE L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE NE SOIT MISE EN CAUSE DANS LES ARÈNES PUBLIQUES

En 1989, le ministère de l'Environnement organise un colloque à Arc-et-Senans, dont le titre « Les experts sont formels ! », formulé sur un ton ironique, est révélateur d'un large consensus sur la critique d'une conception positiviste de l'expertise. Prenant acte de la complexité des problèmes d'action publique et du caractère incertain et controversé des connaissances mobilisables, deux propositions sont alors formulées.

P. Roqueplo définit l'expertise comme la traduction de l'énoncé d'une connaissance [acquise] dans une communauté scientifique dans son énoncé apporté en réponse à une question posée dans un objectif décisionnel (Roqueplo 1991). Si les scientifiques s'en tiennent à l'énoncé des connaissances certifiées, ils ne répondent pas à la question posée par le politique. Inexorablement, l'expertise suppose de dépasser les limites de savoir du scientifique : c'est en raison même de la responsabilité qu'ils endossent en acceptant de contribuer à un processus décisionnel que les experts y sont conduits (1). Ainsi, l'avis de l'expert serait biaisé par des considérations non scientifiques : l'idée qu'il se fait des intérêts en présence, sa conception de l'intérêt général, son attachement à des intérêts particuliers... Face à ce problème, Roqueplo se situe dans l'éthique de l'objectivation, qu'il définit comme la pratique institutionnelle du doute méthodologique ; adoptant une position popérienne, il considère que la connaissance résulte d'un combat systématique contre les « certitudes incontrroversables » (Roqueplo, 1991). Il faut donc développer l'expertise contradictoire, car c'est l'espace dialectique ouvert par le conflit entre scientifiques-experts qui, à la fois, contient et exprime la base objective de leur expertise collective et son articulation au processus de décision (Roqueplo, 1991, p. 54). D'où, son idée d'instituer des « parlements du savoir » – structures collectives permettant d'organiser des controverses interdisciplinaires et de produire une « connaissance raison-

(1) Dans son ouvrage de 1996, P. Roqueplo parle de transgression : « l'expert transgresse inéluctablement les limites de son propre savoir » (p. 20) ; « Intervenant comme expert dans un domaine complexe, un scientifique fonctionne toujours, consciemment ou non, comme l'avocat d'une certaine cause » (p. 46).

nable, intégrant autant que possible l'ensemble des connaissances disponibles » (*ibidem*, p. 49) (2). Ces controverses entre experts ne doivent pas être publiées, car la diffusion d'informations non certifiées pourrait inquiéter le public, voire provoquer des phénomènes hystériques ou des mouvements d'opinion incontrôlables, et les désaccords entre experts nourrissent une attitude sceptique, voire relativiste, à l'égard de la connaissance scientifique

Tout comme Roqueplo, M. Callon et A. Rip remettent en cause le mythe des « faits parlants ». Callon et Rip proposent de dépasser la conception de l'expert en tant que médiateur, pour définir l'expertise comme une activité de recherche de compromis entre ce que l'on sait, ce que veulent et attendent les acteurs et les procédures à suivre pour élaborer les normes (Callon 1991). C'est l'ensemble du dispositif socio-technique qui produit l'accord, le compromis, entre trois pôles : le pôle des « technosciences », le pôle du droit et des réglementations et le pôle du monde socio-politique et de l'économie. Le dispositif d'expertise a donc pour rôle d'organiser les confrontations nécessaires, afin de mettre à l'épreuve les énoncés et les arguments de toute nature. Ils proposent alors la notion de « forum hybride » :

« Il s'agit bien d'un forum, puisqu'on y trouve des acteurs qui débattent et qu'en outre, à tout moment, de nouveaux acteurs peuvent en principe entrer dans le débat. Il est hybride, car ces acteurs, les problèmes qu'ils formulent et les ressources qu'ils mobilisent sont hétérogènes. » (*Ibidem*, p. 233).

Les deux positions renvoient à des conceptions différentes des rapports entre science et politique. Soit l'on considère que, *grosso modo*, la science et la politique ont des ressorts et des modes de fonctionnement essentiellement différents ; le flou est localisé à la frontière. Dans ce cadre, on peut admettre qu'il existe des situations de forte incertitude et de controverses, ce qu'exprime par exemple la notion de science post-normale de Ravetz et Funtowicz (1991) ; c'est aussi la position de Jasanoff lorsqu'elle propose le concept de *regulatory science* (Jasanoff 1987). Mais en tout état de cause, ces variantes se définissent par comparaison à un modèle de « science normale ». C'est la position de Roqueplo, qui s'inscrit dans une éthique de l'objectivation.

Soit l'on considère que l'hybridation entre science et politique – entre faits et valeurs, nature et société... – est plus profonde, qu'il n'y a pas de frontière car les catégories pures n'existent pas, que la production de connaissances est distribuée, et qu'il n'y a pas de véritable critère de démarcation entre science et non-science. C'est cette position qui fonde le modèle du forum hybride de Callon et Rip. Cette position est défendue par une partie des chercheurs des STS (Latour, Callon, Stengers...). Les controverses socio-techniques peuvent alors jouer un rôle essentiel dans l'ouverture des « boîtes noires » (Latour) qui rend possible un véritable processus infor-

(2) Roqueplo précise qu'il choisit le terme « parlement » plutôt que « forum » pour insister sur le caractère institutionnel d'un tel fonctionnement.

mel d'évaluation de la technologie (Callon, 1981) (Rip, 1986). Pour les tenants d'un constructivisme fort, il n'y a pas de démarcation nette entre les experts et les profanes, pas de hiérarchie entre les différents savoirs. En ce sens, l'ouverture de l'expertise est essentielle, en ce qu'elle contribue à la mise à l'épreuve des énoncés et, finalement, à la fiabilité des connaissances scientifiques sur lesquelles se basent les décisions collectives.

Ces deux positions sur la nature des relations entre science et politique vont avoir une forte influence sur les transformations institutionnelles provoquées par la mise en cause publique de l'expertise scientifique à finalité politique.

TROIS MODÈLES ALTERNATIFS POUR RÉPONDRE À LA MISE EN CAUSE DE L'EXPERTISE

A partir du milieu des années 1990, l'expertise est donc publiquement mise en cause. La question de la « bonne organisation » de l'expertise est débattue dans les diverses arènes du débat public : au parlement, dans les journaux, dans les nombreux colloques organisés à ce sujet...

Plusieurs options sont disponibles. Dans la logique du modèle standard de l'expertise, qui s'impose au niveau international, on peut en premier lieu chercher à purifier la science, en organisant la séparation entre science et politique. Le modèle en quatre étapes – estimation, évaluation, gestion, communication – conçu par le *National Research Council* des Etats-Unis en 1983 en est la référence officielle (NAS 1983). La séparation entre évaluation et gestion vise à garantir l'indépendance de l'expertise et à éviter, ainsi, la prise en compte de facteurs non-scientifiques dans l'évaluation des risques. La séparation vise deux objectifs complémentaires : préserver la fiabilité des connaissances et légitimer l'expertise, en restaurant l'autorité et la probité de l'instance.

Une seconde option découle d'une remise en cause plus fondamentale de la figure de l'expert représentant l'autorité de la science. Comme on l'a vu précédemment, les recherches en sciences sociales ont déconstruit ce mythe. Dans le modèle du forum hybride, la séparation entre évaluation et gestion des risques est récusée et, dans ce cadre, l'idée d'indépendance de l'expertise n'a pas grand sens. Alternativement, on peut chercher à fixer les catégories par une procéduralisation de l'expertise et une codification de ses activités. On sait que c'est la position de Roqueplo (1996). Cette position a également été défendue par Hermitte (1997), qui s'appuie sur le modèle de l'expertise judiciaire. Ces deux auteurs ont mis l'accent sur l'importance des procédures d'expertise contradictoires pour la production de connaissances fiables.

Ces trois modèles idéal-typiques (Cf. tableau) sont aussi porteurs de conceptions différenciées de la démocratie. Le modèle standard s'appuie sur les mécanismes classiques de délégation aux experts et aux représentants scientifiques ; dans le modèle procédural, le principe du débat contradictoire est censé restaurer les rôles respectifs du scientifique et du politique, dans le modèle du forum hybride, la participation des groupes concernés est indispensable afin que soit produite une définition partagée de ce que sont les risques et des conditions de leur prise en charge.

Mais une des distinctions essentielles entre ces trois modèles tient à des conceptions différenciées de ce que sont les risques. Analyser les *risques réels* (modèle procédural), c'est admettre que les connaissances scientifiques sont toujours limitées et qu'il est impossible de faire l'impasse sur l'analyse des contextes spécifiques, sur les pratiques concrètes des agents, sur les mesures de gestion des risques dont il est nécessaire de connaître les limites... (Chevassus, 2000). Il faut alors admettre que l'évaluation des risques ne se limite pas à la mobilisation de connaissances *scientifiques* pour éclairer une décision publique. L'approche des risques réels exige

	Modèle standard (positiviste)	Modèle procédural	Modèle du forum hybride
Représentation des risques	Risques avérés, mesurables (opposition risques objectifs/risques subjectifs)	Risques « réels »	Débordements Hybrides entre faits et valeurs
Nature du processus d'expertise	Objectivation	Médiation entre science et décision	Etablissement de compromis
Fiabilité des connaissances	Produit de la purification de la science (savoirs scientifiques)	Produit par le contradictoire (savoirs scientifiques et savoirs issus de l'action)	Produit par les controverses, incluant notamment les « co-experts », les groupes concernés (savoirs distribués)
Légitimation	Résulte de l'indépendance et de la référence à l'autorité de la science	Résulte d'un ensemble de principes et de procédures	Résulte de la robustesse des énoncés et de l'inclusion des groupes concernés
Démocratisation	Cadre standard (délégation à la science et aux élus)	Principes de la « bonne gouvernance » (transparence, participation...)	Dialogique (remise en cause, double délégation)

Tableau – Les trois modèles de l'expertise.

que puissent être mobilisés, en même temps, des savoirs scientifiques et des savoirs de l'action, ces derniers relevant de l'expérience des acteurs et des parties prenantes. La notion de risques réels est donc beaucoup plus large que la notion de risques avérés, attachée au modèle standard de l'expertise. Le modèle procédural relève ainsi de l'approche pragmatique proposée par Habermas pour dépasser les limites de l'opposition classique entre *modèle technocratique* et *modèle décisionniste*. Comme l'indiquait Rip dès 1985, l'essence de cette approche est de prendre en compte les singularités de toute situation individuelle, ce qui renvoie à l'idée du risque réel (Rip 1985).

Les débats sur l'organisation de l'expertise dans les sphères politique et administrative se polarisent sur l'opposition entre le modèle standard et le modèle procédural (Joly 1999). On peut avancer, à cela, plusieurs explications : d'une part, le modèle standard, comme son nom l'indique, constitue la référence institutionnelle de base. S'inscrivant dans une logique positiviste, il a l'avantage de s'accorder aux conceptions dominantes dans les institutions scientifiques et administratives. Le modèle du forum hybride, affirmant une forte symétrie entre science et politique et le caractère intangible de la distinction entre les deux pôles, constitue une option radicale, difficilement réappropriable par les acteurs traditionnels. De plus, il s'avère difficilement compatible avec certains accords internationaux qui se réfèrent explicitement à la « preuve scientifique » comme fondement des mesures de gestion des risques (3). Ainsi, du point de vue des institutions, le modèle procédural constitue la véritable alternative au modèle standard (4). Il présente en outre plusieurs avantages. Tout d'abord, en développant l'analogie avec l'expertise judiciaire, ce modèle mobilise la référence à un ensemble de procédures dûment éprouvées, ce qui présente à la fois l'avantage d'une possible opérationnalisation par des institutions qui s'approprient ce modèle et celui de sortir l'expertise scientifique d'un particularisme fort. En même temps, tout en se référant à la science comme activité spécifique, ce modèle s'accommode de la remise en cause des mythes de l'expertise et il offre une série de solutions pratiques.

Mais la question de l'information et du débat public est aussi très investie par de nombreux acteurs. Le droit à l'information et le principe du débat s'imposent comme les instruments d'une « nouvelle gouvernance négociée » (Lascoumes 1997), (Lascoumes 2004). Cette évolution se manifeste par de nombreuses initiatives dans le domaine environnemental, notamment la loi de démocratie de proximité de 2003, qui transcrit la

(3) On songe notamment aux accords sur les mesures sanitaires et phytosanitaires (Accords SPS), dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce. Sur ce point, voir Noiville et Sadeleer (2001) et Noiville (2003a).

(4) Le succès du petit livre rouge de Roqueplo, transcription d'une conférence donnée à l'INRA au cœur de la crise de la vache folle (le 9 avril 1996) est illustratif d'un type de littérature intermédiaire entre la production académique et la littérature administrative.

convention d'Aarhus en droit français. La réception de l'ouvrage « Agir dans un monde incertain » (Callon 2001), qui promeut le modèle du forum hybride, illustre l'intérêt pour des approches ouvertes faisant une large place à la participation des publics concernés aux procédures d'évaluation des risques.

LA PROCÉDURALISATION DE L'EXPERTISE : DIFFUSION DU MODÈLE PROCÉDURAL OU ÉMERGENCE DE NOUVELLES BUREAUCRATIES TECHNIQUES ?

Le mouvement de procéduralisation est de grande ampleur, car la crise de l'expertise ouvre un espace propice à la mise en œuvre de réformes ambitieuses. La loi sur la sécurité sanitaire de juillet 1998 réorganise l'évaluation et la gestion des risques en créant de nouvelles agences. Ces nouvelles bureaucraties s'acquittent, dès lors, de leurs missions en définissant, étape par étape, les procédures qu'il est nécessaire de respecter afin de produire une « bonne » expertise. Dans ce sens, il est significatif d'observer que, comme de nombreuses activités, l'expertise fait l'objet de démarches d'assurance qualité et de production de normes : l'Association Française pour la Normalisation (AFNOR) a récemment publié une norme sur la qualité en expertise (Norme NF X 506110 de mai 2003).

La réflexion académique sur le modèle procédural de l'expertise met l'accent sur trois grands principes : le contradictoire, la transparence et l'indépendance (Hermitte, 1997) ; (Roqueplo, 1997) ; (Joly, 1999) ; (Noiville 2003)b ; (Godard 2003) ; (Setbon 2004). Les discours institutionnels (voir notamment les documents de l'Afssa) mettent quant à eux l'accent sur les principes d'excellence, de transparence et d'indépendance. La transparence et l'indépendance répondent à une demande sociale forte, des manquements flagrants à ces principes ayant été relevés dans les épisodes du nuage de Tchernobyl, du sang contaminé ou de la vache folle. Ces deux principes ne sont pas sans effet, car ils permettent à des acteurs extérieurs au processus d'expertise de se saisir de ses productions et ils représentent une innovation réelle, dans un système marqué par une tradition de secret. Mais ces principes sont tout à fait compatibles avec le modèle standard de l'expertise. C'est donc le *principe du contradictoire* (emprunté à l'expertise judiciaire) qui marque la ligne de séparation avec le modèle procédural (Hermitte 1997), (Roqueplo 1997). La fiabilité des connaissances ne tient pas à la croyance en la production d'une vérité objective, mais résulte du débat contradictoire.

S'il faut, en premier lieu, souligner la généralisation de l'expertise collégiale, on doit aussi en distinguer différentes formes : comités d'experts permanents (par exemple les comités d'experts spécialisés de l'Afssa), comités d'experts *ad hoc* répondant à la demande ponc-

persistant porte sur les tests de toxicité subchronique demandés par un expert minoritaire – mais rejetés par une majorité d'experts, qui considèrent que ces tests ne sont pas pertinents et que les coûts induits freineraient l'innovation. Ainsi, selon le cadrage, ce qui pour certains chercheurs correspond à des arguments extra-scientifiques peut être considéré par d'autres comme des questions pertinentes, compte tenu notamment de cultures épistémiques différentes. Le fait même de qualifier d'extra-scientifique l'origine de certains désaccords suppose que le cadre de référence n'est pas discutable. Développer une alternative au modèle standard de l'expertise nécessite de créer des espaces de controverses, qui permettent de discuter les cadres de l'expertise et qui, en même temps, permettent d'identifier les modèles de société implicites incorporés dans la construction de « faits scientifiques objectifs ».

Ce point de discussion se cristallise, en France, sur la proposition d'un second cercle de l'expertise. À l'origine, cette proposition fut formulée par la Conférence de Citoyens sur les OGM de 1998 (Marris 1999) : convaincus qu'il était nécessaire que l'évaluation des risques des OGM prenne en compte les préoccupations des citoyens, mais observant que la participation de non-experts à la CGB n'avait pas produit un tel effet, les membres du panel de la Conférence eurent l'idée d'un second cercle, dédié à une évaluation par les citoyens. Cette idée fut reprise par le rapport (Kourilsky 2000) sur le Principe de Précaution et discutée dans différentes instances – par exemple au Conseil national de l'Alimentation (CNA 2001) – sans pour autant lever les ambiguïtés quant à son rôle et à sa composition (5). Toujours est-il qu'une telle proposition n'a pas trouvé de place dans le nouveau système d'expertise et de gestion des risques dominé par les agences sanitaires. Ce système peut être décrit comme une procéduralisation poussée du modèle standard, la part réservée à l'expertise contradictoire et au débat public étant des plus réduites (Benamouzig 2005). En réalité, c'est en dehors des agences sanitaires que l'on va trouver les expériences d'ouverture de l'expertise aux acteurs de la société civile.

LA PART OUBLIÉE DE LA GESTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES

Après avoir montré qu'en réalité, le modèle procédural de l'expertise converge avec le modèle standard, une critique plus fondamentale doit être adressée à ce premier modèle. En mythifiant le modèle de la contre-expertise comme horizon de la démocratisation de l'expertise, le danger serait de s'en tenir à une conception

(5) S'agit-il de compléter l'évaluation traditionnelle des risques par une expertise socio-économique, mobilisant ainsi des chercheurs en sciences économiques et sociales ? Ou bien convient-il d'instituer un espace de débat réunissant les différentes parties prenantes, afin d'organiser une délibération ouverte sur la gestion des risques ?

étroite où l'expertise serait motivée par l'urgence des menaces et la nécessité de mesures préventives et correctives. Or, la gestion des risques ne se situe pas seulement dans ce régime d'action marqué par une temporalité courte ; elle relève aussi d'un temps long – celui de la transformation des systèmes techniques, de l'évolution des options socio-techniques et de la création de nouvelles compétences. Qu'éclate la crise de la vache folle, et il faut concevoir, dans l'urgence, des mesures de protection de la santé humaine ; il faut aussi réévaluer le fonctionnement d'un système d'élevage, dans ses dimensions économiques, sociales, environnementales, éthiques et sanitaires ; il faut encore mettre en œuvre des recherches qui permettront de transformer les moyens de traque des prions, d'éliminer efficacement les matériaux à risque, de concevoir des systèmes alternatifs d'approvisionnement en protéines... Or, les cas qui posent le plus problème, les risques de la modernité (Beck, 1992) ou « risques collectifs biosociaux » (Hatchuel 2001) sont caractérisés par des connaissances controversées, un niveau d'incertitude élevé et un désaccord sur les objectifs politiques ou sociaux. Dans ces cas, il ne s'agit pas de clôturer les débats et de sélectionner le bon choix qui, à l'image de la procédure judiciaire, constituerait un verdict définitif : il s'agit « d'éviter la sélection trop précoce des solutions, de multiplier les alternatives et les initiatives » (Hatchuel, 2001, p. 33). L'expertise peut ainsi nourrir l'ouverture de voies de recherche.

Le modèle du forum hybride, qui connaît un certain renom avec la large diffusion de l'ouvrage « Agir dans un monde incertain », s'avère potentiellement intéressant pour traiter ces phénomènes. Ses auteurs le dotent d'ailleurs de toutes les vertus : les forums hybrides devraient contribuer à de meilleures décisions techniques, en permettant de discuter assez tôt des cadres de référence qui s'avèrent par la suite étroits ; il devrait aussi contribuer à la construction de la démocratie par un travail d'élaboration de mondes communs. Mais, au-delà de la remarque précédente concernant la réception de ce modèle dans les institutions traditionnelles, il faut aussi souligner des problèmes plus fondamentaux. La notion de forum hybride englobe deux réalités fort différentes : des espaces de controverses, liés à la mobilisation d'acteurs concernés ; des espaces dédiés à la délibération sur les techniques. Il faut dépasser cette conception des forums hybrides comme espaces d'intercompréhension où les acteurs sont mus par la volonté de construire un monde commun et où les jeux de pouvoir, de rhétorique et de captation d'audience peuvent être considérés comme marginaux.

Dans les controverses publiques, une partie des confrontations a lieu dans les arènes médiatiques. Or, la médiatisation d'un problème n'est pas synonyme d'un traitement plus démocratique. Dans certains cas (comme, par exemple, pour l'épidémie de sida), elle peut constituer le terrain de l'extension des rapports de domination, même si elle s'avère le seul moyen de remettre en cause les cadrages dominants

(Dalgarrondo 2004). Il faut donc considérer avec attention l'ensemble des contraintes qui s'exercent sur des acteurs qui mettent en œuvre des stratégies de publicisation, ainsi que l'effet de la grammaire des arènes publiques – notamment les arènes médiatiques – sur le formatage des problèmes.

Il en va de même pour les espaces dialogiques dédiés, qui bénéficient depuis quelques années d'un intérêt croissant. On observe un véritable foisonnement d'initiatives : conférences de citoyens, débats publics organisés par la Commission nationale du débat public, expériences d'expertise pluraliste (Groupe radioécologie Nord-Cotentin...), évaluations interactives (cas des OGM vigne...)... Leur analyse montre que, bien menées, ces formes de délibération publique permettent de questionner les cadrages étroits définis par les experts des domaines concernés. Cependant, dans la plupart des cas, la place de ces espaces dédiés est problématique : s'agit-il de circonscrire les espaces de controverse ? Quelle est l'articulation avec les processus de décision ? Même si l'on reconnaît l'importance d'une influence indirecte (par exemple, contribuer *via* la délibération à l'émergence de nouveaux référentiels pour l'action publique), l'articulation entre les dispositifs délibératifs et les processus de décision doit être clairement définie, ne fût-ce que sous la forme d'une obligation de prise en compte (Chambat 2001).

Qu'il s'agisse d'espaces de controverses ou d'espaces dialogiques dédiés, les connaissances sur les fonctionnements des forums hybrides sont encore insuffisantes pour que leur intérêt potentiel soit pleinement mobilisable. Si l'on prend au sérieux la nécessité de ne pas oublier la dimension longue de la gestion des risques technologiques, cela nous conduit à conclure en soulignant le besoin d'un renforcement des recherches dans ce domaine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beck, U. (1986). *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Paris, Aubier, 2001 pour la traduction française (première édition allemande en 1986, *Risikogesellschaft*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main).
- Benamouzig, D., Besançon, J. (2005). *Administrer un monde incertain : les nouvelles bureaucraties techniques. Le cas des agences sanitaires en France*. Sociologie du Travail. Callon, M., Lascoumes, P., Barthe, Y., (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Paris, Seuil.
- Callon, M., Rip, A., (1991). *Forums hybrides et négociations des normes socio-techniques dans le domaine de l'environnement. La fin des experts et l'irrésistible ascension de l'expertise*. Environnement, science et politique. J. Theys. Paris, Germes. 13: 227-238.
- Chambat, P., Fourniau, J.P., (2001). *Débat public et participation démocratique. Le débat public : une réforme de l'Etat*. S. Vallemont. Paris, LGDJ.
- Chevassus, B. (2000). *L'analyse du risque alimentaire : quels principes, quels modèles, quelles organisations pour demain ?* Conférence de l'OCDE « La sécurité sanitaire des aliments issus d'OGM », Edimbourg, février 2000.
- CNA (2001). *La nécessité du débat public et ses aspects méthodologiques dans le domaine alimentaire*. Paris, ministère de l'Agriculture, Conseil national de l'Alimentation.
- Dalgarrondo, S. (2004). *Sida : la course aux molécules*. Paris, EHESS.
- Ewald, F. (1991). *L'expertise, une illusion nécessaire. Environnement, science et politique*. J. Theys. Paris, Association GERMES, Cahier n° 13.
- Godard, O. (2000). *Le principe de précaution. Une nouvelle logique d'action entre science et démocratie*. Ecole Polytechnique. Laboratoire d'Econométrie. Paris.
- Godard, O., Henry, C., Lagadec, P., Michel-Kerjan, E., (2003). *Traité des nouveaux risques*. Paris, Folio Actuel.
- Hermitte, M. A. (1997). *L'expertise scientifique à finalité politique. Réflexions sur l'organisation et la responsabilité des experts*. Justices 8 (octobre/décembre) : 79-103.
- Jasanoff, S. (1987). *Contested Boundaries in Policy-Relevant Science. Social Studies of Science* 17 : 195-230.
- Joly, P. B. (1999). *Besoin d'expertise et quête d'une légitimité nouvelle : quelles procédures pour réguler l'expertise scientifique*. Revue Française des Affaires Sociales 53 (1) : 45-53.
- Kourilsky, P., Viney, G., (2000). *Le principe de précaution*. Paris, Odile Jacob/ La documentation Française.
- Lascoumes, P. (1997). *L'information, arcane politique paradoxal*. CNRS: Séminaire du Programme Risques collectifs et situations de crise (Actes de la huitième séance), Paris.
- Lascoumes, P., Le Galès P., Ed. (2004). *Gouverner par les instruments*. Paris, Les Presses de Sciences Po.
- Marris, C. (1999). *OGM : comment analyser les risques ?* Biofutur 195 : 44-46.
- Marris, C., Joly, P.B., (1999). *Between consensus and citizens : Public participation in Technology Assessment in France*. Science Studies 12(2) : 3-32.
- NAS (1983). *Risk assessment in the Federal Government: Managing the process*. Washington, DC, National Academy Press.
- Noiville, C. (2003). *Du bon gouvernement des risques*. Paris, PUF.
- Roqueplo, P. (1991). L'expertise scientifique : convergence ou conflit des rationalités. *Environnement, science et politique: les experts sont formels*. J. Theys. Paris, GERMES. 13 : 43-80.
- Roqueplo, P. (1996). *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*. Paris, INRA.
- Setbon, M., Ed. (2004). *Risques, sécurité sanitaire et processus de décision*. Paris, Elsevier.

Ouvrir la science, mais sans la dénaturer

On veut ouvrir la science aux entreprises et au grand public, mais ce ne doit pas être au prix de la rigueur du travail scientifique.

par **Georges DEBRÉGEAS**, Physicien, Vice-président de l'association Sauvons la recherche

Si les relations entre recherche et société se sont modifiées, ces trois dernières décennies, c'est sans doute moins le fait des évolutions de la recherche que de celles de la société elle-même. Ces changements sont de deux ordres, au moins.

D'une part, une nouvelle forme de contestation sociale est apparue, qui remet en cause la valeur intrinsèque du progrès scientifique. Dans les domaines du nucléaire, des OGM, de la santé ou, plus récemment, des nanotechnologies, des groupes, très fortement dotés du point de vue scolaire, se sont donné les moyens de contester directement la parole de « l'expert » scientifique. Cette attitude critique se nourrit d'une certaine défiance à l'égard d'institutions scientifiques et universitaires, perçues comme proches des pouvoirs économique et politique. Il s'agit d'une remise en cause de la science comme lieu de pouvoir et d'une revendication de démocratisation d'un domaine qui structure, de fait, le monde dans lequel nous vivons.

Dans le même temps, les évolutions industrielles – mais aussi réglementaires (en matière de brevets, notamment) – ont fait de la recherche un enjeu économique déterminant pour un nombre grandissant de secteurs. Sous la pression de lobbies industriels, le pouvoir politique a exigé des institutions publiques et des chercheurs qu'ils se rapprochent des entreprises, voire qu'ils agissent eux-mêmes en entrepreneurs, afin de « valoriser » leurs découvertes. Initiée avec le *Bay Dole act* aux Etats-Unis, cette évolution s'est traduite, en France, par l'adoption de la loi sur l'innovation de 1999, et elle s'est très nettement amplifiée depuis le vote de la loi sur la recherche, en 2005.

Face à cette intrusion de nouveaux acteurs, porteurs d'exigences contradictoires, la communauté scientifique a réagi de façon désordonnée. Plutôt que d'analy-

ser collectivement la réalité de ces nouvelles « demandes sociales » et d'y apporter une réponse cohérente, elle a laissé se mettre en place, en leur nom, des pratiques individuelles ou institutionnelles jusqu'alors tacitement prohibées.

La croissance des financements mixtes privés/publics et la prise en compte explicite de la valorisation dans les processus d'évaluation ont favorisé le développement d'un discours utilitariste, même au sein d'institutions vouées à la recherche fondamentale. Il est ainsi devenu acceptable, pour un chercheur du CNRS, d'évoquer les applications potentielles (parfois les plus fantaisistes) de ses travaux comme justification centrale de leur financement. Les institutions elles-mêmes ont participé de ce mouvement, en se livrant à une guerre de communication autour des enjeux économiques des recherches menées en leur sein. Symptôme sans doute le plus éloquent de cette tendance récente : le Collège de France – Temple du savoir académique – vient d'inaugurer une chaire de biotechnologie financée par la société l'Oréal, confiée depuis quelques mois à un entrepreneur éloigné depuis bien longtemps de la recherche. Pour le Collège de France, cette nouvelle chaire n'est qu'une simple vitrine : le moyen de montrer aux bailleurs de fonds (publics et privés) sa volonté d'ouverture au monde de l'entreprise.

Sur un registre plus individuel, certains chercheurs ont pris argument de la nécessaire ouverture de la recherche à la société pour multiplier leurs activités de consultation auprès d'entreprises, de clubs de réflexion au service d'intérêts particuliers, ou de médias. Libérés du cadre institutionnel (bien que s'exprimant à ce titre), nombreux sont ceux qui n'hésitent plus à se départir des exigences de rigueur et de prudence associées à leur métier. En acceptant toutes les sollicitations, même quand

celles-ci les éloignent de leur domaine d'expertise, ils se plient volontiers au formatage, aux simplifications, voire au sensationnalisme qui garantissent une présence régulière dans l'espace médiatique. Même si cette démarche traduit, chez certains d'entre eux, un désir sincère d'œuvrer à une meilleure culture scientifique, elle traduit, le plus souvent, un attrait pour cette (relative) visibilité qu'offre un accès aux médias de masse contrastant fortement avec la confidentialité généralement associée à l'activité de recherche.

L'injonction à « l'ouverture » contribue ainsi à fragiliser l'institution scientifique en remettant en cause plusieurs de ses règles de fonctionnement les plus essentielles : l'autonomie, l'exigence de prudence, l'évaluation par les pairs sur la base de la seule valeur scientifique du travail produit. Mais surtout, il est probable que ces nouvelles pratiques (et les discours qu'elles véhiculent implicitement), loin de favoriser un meilleur dialogue entre chercheurs et citoyens, contribuent à alimenter une forme de défiance à l'égard des scientifiques.

Il importe, à ce stade, de souligner qu'en dépit d'une idée largement répandue faisant du jeune entrepreneur la nouvelle figure héroïque des temps modernes, le chercheur reste, à ce jour, un des personnages les plus appréciés par le grand public. Dans un livre récent, Bernard Convert a montré que le métier de chercheur est placé en tête des professions que les lycéens de terminale rêvent d'exercer (1). Pour quiconque a animé des ateliers, à l'occasion de Fêtes des Sciences, il est frappant de constater à quel point le public, dans sa très grande majorité, est réceptif au principe d'une recherche publique ayant comme fonction première le développement de connaissances nouvelles : la fameuse question « à quoi ça sert ? » est d'ailleurs plus souvent posée par les journalistes que par les citoyens qu'ils sont censés informer ! Lors du mouvement social qui a secoué le milieu la recherche en 2004, ce préjugé favorable à l'égard des chercheurs s'est manifesté à de nombreuses reprises. Il était lié, à l'évidence, tant au respect qu'inspire la démarche scientifique (le doute rationnel, la prudence, l'universalité) qu'à l'idée (ou à l'idéal ?) de désintéressement qui lui est associé.

Plutôt que de projeter sur cette opinion publique une « demande sociale » ambiguë, n'est-il pas dès lors raisonnable de promouvoir ces valeurs et de refuser, à l'in-

verse, les formes d'intervention qui ne les respecteraient pas ? Le succès d'initiatives telles que l'Université de Tous les Savoirs montre qu'il est possible, pour un scientifique, de faire preuve de la même exigence face à un public large que face à des collègues. À l'inverse, il est urgent que les institutions publiques se dotent des moyens de réguler les interventions contraires aux règles éthiques de ce métier.

Dans le même ordre d'idée, les scientifiques doivent refuser collectivement de prendre part au discours utilitariste sur la science, qui ne peut, à terme, que se retourner contre eux. Ils doivent affirmer clairement que la science ne peut constituer la solution aux dysfonctionnements de notre société (chômage, crises sanitaires, énergétiques et écologiques, notamment). Plutôt que d'accepter de voir progressivement leurs modes de fonctionnement mis à mal par les logiques de la rentabilité économique, ils doivent réaffirmer la nécessité d'un soutien public à une recherche autonome, au profit du plus grand nombre. Dans le même temps, ils doivent accepter (et même militer pour) que les questions politiques et sociales posées par les avancées scientifiques et technologiques fassent l'objet d'un débat public, aussi large et transparent que possible. Cela implique – comme le suggère Dominique Pestre dans un article récent (2) – que les institutions acceptent d'ouvrir leurs instances de décision et de débat à la société civile, et non plus aux seuls acteurs économiques. Une telle démarche visant à une démocratisation des politiques scientifiques et techniques, doublée d'un respect rigoureux des modes de fonctionnement propres au champ scientifique, trouverait un écho positif dans le grand public. C'est seulement au prix de cette ouverture raisonnée que pourra être préservée la relation de confiance entre les chercheurs et les citoyens.

(1) Bernard Convert, « *Les impasses de la démocratisation scolaire. Sur une prétendue crise des vocations scientifiques* » Editions Raison d'agir. Dans cet ouvrage, Bernard Convert démontre que la désaffection pour les cursus scientifiques, souvent citée comme symptôme d'un désamour pour la science, est une conséquence non d'un manque de vocations, mais bien d'une perception – justifiée, celle-ci – que le taux d'échec dans ces filières est relativement plus élevé et que les débouchés sont réduits.

(2) « L'autre campagne », Editions La Découverte. Cet article est disponible en ligne à : <http://www.lautre campagne.org/article.php?id=122>

Dynamiques des connaissances et dynamique d'innovation

Les départements de recherche doivent produire de l'innovation, des produits ou processus originaux, tout un flux de connaissances nouvelles. En même temps, ils doivent gérer un stock de connaissances accumulées par les différents chercheurs à partir de leur formation et de leur expérience propres, et du réseau de leur discipline. Une organisation de recherche doit gérer cette articulation entre stock et flux, et permettre à des structures temporaires de mobiliser autour d'un projet les connaissances capitalisées par les structures pérennes.

par **Florence CHARUE-DUBOC**, Centre de Recherche en Gestion, Ecole polytechnique

De manière récurrente, les discours managériaux se réfèrent à l'innovation. L'innovation est partout : elle doit permettre à la firme de résister à la concurrence, de défendre sa position, de survivre lorsque son industrie se délocalise vers des pays à faibles coûts de main-d'œuvre.

Pourtant, des travaux multiples ont souligné les difficultés d'une systématisation des stratégies d'innovation, notamment dans la grande entreprise (Dougherty, 1992 ; Leonard-Barton, 1992). La sphère financière et les analyses comparatives sectorielles qu'elle conduit incitent à un certain conformisme, plutôt qu'à l'exploration de sentiers originaux, mais risqués. Les objectifs en matière de résultat annuel n'incitent pas non plus les responsables de centres de profit à s'engager dans des démarches présentant une forte incertitude, car ils craignent d'être sanctionnés. En effet, les liens entre connaissances et innovation sont à la fois nombreux et complexes. Ni une avancée technologique, ni une compréhension nouvelle de certains phénomènes physiques ne conduisent nécessairement à des innovations. Le développement de connaissances nécessaires à l'innova-

tion ne se limite pas aux métiers de R&D et l'on distingue usuellement les connaissances du marché et des connaissances technologiques. L'innovation est considérée comme résultant d'un couplage entre compréhension du marché, compréhension des usages, et compréhension d'une technologie.

Ainsi, le modèle *Technology push* (Gaillard, 2000), qui a été amplement critiqué, n'est plus tenable, aujourd'hui. Les chercheurs sont mis en demeure de développer des technologies et des produits pour lesquels des débouchés potentiels sont identifiés dès les phases amont. L'identification précise de ces débouchés est pourtant délicate alors que les développements technologiques sont balbutiants. Le modèle *Market pull*, supposant que le besoin préexiste à l'innovation et qu'il n'y aurait qu'à le satisfaire, présente également de nombreuses limites. Certains projets, finalisés à l'extrême, sont effectivement engagés, car l'introduction sur le marché d'un produit particulier, spécifié en détail, est décisive pour le positionnement concurrentiel de la firme. Il s'agit, dès lors, d'intégrer des activités de recherche dans des projets de développement aux délais très courts, afin de

résoudre des problèmes techniques (Charue-Duboc & Midler, 2002).

Pour aborder les questions d'articulation entre dynamiques des connaissances et dynamiques des innovations, nous nous focaliserons sur un métier de l'entreprise dans lequel elles se posent d'une manière particulièrement aiguë : le métier de chercheur.

Les métiers de la recherche sont désormais confrontés à une double contrainte. D'un côté, ils doivent montrer que les développements de connaissances et de techniques auxquels ils contribuent préparent des débouchés prometteurs sur les marchés. De l'autre, ils doivent démontrer leur capacité de développer les connaissances et les solutions techniques manquantes dans des développements aux contraintes de délais et de coûts serrées. Ils se trouvent alors intégrés dans des équipes où les relations contractuelles internes et externes sont sévères.

Finalement, le maître mot – l'innovation – se traduit, pour les métiers de la recherche, non pas par des moyens plus importants, comme les chercheurs auraient pu le rêver, mais par des attentes plus fortes. Ils se trouvent dans des situations beaucoup plus contraintes, où les coordinations avec les autres métiers sont amplifiées (Benghozi, Charue-Duboc & Midler, 2000). Au total, on peut souligner le décalage entre cette solution « miracle » que serait l'innovation au niveau de l'entreprise, et les difficultés auxquelles elle confronte les acteurs qui sont partie prenante de ces processus innovants.

L'adoption de stratégies d'innovation intensive par les firmes conduit aujourd'hui à des évolutions qui visent directement cette question (du pilotage des dynamiques de connaissances). Au niveau des métiers de recherche, les défis sont multiples. Nous nous intéresserons aux modes d'organisation et de management instaurés dans les départements de recherche, et à leurs évolutions récentes.

AU-DELÀ D'UN MODÈLE MATRICIEL COMBINANT PROJETS ET EXPERTISES, DES PROBLÉMATIQUES MAJEURES

Nous introduirons les problèmes auxquels sont confrontés les métiers de R&D par rapport à l'articulation entre dynamique des connaissances et dynamique d'innovation, à partir d'une étude de cas.

Il s'agit du département de recherche d'une entreprise pharmaceutique spécialisée dans les vaccins. Les évolutions engagées dans ce centre de recherche sont à contretemps, et à l'avant-garde de nombreux centres de recherche qui, dans les années 1990, renforçaient les projets et réduisaient les prérogatives des lignes hiérarchiques par expertise. En effet, dans ce centre, une organisation où les services de recherche coïncidaient avec les équipes projets avait été adoptée, à la fin des années 1980. Tous les chercheurs travaillant sur un pro-

jet de vaccin pour traiter une même maladie étaient réunis dans un même service, que leur spécialité soit l'immunologie, la biochimie ou encore la microbiologie... Or, au milieu des années 1990, la décision est prise de recréer des structures par compétence, tout en maintenant de fortes structures projet.

Ce sont deux problèmes principaux, apparus dans ce centre de recherche pharmaceutique, qui ont conduit à cette évolution (Charue-Duboc & Midler 2001 *Gérer & Comprendre*).

Le premier est lié à l'éclatement d'acteurs d'expertises voisines entre différentes équipes projets. Les processus d'échange d'expérience et de capitalisation de compétences entre projets étaient difficiles. A la fin des années 1980, avec le développement de la génétique et les recherches sur le sida, les connaissances, dans ces disciplines, évoluent très rapidement. Il apparaît que l'éclatement des spécialistes entre les différentes équipes rend difficile une vigilance sur les avancées scientifiques. Chacun des chercheurs organise la veille sur la maladie sur laquelle il travaille, alors que des avancées réalisées en travaillant sur d'autres maladies peuvent résoudre des problèmes rencontrés dans la mise au point de différents vaccins. De plus, certains matériels à la pointe des recherches peuvent servir à plusieurs projets. Le besoin est ressenti d'avoir des investissements partagés, étant donné que les progrès sur certains types d'équipement sont rapides. Enfin, la question de la diffusion des connaissances se pose, qu'il s'agisse de la formation des juniors ou de la veille technologique.

Le second problème est lié à l'exploration des pistes qui seront les points de départ des projets de demain. Dans quelle structure conduire ces explorations, s'il n'y a que des projets ? Qui en sera chargé ? En effet, au milieu des années 1990, une volonté de développer plus de projets, afin d'assurer une croissance de l'entreprise grâce à de nouveaux produits, est clairement affichée. S'engager dans une telle dynamique suppose non plus seulement de se focaliser sur les maladies cibles, identifiées depuis longtemps, comme la méningite ou le sida, mais d'envisager aussi d'autres types de vaccins, comme, par exemple, des vaccins thérapeutiques, qui pourraient apporter un traitement à des maladies comme le cancer. Constituer des équipes pour conduire de telles explorations n'est cependant pas chose aisée ; pourtant, cela correspond à des enjeux stratégiques forts, pour l'entreprise. Comment trouver les compétences ? Comment convaincre les chercheurs de constituer les compétences adéquates, alors même qu'il s'agit de projets extrêmement risqués, qui ne seront peut-être pas poursuivis ? Comment les chercheurs seront-ils réintégrés dans un autre projet, si les pistes qu'ils ont explorées ne peuvent être poursuivies ?

Cet établissement a évolué vers une organisation matricielle croisant des services d'expertise, pilotés par une hiérarchie aux prérogatives importantes, et des structures projets transverses dotées d'un manager de projet ayant un fort statut. Ce schéma structurel s'impose assez largement dans les métiers de la R&D. Il ne règle

cependant pas entièrement les différents problèmes auxquels sont confrontées ces entités, que nous avons illustrés à partir de ce cas.

Nous proposons de les reformuler, en distinguant différents types d'apprentissage, qu'il s'agit de combiner, avant de caractériser différentes modalités organisationnelles mises en place pour les systématiser.

COMBINER TROIS TYPES D'APPRENTISSAGES DANS LES CENTRES DE RECHERCHE

Nous insisterons sur trois types d'apprentissages à mener de front pour faire face aux exigences d'intensification du rythme d'innovation, qui caractérisent la dynamique concurrentielle : les apprentissages inter-projets et les apprentissages auprès d'entités externes – les apprentissages de type exploratoire.

Les problèmes mis en avant dans le cas que nous venons de présenter renvoient à ces trois types d'apprentissages. Nous avons souligné les obstacles introduits par l'éclatement des expertises entre les différents projets afin de mettre en commun des *best practices* ou encore par l'utilisation d'équipements nouveaux ; ils sont révélateurs d'un besoin d'apprentissages inter-projets. Nous avons également insisté sur les difficultés rencontrées dans l'organisation d'une veille technologique et bibliographique dans des disciplines évoluant rapidement, et nous avons mis l'accent, à ce sujet, sur l'importance des apprentissages auprès d'entités externes. Enfin, nous avons souligné le problème posé par l'exploration de nouvelles thématiques (alors même que les apprentissages qui se déploient dans le cadre projets ciblent des objectifs bien identifiés), dans le cadre du développement de nouveaux produits : c'est là qu'apparaît la question de l'apprentissage exploratoire. Les travaux ayant développé la notion d'apprentissage organisationnel ont introduit des typologies multiples. Parmi ces typologies, nous retiendrons trois types d'apprentissage, que nous nous proposons d'articuler dans notre modèle analytique. Ils ont chacun été soulignés comme jouant un rôle important dans les métiers de conception.

Apprentissages inter-projets

Les travaux de Nonaka (1994) et Nobeoka & Cusumano (1995) mentionnent l'importance des apprentissages inter-projets. L'accent mis sur ce type d'apprentissage découle de leur analyse des projets : ils mettent en effet en évidence des phénomènes d'apprentissage à l'intérieur des équipes projet (processus de combinaison et d'articulation de savoirs, entre les différentes expertises). Lynn, Paulson et Morone (1996) soulignent également les processus d'apprentissage à l'œuvre dans le cadre des projets, mais ils insistent

davantage sur les apprentissages par la mise sur le marché de nouveaux produits ou prototypes et sur le rôle de ces apprentissages « du marché » dans l'orientation des processus de construction des connaissances technologiques.

A. Hatchuel, B. Weil et P. Le Masson (2000) insistent également sur l'importance de ces processus de construction de connaissances dans le cadre de la conception de nouveaux produits, et montrent qu'ils s'inscrivent sur un enchaînement de plusieurs projets. Ils introduisent ainsi la notion de *lignée*, ou de *martingale* de projets (il s'agit de projets liés entre eux par la réutilisation de connaissances développées dans le projet précédent et par leurs prolongements). S'intéressant à l'articulation entre différents développements de produits, ils montrent qu'il est possible d'identifier des filiations entre produits et de tracer des trajectoires de construction de compétences technologiques.

Ayant une perspective plus économique, Henderson et Cockburn (1996) analysent les *internal spillover* entre programmes de recherche. Les *internal spillover* correspondent à la réutilisation de compétences et de technologies, d'un projet sur l'autre. S'intéressant à des centres de recherche de l'industrie pharmaceutique, leurs travaux montrent la performance d'entreprises rentabilisant la constitution de compétences sur une gamme de développements de produits cohérente. Là encore, il s'agit bien d'un phénomène d'apprentissage inter-projets ; les auteurs montrent que ce phénomène a un impact important sur la performance du centre de recherche.

Apprentissage avec des entités externes

Les apprentissages avec des entités externes ont d'abord été analysés dans les métiers recherche comme relevant du niveau individuel. Depuis les travaux pionniers de T. Allen (1977), qui insiste sur les rôles de *boundary spanner*, l'importance de l'appartenance des chercheurs à un réseau professionnel traversant les frontières de l'entreprise a été mise en évidence. Les dynamiques de professionnalisation et le rôle joué par l'appartenance à des communautés professionnelles dépassant le cadre de l'entreprise sont également soulignés. C'est avec les travaux de Cohen et Levinthal (1990) que ces apprentissages sont théorisés comme collectifs et articulés sur l'activité interne des centres de recherche, avec le concept d' *absorptive capacity* : « *Ability of a firm to recognize the value of new external information, assimilate it and apply it to commercial ends* » [La capacité, pour une entreprise, de reconnaître la valeur d'une information externe inédite, de l'assimiler et de l'appliquer à des fins commerciales]. Ils montrent que ces « capacités absorbantes » dépendent des connaissances accumulées par la firme. Ainsi, les firmes qui conduisent des activités de R&D en interne apparaissent mieux à même de faire usage des infor-

mations externes. Ils modélisent la construction de compétences en interne à la firme et les processus d'acquisition de compétences technologiques comme deux processus étroitement interdépendants et non exclusifs. Ils insistent donc sur la double fonction des centres de recherche industriels : produire des connaissances pertinentes pour la firme, d'une part, et, d'autre part, repérer et « importer » des connaissances produites à l'extérieur, qui soient pertinentes pour elle. Plus récemment, les travaux analysant les dynamiques de construction de connaissances inter-entreprises à l'œuvre dans des réseaux se sont multipliés. Hargadon et Sutton (1997) proposent un nouveau modèle pour les firmes innovantes : le *technology brokering*. D'autres considèrent les acquisitions d'entreprise comme permettant d'accéder à des savoirs complémentaires, et développent la notion de *learning by grafting* introduite par G. Huber (1991) dans sa typologie d'apprentissages organisationnels.

Apprentissage par exploration

Enfin, l'opposition entre apprentissage par exploration et apprentissage par exploitation a été introduite par J. March (1991). Il insiste sur le fait que les structures, les outils de gestion et les relations hiérarchiques rendent peu probable l'apprentissage par exploration, car ses résultats sont risqués et ne peuvent être obtenus qu'à long terme, alors que l'apprentissage par exploitation, qui renvoie à des modifications incrémentales, autorise une plus grande prévisibilité des résultats. La proposition à laquelle il aboutit, à l'issue de sa modélisation, c'est l'importance d'un équilibre entre ces deux types d'apprentissage, afin d'éviter les *competency traps* (Levitt et March 1988). Cette distinction n'est pas spécifique aux métiers de conception ; elle a d'ailleurs été reprise par différents auteurs s'intéressant aux processus d'innovation.

Si ces trois types d'apprentissage sont identifiés dans la littérature, les conditions organisationnelles de nature à les favoriser n'y sont pas développées. Quant aux modalités organisationnelles qui permettraient un couplage entre ces divers apprentissages, dans le cadre des projets, et aux dynamiques de développement des expertises (au niveau des services de recherche et développement), elles sont peu analysées.

MODALITÉS ORGANISATIONNELLES MISES EN ŒUVRE

Les trois types d'apprentissage que nous avons mis en avant dans notre modèle analytique ont été effectivement renforcés, dans les organisations que nous avons étudiées. Les modalités mises en œuvre pour favoriser ces types d'apprentissage diffèrent. Nous présenterons

celles qui ont été déployées dans trois centres de recherche, que nous avons étudiés : l'un est dans le secteur pharmaceutique, le second dans l'industrie chimique et le troisième est un établissement de recherche privé, reconnu d'utilité publique.

La **capitalisation inter-projets** vise, d'une part, le réinvestissement dans d'autres projets de compétences constituées. Elle permet également d'identifier des pistes nouvelles d'innovation (ou de développement de compétences) à partir des projets déjà conduits et des problèmes rencontrés.

Dans le centre de recherche de l'entreprise pharmaceutique, des dispositifs de capitalisation avaient été instaurés, dans chacun des services, par expertise. Ils s'adossaient sur la structure hiérarchique, qu'ils complétaient. Des groupes de travail avaient été constitués, des acteurs en charge de les animer désignés et des thématiques de capitalisation ou de constitution de compétences nouvelles identifiées. Ces groupes se sont réunis de manière régulière ; ils ont abouti à la rédaction de nouveaux protocoles intégrant les meilleures pratiques développées par différents projets. Pour aboutir à ces protocoles unifiés, des essais comparant entre elles différentes approches ont été conduits. On a là un dispositif d'apprentissage inter-projets. L'intérêt d'un tel dispositif tient au fait qu'il permet de réutiliser des protocoles de test sur un autre projet, en cours, sans avoir à attendre que le projet qui les a élaborés soit achevé. Or, dans le cas de l'industrie pharmaceutique, un projet s'échelonne sur une durée allant de 8 à 10 ans.

Dans les centres de recherche des entreprises chimiques, au contraire, aucun dispositif n'a été structuré. La capitalisation inter-projets était considérée comme importante et relevant de la responsabilité des structures par expertise, lesquelles sont pérennes, contrairement aux projets. Deux mécanismes ont été instaurés. D'une part, les services ont désigné des « seniors de compétence » : ce sont des chercheurs expérimentés, non hiérarchiques et ayant choisi une trajectoire de carrière d'expert. Le « senior de compétence » a un rôle de formation de chercheurs juniors. C'est aussi à lui qu'il incombe de favoriser les réutilisations de connaissances développées, d'un projet sur l'autre, ou de proposer de nouveaux projets qui s'appuieraient sur un développement de compétence. Les projets étant courts et de taille limitée dans cette activité industrielle, le redéploiement d'équipes projet d'un sujet sur le suivant et la participation en parallèle d'un même expert à deux ou trois projets différents favorisent également la capitalisation.

Des modalités différentes ont été mises en œuvre pour favoriser des **apprentissages par exploration**. Nous désignons là des activités de recherche non-directement finalisées et portant sur des développements de produit ou des résolutions de problèmes. Les dispositifs caractérisés visent à assurer que des dynamiques de type exploration puissent se développer, alors même que la tendance naturelle de l'organisation est de foca-

liser tous les efforts sur des dynamiques d'exploitation.

C'est dans le centre de recherche de l'industrie chimique que ces dispositifs se sont le plus développés.

Un premier mécanisme « 10 % jardin secret » vise à laisser un espace de liberté à chaque chercheur, lui permettant d'entreprendre des travaux non finalisés par un développement de produit ou non planifiés, mais validés par la hiérarchie. Si ces « 10 % jardin secret » font partie de la culture des métiers de la recherche, il y eut une volonté de renforcer ces activités de recherche non finalisées sur un *business*, en instaurant un *reporting* annuel, directement au niveau du directeur de la recherche. Chaque chercheur devait proposer une thématique pour l'année et rendre compte des travaux qu'il avait menés. L'objectif du *reporting*, sur cette activité, était de montrer l'importance qu'y accordait la hiérarchie, et de rééquilibrer par rapport aux *reportings* des projets.

Un second dispositif, les « familles de compétences », s'appuie sur la constitution d'un réseau d'experts. Ce groupe propose et conduit un programme de travail sur 2 à 3 ans afin de construire des connaissances, en réponse à des problèmes récurrents, rencontrés sur divers projets. Ce réseau d'acteurs comprend des experts de recherche, mais également des personnels de développement de procédé en usine. La mission de ce groupe n'est pas de résoudre un problème auquel se trouve confronté un projet précis, mais de constituer une compétence générique permettant de résoudre un problème type, quel que soit le projet. On peut considérer ces familles de compétences également comme un lieu de capitalisation inter-projets, mais qui se situerait en amont des projets, qui pourront ensuite s'appuyer sur un savoir constitué, unifié et non développé de manière *ad hoc*, par chacun des projets.

Dans le cas du centre de recherche pharmaceutique, le développement de nouvelles thématiques était directement piloté par le hiérarchique du service d'expertise, qui pouvait dédier des ressources et s'appuyer sur le dispositif présenté plus haut pour élaborer un programme de travail, afin de les développer. Un dispositif de discussion d'articles de référence a été également instauré au niveau du centre de recherche.

Une dernière modalité organisationnelle a été mise en évidence dans un centre de recherche académique (Charue-Duboc & Gastaldi 2005). Ce dispositif visait notamment l'émergence de nouveaux objets de recherche et de nouvelles thématiques, dans une dynamique *bottom up*. Les chercheurs étaient incités à proposer des thématiques qui, pour être explorées, nécessitaient de constituer des projets transverses impliquant plusieurs équipes de recherche de l'établissement. De cette dynamique sont nés plusieurs thèmes nouveaux, voire des équipes nouvelles.

En ce qui concerne l'**apprentissage externe**, nous avons souligné deux modes de structuration des expertises, orientant vers des modalités différentes d'apprentissage externe. Tout en adoptant une structure matricielle, les

centres de recherche ont mis en place des découpages variés, par service. Nous différencions deux modèles d'organisation des centres de R&D : l'un, mimétique des découpages académiques ; l'autre, par problème (Charue-Duboc 2001 b egos).

Le premier modèle se caractérise par une structuration par expertise mimétique des découpages existant dans le milieu académique (Charue-Duboc 2001b). Il s'explique, d'une part, par les besoins de recrutement d'expertises constituées et bien définies. D'autre part, il facilite la mobilisation d'expertises externes à l'entreprise, ce qui permet de mettre à profit les dernières avancées scientifiques dans la résolution des problèmes spécifiques de la firme.

Le second modèle se caractérise par une structuration par problème transverse aux découpages académiques. Il s'agit de réunir dans un même service des expertises différentes, afin de constituer des compétences sur des thématiques communes à plusieurs projets ou à plusieurs gammes de produits. Ces regroupements par problème ne coïncident pas avec les projets mais sont, eux aussi, multi-projets. Ce second type s'explique, dès lors que les questions théoriques pertinentes pour la firme lui sont relativement spécifiques et différentes des dynamiques de développement de connaissances par domaine scientifique.

Alors que les dynamiques de spécialisation et le regroupement en service d'expertise semblent un classique, il est important de souligner que des regroupements différents sont possibles et qu'ils constituent une variable d'action permettant de favoriser les dynamiques de développement de connaissances qui paraissent souhaitables. Dans le cas du centre de recherche de l'industrie pharmaceutique, par exemple, des discussions longues ont eu lieu avant de faire les choix définitifs quant aux périmètres des services d'expertise. Les choix arrêtés se sont référés à deux dimensions : d'une part, les possibilités d'apprentissages croisés entre les experts ainsi regroupés ; d'autre part, les dynamiques d'apprentissage auprès d'entités externes, facilitées par un tel regroupement et un tel affichage d'une spécialisation.

CONCLUSION

On peut considérer que les centres de recherche, d'une part, s'appuient sur un « stock » de connaissances et d'expertises et, d'autre part, pilotent un « flux » de construction de connaissances et d'expertises nouvelles. L'articulation entre projets et services par expertise est au cœur de cette dualité entre stock et flux de connaissances.

On peut considérer le projet comme un mode d'utilisation optimale des stocks de connaissance situés dans différentes unités (c'est la vision associée au projet comme favorisant la coordination).

De façon alternative, on peut voir le projet de la même façon qu'une unité d'expertise, c'est-à-dire comme une

structure réunissant des chercheurs et orientant la production de connaissances nouvelles dans des directions que cette structure a choisi de favoriser. C'est alors à la dynamique des compétences que participe le projet. Ainsi, dans les projets à forte composante d'innovation, c'est dans l'articulation des compétences, dans l'élaboration d'une intercompréhension et dans la confrontation entre des logiques différentes de conception que se situe l'apport principal (Nonaka, 1994). Le projet apparaît aussi comme un catalyseur permettant l'émergence de nouvelles pistes à explorer dans l'avenir, et non plus seulement comme le lieu de finalisation d'un développement. Certains auteurs insistent notamment sur la plus grande créativité de groupes associant des experts ayant des *backgrounds* différents (Amabile, 1988, Amabile & Grysiewicz, 1989).

Cette articulation entre dynamique des connaissances et dynamiques d'innovation nous apparaît reposer sur une articulation entre des structures pérennes et des structures temporaires, ces deux types de structures jouant alternativement un rôle de capitalisation de savoirs constitués, et d'exploration d'extensions à de nouveaux domaines. Le projet serait un cadre transitoire permettant le redéploiement, sur une nouvelle thématique, de compétences réparties dans différentes unités. L'équilibre entre stock et flux de connaissances repose sur cette dualité entre structures pérennes et structures temporaires, en favorisant les dynamiques, tant des thématiques que des experts.

BIBLIOGRAPHIE

- Amabile T.M. (1988), «A model of creativity and innovation in organizations», *Research in Organizational Behavior*, vol. 10, p. 123-167.
- Amabile T.M. & Grysiewicz S.S. (1989), «The Creative Environment Scale: the Work Environment Inventory», *Creativity Research Journal*, vol. 2, p. 231-254.
- Benghozi P.J., Charue-Duboc F. & Midler C. (2000), *Innovation Based Competition & Design Systems Dynamics*, L'Harmattan, Paris.
- Charue-Duboc F. (2001), «Apprentissage et innovation, une perspective pour penser l'organisation des métiers de conception», in Dumez H. (ed), *Management de l'innovation et management de la connaissance*, Éditions l'Harmattan.
- Charue-Duboc F. & Midler C. (2001), «Développer les projets et les compétences – Le défi des hiérarchiques dans les métiers de conception», *Gérer & Comprendre*, mars 2001, n° 63, p. 12-22.
- Charue-Duboc F. & Midler C. (2002), «L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant», *Sociologie du Travail*, vol. 44, p. 401-417.
- Cockburn, I., and Henderson, R. (1998), «Absorptive capacity, coauthoring behaviour and the organization of research in drug discovery», *The Journal of Industrial Economics*, 46, p. 157-183.
- Cohen, W., and Levinthal, D. (1990), «Absorptive Capacity: A new perspective on Learning and Innovation», *Administrative Science Quarterly*, 35, p. 128-152.
- Dougherty D. (1992), «Interpretative barriers to successful product innovation in large firms», *Organization Science*, vol. 3, p. 179-202.
- Gaillard J.M. (2000), *Marketing et Gestion de la recherche et développement*, Economica, Paris.
- Hargadon, A., and Sutton, R. (1997), «Technology brokering and innovation in a product development firm», *Administrative Science Quarterly*, 42, p. 716-749.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., and Weil, B. (2001), «From R&D to R – I – D: Design strategies and the management of «Innovation Fields»», «8th International Product Development Management», Enschede, Netherland.
- Leonard-Barton D. (1992), «Core Capabilities and Core Rigidities : a Paradox in Managing New Product Development», *Strategic Management Journal*, vol. 13, p. 111-126.
- Levitt, B., and March, J. (1988), «Organizational Learning», *Annual Review of Sociology*, 14, p. 319-340.
- Lynn, G. S., Morone, J. G., and Paulson, A. S. (1996), «Marketing and Discontinuous Innovation», *California Management Review*, 38, p. 8-37.
- March, J. G. (1991), «Exploration and Exploitation in Organizational Learning», *Organization Science*, 2, p. 71-87.
- Nonaka, I. (1994), «A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation», *Organization Science*, 5, p. 14-37.

Des pôles de croissance aux pôles de compétitivité : un nouveau partage des ressources cognitives

L'économie et les territoires obéissent à des logiques différentes, parfois contradictoires. Au cours des « Trente Mutantes » qui ont succédé aux « Trente Glorieuses », bien des territoires ont été mis à mal par une économie dont le développement était de plus en plus mondial. Les pôles de compétitivité s'efforcent de capter la croissance mondiale dans un domaine, et de l'insérer dans le contexte local d'un territoire particulier.

par **Bernard PECQUEUR**, Professeur Université Grenoble 1 (*)

Une longue période d'après-crise (les « Trente Mutantes », après les « Trente Glorieuses » ?) se décante aujourd'hui. Elle concernait un mouvement des structures, tant strictement économiques qu'institutionnelles, législatives, voire sociétales, visant à dépasser la société fordiste et à nous faire passer de l'exacerbation extrême de l'industrie à un monde d'après-industrie qui ne nie pas cette dernière, mais qui replace cette activité dans un contexte d'économie de la connaissance où les processus de construction des ressources cognitives par les acteurs prennent une place prépondérante. Parmi les mutations les plus spectaculaires, notons la disparition du monde paysan comme ensemble culturel cohérent et une crise qui n'en finit pas de la production et du productivisme agricoles, ou encore l'intrusion croissante et déterminante de la variable environnementale dans l'évaluation de la croissance économique. Les dichotomies qui polarisaient le monde (Est/Ouest, Nord/Sud, centre/périphérie, etc.) s'estompent et se recombinaient dans plus de complexité.

Ces évolutions s'accompagnent d'un réajustement du rapport de l'économie à l'espace et de la relation entre le local et le global, comme en témoigne l'émergence de multiples formes d'organisation de la production territorialisées (districts, clusters, systèmes productifs localisés... et, plus récemment en France, les pôles de compétitivité).

D. Cohen (1) (2004), dans une analyse récente de la mondialisation, concède : « le terme de « mondialisation » ne se comprend bien que si l'on saisit qu'il scelle l'unité de deux termes qui semblent contradictoires : enracinement dans le local et déracinement planétaire ». Il y aurait alors émergence d'un modèle dialectique local/global. Dans ce contexte, une nouvelle géographie du capitalisme doit se construire, si l'on veut com-

(*) UMR CNRS PACTE-Territoires – bernard.pecqueur@ujf-grenoble.fr

(1) Cohen D. (2004) : *La mondialisation et ses ennemis*, Grasset, Paris, 264 pages.

prendre les mutations en cours. Nous chercherons ici à montrer que la figure du *pôle de compétitivité* présente bien les caractéristiques de la période actuelle et qu'elle s'oppose à celle du *pôle de croissance*, qui dominait la période précédente. Le critère discriminant de la performance d'un pôle est moins la productivité du travail que la maîtrise de l'information.

CROISSANCE POLARISÉE ET UTOPIE DE L'EXPANSION LINÉAIRE

L'après-Deuxième guerre mondiale fait apparaître des besoins impérieux de reconstruction (logements et infrastructures), qui font le lit des approches keynésiennes, en justifiant le rôle de la dépense publique comme facteur de relance macroéconomique. Les efforts déployés en Europe de l'Ouest semblent porter leurs fruits, dans la mesure où les décennies qui suivent la guerre sont un temps de forte croissance (les « Trente Glorieuses »). C'est dans ce contexte que va se développer l'idée d'une croissance *polarisée*.

Le développement est déséquilibré (selon l'expression de François Perroux) ; « il se fait à partir de pôles, de foyers d'activités qui suscitent une série de déséquilibres économiques qu'il s'agit de transformer en un développement induit ordonné, par un aménagement conscient du milieu de propagation » (2).

L'espace joue dès lors un rôle dans les coordinations entre les agents économiques. On a, là, une innovation par rapport aux visions orthodoxes de l'économie spatiale, qui postulent un espace homogène dans lequel se déroulent des fonctions a-spatiales et qui peuvent être réduites à des différentiels de coûts de transport. L'espace se structure – aussi – avec des effets de masse, qui se combinent aux effets de distance. Le phénomène urbain est passé par là, en ce sens que les effets d'agglomération ne peuvent plus être ignorés et que la question des externalités (avantages liés à des situations dont les bénéficiaires n'ont pas eu à les payer), mises en évidence par l'économiste anglais A. Marshall, montre ses effets de plus en plus clairement.

Les effets d'entraînement espérés de la concentration en pôles de croissance s'exercent, à la fois, en amont et en aval. Ils ont été d'ailleurs expérimentés, bien que non cités comme tels, par la Russie soviétique des années 1920 et son modèle d'industrialisation privilégiant les activités d'amont (sidérurgie, métallurgie) susceptibles de produire de l'activité induite, en aval. De nombreuses théories économiques (théorie de la base, etc.) ont emboîté le pas de cette vision de la dynamique économique. Ces effets sont considérés comme mécaniques et directement fonction, à la fois, de la concentration de l'activité et de sa nature.

(2) Cf. la synthèse magistrale, toujours d'actualité bien qu'il faille l'actualiser, de J. Lajugie, P. Delfaud et C. Lacour (1985) : *Espace régional et aménagement du territoire*, 2^e édition, Dalloz, 987 pages.

Qu'est-ce qu'un pôle de compétitivité ?

Les pôles de compétitivité (février 2005), du point de vue de la politique publique, font suite aux SPL (décembre 1997). Cette initiative confirme le croisement intime entre organisation industrielle, territoire et compétitivité économique, à partir d'un constat portant sur la compétitivité économique et industrielle de la France en Europe et dans le monde (Voir le rapport rédigé par Christian Blanc, rapport Datar, 2004). Cette idée ancienne des économistes trouve donc aujourd'hui un écho (tardif). La nouvelle étape engagée en 2005 insère les notions de réseau, de cluster, de sous-systèmes industriels spécifiques, au cœur même de la politique industrielle française et partiellement dans la politique européenne (et non sur ses marges).

La notion de pôle de compétitivité fait donc du territoire le cadre organisationnel d'une meilleure articulation entre industrie et innovation, dans la mesure où le territoire est présenté comme la base d'une coopération entre entreprises, laboratoires, universités (production, R&D, transfert et formation). Le pôle est défini alors par quatre caractéristiques fondamentales :

- **La stratégie de développement économique** du pôle doit l'ancrer sur un tissu économique local dynamique, performant face à la concurrence internationale. La cohérence du pôle et de sa stratégie avec l'ensemble plus vaste que constitue le plan de développement économique du territoire, constitue un facteur essentiel ;
- Le pôle doit présenter une **visibilité internationale** suffisante, sur les plans industriels et/ou technologiques. Les projets présentés doivent pouvoir se placer, à terme, dans les premiers rangs mondiaux de leur activité ;
- Le **partenariat** et le **mode de gouvernance** mis en œuvre sont importants. La qualité et l'efficacité des partenariats de R&D établis entre les acteurs (industriels, chercheurs, formateurs) sont des critères majeurs de labellisation d'un pôle ;
- Les projets à labelliser **doivent être créateurs de synergies en matière de recherche et développement, et apporter ainsi des richesses nouvelles à forte valeur ajoutée**. L'objectif final est bien d'améliorer la compétitivité de l'offre française sur les marchés internationaux, et donc aussi l'emploi très qualifié.

Sur les 105 candidatures recueillies, le CIADT de juillet 2005 a labellisé 67 pôles et a distingué parmi ceux-ci 6 projets mondiaux et 9 projets à vocation mondiale (16 concernent Rhône-Alpes, dont 2 mondiaux).

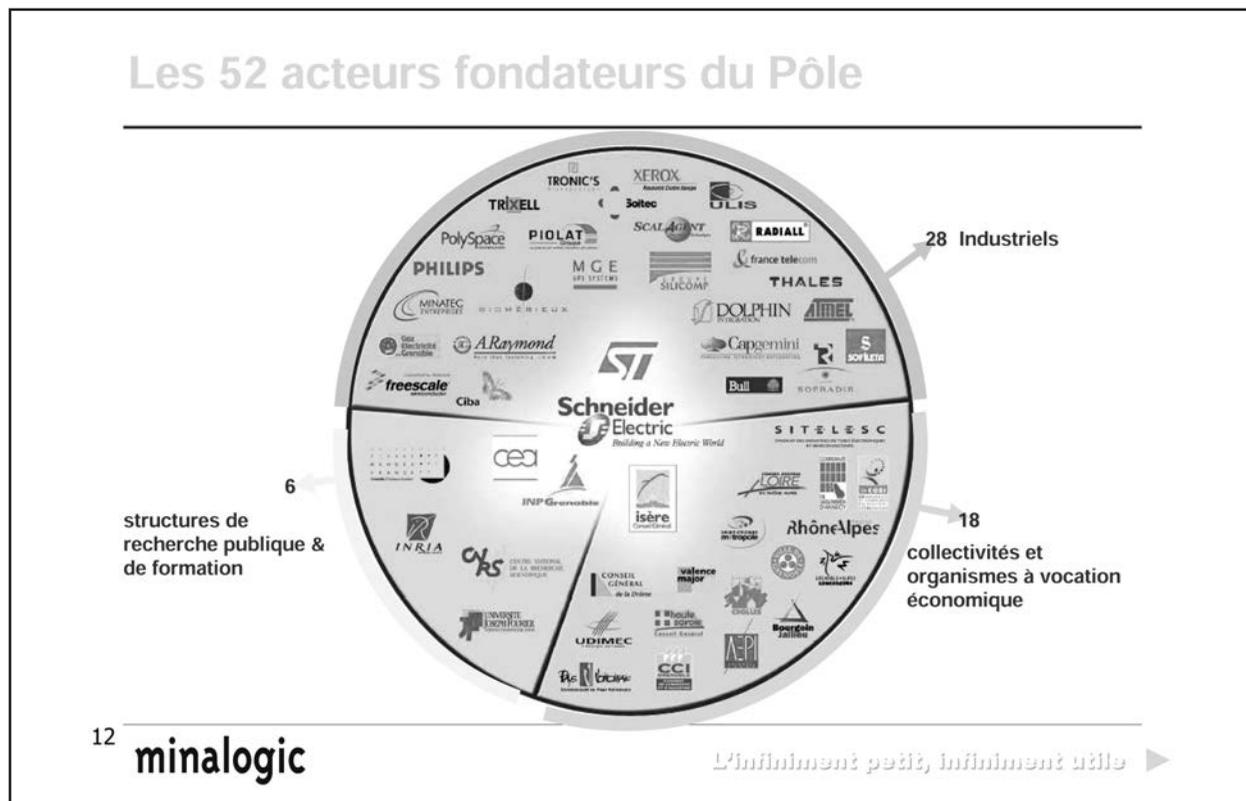
L'enveloppe totale dédiée au financement des pôles prévus s'élève à plus d' 1,5 milliard d'euros.

En premier lieu, les conditions de concentration d'activités et des infrastructures désignent des « pôles naturels » déterminés par la présence de matières premières, de réseaux de communication, de ressources financières ou encore d'industries amont. En Europe, la Rhur, la vallée du Pô ou encore l'axe Rhin-Rhône répondaient à ce schéma. Le concept s'élargit, avec les concentrations urbaines, dont la taille induit un niveau supérieur de services aux entreprises, favorable à l'industrialisation. La co-construction de la ville de Turin et de l'entreprise FIAT en donne un bon exemple.

L'autre déterminant de ces pôles tient à la nature même de l'activité. Ainsi, pour les zones qui ne disposent pas des atouts naturels indispensables, on peut concevoir

(on parla alors de 'noircissement de la matrice inter-industrielle'). En France, les figures de l'utopie se sont incarnées dans de grands projets gaullo-pompidoliens, comme le programme nucléaire, les télécommunications, le Concorde, le complexe sidérurgique de Fos-sur-Mer au bord de l'étang de Berre ou encore, plus tard, Sophia-Antipolis, près de Nice.

Le bilan de ces politiques de pôles de croissance est mitigé. On relève de belles réussites, mais aussi des difficultés d'intégration dans le tissu économique local. On a pu ainsi qualifier ces pôles de « cathédrales dans le désert ». Ils sont cependant parfaitement emblématiques d'un modèle industriel triomphant, qui a modelé les économies avancées durant les trente premières



Avec les pôles de compétitivité, le territoire devient un espace central de coordination entre les acteurs (Pôle Minalogic, Grenoble).

une politique d'implantation d'activités dites « motrices ». Les pôles de croissance créés *ex nihilo* constituent la grande utopie développementiste de la période des Trente Glorieuses. L'aménagement du Mezzogiorno italien a donné lieu à l'installation de grands complexes d'industrie lourde (chimie, sidérurgie, mécanique...) à Naples, à Bari, à Cagliari ou encore à Syracuse. Plus encore, le modèle de développement de l'Algérie durant les vingt premières années de son indépendance est marqué par la construction de grandes sociétés nationales destinées à substituer une production nationale aux importations. Le revenu pétrolier ne pouvait, comme le fit l'or des Espagnols, au XVI^e siècle, se contenter d'acheter des produits élaborés ailleurs : il devait servir à construire une économie endogénéisée

années de l'après-guerre. Leurs caractéristiques sont symptomatiques du mode de croissance de cette période. Elles définissent un contexte qui a vécu (bien que l'utopie ne soit pas encore morte, comme en témoignent les fréquentes professions de foi dans la croissance comme fruit mécanique de la maîtrise des coûts et des investissements). On peut résumer ces caractéristiques ainsi :

- Les pôles de croissance fonctionnent dans un *contexte de croissance forte* plutôt que comme moteurs de la croissance. Ils seraient ainsi davantage conséquences, que causes des dynamiques de développement ;
- Le développement est fondé sur la *productivité comme vecteur essentiel de la compétitivité*. On cherche la performance sur des produits concurrentiels à l'échelle

mondiale. En cela, le fondement de la dynamique diffère de ce que représentent les pôles de compétitivité, avec la *spécificité et la qualité* comme substituts à la productivité – individualisable et apparente – du travail ;

- *L'innovation est un processus exogène*, qui repose surtout sur la notion de transfert de technologies. Les ressources intellectuelles et cognitives ne sont pas puisées localement, mais importées, voire transplantées, sur un mode standardisé, en provenance des centres où se crée l'innovation. On se trouve dans une configuration décrite par l'américain R. Vernon (1971) (3) avec sa théorie du « cycle du produit », selon laquelle les productions à fort contenu technologique, en se décentralisant vers les périphéries, se banalisent en contenu technologique en même temps qu'elles élargissent leur marché (Cf. l'exemple de la calculatrice électronique, qui est passée d'un produit à fort contenu technologique fabriqué d'abord aux États-Unis, à un produit planétaire totalement banalisé et fabriqué dans les pays à bas salaires) ;

- Dans cette approche, l'espace n'est qu'un point sur une carte, *lieu passif de projection d'un projet conçu hors de toute appropriation par les acteurs-habitants* de l'espace en question. Ici, les spécificités historiques et les ressources cachées du territoire (au sens d'A.O. Hirshman) ne sont pas prises en compte.

En définitive, cette mécanique des pôles de croissance a représenté un espoir de développement linéaire largement utopique, prolongeant les courbes et extrapolant les *trends* de long terme vers un avenir forcément positif. En 1960, un conseiller du Président J.F. Kennedy (W.W. Rostow) imagina une vision du développement décomposée en étapes du développement, passage obligé pour chaque nation, qui dictait une voie unique passant par l'épisode crucial du *décollage économique (take off)* et menant à l'ultime étape : la *consommation de masse*.

La crise des années soixante-dix est passée par là et les contextes ont changé. Il a fallu en rabattre sur les illusions des « Trente Glorieuses ». Symbole parmi d'autres, la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau (Isère) devait accueillir plus de 400 000 habitants et en accueille aujourd'hui environ 35 000 (Ce qui ne veut pas dire, d'ailleurs que la cité ne soit pas dynamique).

La figure du pôle de compétitivité, forme très récente d'organisation économique-spatiale, joue le rôle de contrepoint aux pôles de croissance et émerge d'une évolution de contexte assez brutale et résolument nouvelle.

CROISSANCE SPÉCIFIQUE ET ADAPTATION À LA MONDIALISATION

Ce que l'on a identifié comme la crise du pétrole, en 1974, constitue une véritable rupture et les trente années qui ont suivi ont à peine suffi pour dessiner les contours du monde d'après. La fin de la grande crois-

sance modifie le rapport à l'espace. Celui-ci « bouge » et la production se contextualise, au terme d'une évolution allant des années 1970 à la fin du XX^e siècle : ce sont les *Trente Mutantes*, avec l'apparition de l'idée de la construction de territoires par les acteurs. De nouvelles formes d'organisation productive ont émergé progressivement.

Des formes variées d'organisation territoriale

Au commencement, il y a la (re)découverte des districts industriels marshalliens par les économistes italiens, autour de la figure de l'économiste italien G. Beccattini (4).

A. Marshall remarquait que, dans le grand mouvement de concentration de l'activité industrielle du début du siècle (suite logique du jeu des économies d'échelle), on pouvait observer des anomalies dans le mouvement de croissance des firmes, avec des concentrations de petites entreprises non dominées par une grande. Cet ensemble, par un effet « d'atmosphère industrielle », produisait des externalités.

La version italienne du District Industriel (DI) marshallien met en évidence deux caractéristiques centrales de cette forme d'organisation : en premier lieu, les DI démontrent une remarquable capacité d'adaptation et une réactivité aux mouvements du marché dans un monde globalisé. La présence de multiples PME et TPE dans un espace de communication restreint exacerbe un double mouvement de concurrence-émulation et de coopération. En second lieu, les DI consacrent la rencontre entre des firmes et des hommes, sur un espace concret. Dans le district, à l'inverse de ce qui se passe dans d'autres types d'environnement (comme, par exemple, dans les villes manufacturières), il tend à y avoir une forte osmose entre la communauté locale et les entreprises.

La littérature anglo-saxonne a également développé cette jonction entre espace local et développement. Ces externalités se concrétisent par des *clusters*.

La notion de *cluster*, plus englobante, s'applique à des échelles d'espace très variables. On peut sans doute dire que la notion de *cluster* est la plus large, celle de DI étant la plus stricte, le « Système Productif Local » (au sens où la Datar (devenue Diact) l'a mis en place) proposant une configuration intermédiaire et le « milieu innovateur » insistant sur une donnée fondamentale : le territoire comme dispositif d'innovation.

Enfin, l'ultime avatar des formes territorialisées d'organisation de la production est constitué par les « pôles de compétitivité », récemment mis en place en France.

A cet égard, la vision de la Diact est caractéristique, en ce sens qu'elle reste sur un objectif de productivité avec

(3) R. Vernon : *Sovereignty at Bay*, Basic Books, New York, 1971.

(4) Beccattini G. (1979) : Dal settore industriale al distretto industriale, *Rivista di Economia e Politica Industriale*, vol. 2, pp. 7-21.

Deux exemples de pôles en Rhône-Alpes : Saint-Etienne et Grenoble

A Saint-Etienne, le pôle VIAMECA

Le pôle groupe, pour la Région Rhône-Alpes et la Région Centre, un cluster centré sur la R&D en mécanique, avec une quinzaine de laboratoires, une trentaine de firmes importantes (Michelin, Casino, HEF, Alcan...), des PME et près de 35 fiches projets de collaboration entre entreprises et laboratoires. Il a pour mission de :

- Passer d'une logique de conception et de fabrication de produits industriels à une logique d'ingénierie et de création industrielle. L'objectif de court terme 2005-2007 est d'augmenter le nombre de plates-formes technologiques, de renforcer leur visibilité et leur implication dans des projets européens, de mutualiser les moyens des bureaux d'études et d'ingénierie. Objectifs de moyen terme 2008-2009 : évaluer les actions R&D engagées, émergence de nouvelles filières dans le design industriel et l'éco-conception, développement de nouvelles filières de formation, internationalisation des plates-formes. Objectifs long terme > 2010 : *leadership* international sur les verrous technologiques, poudres, matériaux métalliques ; augmentation du nombre de chercheurs, de publications, de brevets...
- Favoriser l'expansion de la filière mécanique dans l'Espace central, en faisant appel à l'ingénierie globale. Les PME doivent consolider leur position et accéder à une autonomie de leur stratégie industrielle.

A Grenoble, le pôle MINALOGIC

Le pôle grenoblois *stricto sensu* ne constitue qu'une partie d'un pôle mondial de compétitivité, qui s'étend à d'autres lieux en Isère. Concernant la partie dédiée aux micro et nanotechnologies, le pôle réunit 28 400 emplois, dont 3 900 chercheurs de la recherche publique (CEA, CNRS, Inserm...). Le site assure la formation, chaque année, de 3 300 diplômés de l'enseignement supérieur.

Les micro et nano technologies sont en fait le produit du croisement des technologies clés de la biologie-santé, des logiciels, des nanosciences, de l'énergie et des matériaux. Il n'y a donc pas à proprement parler de « spécialisation », avec les risques inhérents.

Du point de vue de l'effort financier, ce sont 4 milliards d'euros qui ont été investis entre 1992 et 2002 et 3 milliards d'euros d'investissements sont prévus, d'ici 2007.

Il y a bien un pari sur cet investissement, avec des questions fortes, d'une part, sur les retombées pour les entreprises qui ne sont pas directement partie prenante de ces orientations technologiques mais qui, pourtant, développent de très bons niveaux de technologie (par exemple, dans le secteur de la mécanique) et, d'autre part, sur les « dommages collatéraux » dans l'organisation spatiale, les prix du foncier, les perturbations dans la régulation du marché local du travail, etc.

(Notons, enfin, que la Silicon Valley, en Californie, emploie environ 250 000 personnes, ce qui ramène le pôle dit de la « Silicon Valley iséroise » à la proportion de 10 % de son modèle).

un apport exogène des fonctions urbaines. Il s'agit de partir du phénomène de transformation des productions dans ce que l'on appelle communément « l'économie cognitive », en montrant qu'elle incorpore une forte quantité de connaissance issue plutôt de la ville, à travers ses institutions productrices de savoir (universités, recherche publique et privée, *start up...*). N. Jacquet et D. Darmon (2005) (5) nous disent en effet : « les économies industrialisées sont engagées dans une nouvelle ère : celle de l'économie de la connaissance, où *l'augmentation de la productivité demeure le principal vecteur de croissance* (souligné par nous) (...). L'avènement de l'économie de la connaissance résulte du basculement des modes de production, d'un système « tayloriste » (qui consiste à produire en grandes séries pour des marchés restreints, c'est-à-dire, le plus souvent, nationaux et protégés) vers un système, nouveau, de différenciation et d'individualisation à l'extrême des produits visant à mieux répondre aux attentes hétérogènes des consommateurs (ce qui revient à produire en petites séries pour des marchés devenus mondiaux et concurrentiels) ».

Si nous comprenons bien l'idée de changement et la philosophie des pôles de compétitivité, il nous semble, en revanche, que, précisément, ce n'est pas sur la productivité que s'adosse la production urbaine des pôles de compétitivité (même si celle-là demeure largement une réalité) mais bien sur la notion de spécificité. Cette dernière représente la capacité des sites concernés à valoriser des ressources particulières à un lieu et, donc, profondément ancrées dans le patrimoine cognitif de ce lieu. Ce sont donc des ressources culturelles et cognitives qui constituent l'essentiel de ce qui crée la différence d'un pôle de compétitivité par rapport à un site qui ne l'est pas.

Ces formes que nous avons recensées ici, montrent que l'on passe d'une offre d'entreprises dans un contexte d'externalités urbaines à une offre de site où l'acteur-producteur ne se réduit pas à la somme des entreprises présentes sur le site, mais s'étend à tous les acteurs qui, en mettant en mouvement une forme de gouvernance, fabriquent le site urbain comme producteur collectif à multiples contributions (y compris générationnelles, puisque l'histoire longue compte).

Le pôle de compétitivité : esquisse d'un modèle de gouvernance du global ?

C'est sans doute dans le traitement de la connaissance que les modèles diffèrent le plus nettement. Les technopôles des années 80 sont du type 'pôle de croissance'. Elles visaient à concentrer du savoir dans un espace où les différents acteurs pouvaient se rencontrer, échanger et produire par la synergie ainsi créée – un avantage

(5) N. Jacquet et D. Darmon (2005) : Les pôles de compétitivité : le modèle français, Paris, La Documentation Française.

compétitif (ce que les économistes appellent une « externalité ») lié à la proximité physique des acteurs, ainsi qu'aux politiques publiques. Avec les clusters actuels, on a avancé d'un cran supplémentaire dans l'ancrage territorial. En effet, dans le cas des pôles de compétitivité, il ne suffit pas de concentrer des activités éventuellement venues de l'extérieur (comme cela a été le cas à Sophia Antipolis, près de Nice), mais l'objectif est d'utiliser, en quelque sorte, le *patrimoine cognitif collectif* construit localement dans l'histoire longue. M. Grossetti, J.M. Zuliani et R. Guillaume (2006) (6) parlent d'un « système local de compétences » qui a la vertu d'être le plus souvent pluri-sectoriel, ce qui permet de « s'affranchir de la dépendance vis-à-vis d'un secteur unique d'activités, et de réduire les incertitudes de l'activité économique ».

Nous avons proposé, plus haut, quatre caractéristiques des pôles de croissance. Reprenons-les, pour les appliquer aux pôles de compétitivité :

- Le pôle de compétitivité, par nature, génère une forme de performance : il est donc à l'origine (parmi d'autres contributeurs de l'organisation macroéconomique) des progrès de la croissance ;
- La productivité est plus collective qu'individuelle puisqu'elle repose sur la mobilisation d'un patrimoine cognitif collectif qui va spécifier le site par rapport aux sites concurrents ;
- En ce sens, l'innovation est endogénéisée ; c'est-à-dire qu'elle prend sa source dans la capacité de capter l'information à l'échelle mondiale et de l'intégrer dans un système productif local. On peut parler d'appétence locale pour la maîtrise technologique, mariant le savoir mondialisé à la culture du lieu ;
- Enfin, le territoire devient un espace central de coordination entre acteurs cherchant à résoudre des problèmes productifs inédits.

CONCLUSION

Les pôles de compétitivité se différencient donc des pôles de croissance comme moyen de montrer le passage d'un capitalisme a-spatial à un capitalisme contextuel où la ressource cognitive puise dans les lieux pour trouver les éléments de spécificité. Dans le monde actuel, ce qui est bon pour la firme ne l'est plus forcément pour le territoire et réciproquement. Les territoires s'autonomisent par rapport au diktat de l'implantation des entreprises. Cette dichotomie entre les entreprises et le territoire constitue clairement une nouveauté et ouvre des perspectives aux politiques locales de développement territorial. Un rôle nouveau échoit aux collectivités territoriales, mais aussi aux nouveaux acteurs des territoires. De ce point de vue, la gestion de la globalisation laisse ouvertes les formes modernes de gouvernance qui présideront aux mutations à venir.

Nous avons bien sûr, raisonné sur les pôles de compétitivité définis et labellisés, par le gouvernement, comme des images représentatives de la très grande variété des formes d'organisation située de la production. Notre propos consiste essentiellement à pointer le doigt sur l'avènement d'une économie mondiale résolument géographique, sans préjuger des échecs et/ou des réussites, ici ou là, des pôles de compétitivité officiels. Le modèle est largement transposable à l'échelle mondiale de toutes les formes de *cluster*.

(6) M. Grossetti, J.M. Zuliani et R. Guillaume (2006) : La spécialisation cognitive. Les systèmes locaux de compétences en Midi-Pyrénées, Les Annales de la Recherche Urbaine, n° 101, novembre, pp. 23-31.

La presse régionale face au savoir scientifique et technique

Toulouse, technopole du Midi et siège d'un quotidien régional prestigieux, ne pouvait que voir se développer des relations importantes entre savoir scientifique et information du public. Ces relations, pas plus qu'ailleurs, ne vont de soi. Le journaliste s'efforce d'accéder à l'expertise, ce qui n'est pas toujours simple, comme l'a démontré, entre autres, la catastrophe d'AZF.

par **Jean-Jacques ROUCH**, *La Dépêche du Midi*

La diffusion de l'information scientifique et, plus largement, de la « culture » scientifique, apparaît désormais comme un impératif majeur pour les médias. Longtemps cantonnés à la seule « relation » des faits et des découvertes, ils doivent aujourd'hui, au-delà des simples constats, prendre en considération une demande nouvelle, celle de la « compréhension » des phénomènes et de leurs applications.

Certes, on peut voir là le résultat réjouissant de l'élévation constante du niveau des connaissances et des compétences de la société moderne.

Mais si cet « appétit » conduit à une sorte de fascination devant les avancées considérables (et rapides) de la recherche scientifique, il est également générateur d'inquiétude face à ce qui est, à l'inverse, saisi comme un « emballement » de l'aventure scientifique « difficile à suivre, voire périlleux ». Cette inquiétude peut d'autant plus aller jusqu'à un rejet quasi dogmatique « *qu'autrefois* », fait remarquer Alain Costes, ancien Directeur de la technologie au ministère de la Recherche, « *les activités de recherche touchaient la société d'une manière globale (nucléaire), alors qu'elles touchent aujourd'hui le citoyen au sens individuel du terme (OGM, sciences du vivant...), d'où son intérêt, mais aussi ses angoisses* ».

Dans ce contexte diffus et souvent contradictoire, les médias sont interpellés par leurs lecteurs sur un double terrain : celui du « faire savoir » ce qui se passe dans les laboratoires et aussi celui du « à quoi cela peut-il bien nous servir ? » Avec une précision, attendue : « n'est-ce pas dangereux, pour ma santé ? ».

Ces questions, volontairement posées ici de façon schématique, sont celles du citoyen conscient (ou pas) d'une dualité nouvelle : il est à la fois « consommateur heureux » de produits directement issus de la recherche et, de ce point de vue, en appétit d'« en savoir plus » dans une série de domaines qui rendent meilleur son quotidien : médecine, chimie, électronique, informatique, téléphonie, biotechnologies, nanotechnologies... Mais, dans le même temps, le même citoyen se montre de plus en plus « critique » à l'égard de domaines précis, qu'il considère comme autant de « dangereux et hasardeux débordements » : OGM, nucléaire, nanotechnologies, embryons...

Les médias, contraints de prendre en compte ces éléments *a priori* divergents, doivent développer en conséquence une nouvelle forme de pédagogie, éminemment délicate et difficile à pratiquer, dès lors qu'ils exercent leurs influences en dehors de la sphère spécialisée.

LE CAS DE « LA DÉPÊCHE », À TOULOUSE

C'est le cas de la presse quotidienne régionale [PQR], la plus lue, en France (75 % des journaux vendus dans l'Hexagone chaque jour), dont les maîtres mots demeurent les notions de « généralisme » et de « proximité ». Le premier point est aisé à comprendre, tant il est une « définition » de la PQR. Le second est plus complexe car, « proximité » des lecteurs, « proximité » des préoccupa-

tions majeures, «proximité» de la plupart de ses sources d'information – le terme apparaît dans tous les segments de la réflexion rédactionnelle et des missions d'information que s'assigne la presse quotidienne régionale.

En conséquence, comme tout bon pédagogue – si elle veut être efficiente – cette forme particulière de la presse doit avant tout s'adresser à ses lecteurs... en les connaissant bien. En sachant ce qui peut motiver leur intérêt, susciter leur attention. Bref, elle se doit d'être en communion avec eux, de façon à ce que l'information délivrée ne soit pas seulement parcourue, mais véritablement captée. Et qu'elle devienne ainsi élément (aliment) de débat et source de réflexion.

Dans ce cadre, la ligne éditoriale de *La Dépêche du Midi*, à Toulouse, est typique (et, à bien des égards, exemplaire) de cette relation à la fois directe et complexe que cette forme de média a su établir avec son lectorat et sa région d'ancrage. Fondée en 1870 (c'est le plus ancien quotidien français, avec *Le Figaro*) afin, dans un premier temps, de renseigner les Toulousains sur l'évolution d'une guerre lointaine (les soldats occitans sont partis sur le front de l'Est), ce journal a très vite compris qu'il ne pouvait pas, compte tenu des ambitions politiques, économiques et culturelles qu'il nourrissait pour sa région, se cantonner au rôle de simple témoin de ses évolutions. Mais bien en être aussi un acteur. Si ce n'est, parfois, le moteur. Cette attitude constante lui vaudra sa réputation d'«engagement».

En terme politique, certes, option aisément perceptible. Mais aussi, lors des grandes heures de la formidable mutation de Toulouse. Ce sont, au début des années 1930, des pages entières pour inviter les lecteurs à découvrir et à fréquenter les nouveaux équipements dont se dote la ville (bibliothèques, parcs sportifs, piscines, bains-douches...) afin de secouer – enfin ! – sa douce torpeur de vieille ville de Parlement. Ce sont ces longues colonnes mises à disposition des réfugiés de la Guerre d'Espagne, qui recherchent leurs familles, perdues dans la tourmente de l'exode durant l'hiver 1939. En fait, *La Dépêche* veut en permanence «coller» à la réalité et aux enjeux de «sa» terre et de «son» lectorat. C'est dans cette perspective qu'il faut précisément analyser son rapport avec la recherche et les chercheurs.

L'aventure remonte aux années 1960, avec, comme pivot central, la construction du Concorde dans les ateliers de ce qui n'est pas encore Airbus. Cette immense avancée technologique flatte l'orgueil des ouvriers qui, dans un passé très récent, ont fait la gloire de Dewoitine, de Latécoère ou de Breguet. Et elle fait découvrir aux Toulousains l'extraordinaire qualité de ses bureaux d'études qui, au-delà de la seule mécanique, mettent soudain au service de l'aéronautique ces sciences mathématiques auxquelles la ville, traditionnellement tournée vers les sciences humaines et sociales, n'avait, jusque-là, accordé que (très) peu d'importance.

Pour mieux comprendre «ce qui est en train de se passer», *La Dépêche* mobilise alors un journaliste à temps complet, pour suivre cette révolution et la faire partager au grand public. Le ton est donné, et il deviendra un

véritable mot d'ordre lorsque, sous l'impulsion de grandes figures régionales (souvent des chercheurs, d'ailleurs), comme le professeur Jean Lagasse, viendront s'installer à Toulouse les grandes entreprises vouées aux sciences modernes (celles de l'Ingénieur en particulier). Et leurs indispensables corollaires ; les partenariats entre laboratoires de recherche publique et privée. C'est l'époque de l'arrivée, à Toulouse, de Motorola et de Siemens.

Le simple fait que «cela crée des emplois» a déclenché dans la ville un véritable appétit, qui va bien au-delà du seul constat pratique : il s'agit désormais d'une exigence intellectuelle et culturelle (on le verra, ensuite, avec le succès populaire du Salon international des techniques du futur), à laquelle la presse se doit de répondre, après l'avoir suscitée.

DEUX MONDES / DEUX LANGAGES : À RAPPROCHER !

A *La Dépêche*, la question se pose alors, très vite, des «sources d'information». La vérité oblige à dire que dans un premier temps, elles ont quasi exclusivement reposé sur les «amis» du journal. Sur les relations familiales ou amicales qui existent entre deux individualités – sur, par exemple, les liens personnels que tel journaliste entretient avec tel chercheur avec lequel il était au lycée ou à la fac. Ce «système D», bien qu'empirique et ponctuel, a très bien fonctionné, et il a permis de grandes avancées. En tout cas, il a pallié en partie le cruel manque de «confiance» qui séparait les deux mondes. C'est d'ailleurs sur ce socle de départ que se sont constitués, peu à peu, les réseaux d'aujourd'hui, plus «structurés». Les chercheurs qui ont à «faire savoir» ont appris à connaître le nom de «celui ou ceux qui seront intéressés». Sans parler de journalistes véritablement spécialisés, une rencontre avec eux «à froid», c'est-à-dire sans enjeu et hors de toute pression de médiatisation immédiate, un article publié à propos d'un autre laboratoire et dans lequel on a reconnu une «certaine fidélité vis-à-vis de l'essentiel», tout cela les a identifiés comme des «interlocuteurs valables». Pour en arriver là, il aura fallu aux deux partenaires un peu d'audace, pour franchir les obstacles qui les séparaient. Et accepter enfin de dialoguer avec cet «autre», qui utilise un verbe différent du sien propre.

Car il faut préciser ici que ni le langage, ni le temps du chercheur ne sont ceux du journaliste. Le premier est, par nature, «patient, spécialisé et complet», le second est, par obligation, «pressé, généraliste et contraint au raccourci». Bref, tout les éloigne, en apparence. Alors que, dans le respect des missions de chacun, confrontées à des intérêts communs et convergents, tout devrait les rapprocher, si l'on veut bien prendre en compte la proximité des méthodes de travail : investigation, information, validation, questionnement, obligation de rigueur dans les restitutions...

Deux autres freins à la « communication » peuvent être notés. Le premier tient à la vieille conception latine de la vulgarisation. Dans nos cultures, ce terme équivaut à celui de « vulgaire », donc à celui de « dévalorisation ». Un paradoxe, quand il s'agit, au contraire, de mettre tout en œuvre pour... valoriser. Par ailleurs, dans la « synthèse intelligible par tous » que doit obligatoirement faire le journaliste, le chercheur peut légitimement craindre la vérification de la maxime italienne *traduttore, traditore* (traducteur = traître).

Le second frein tient à l'organisation humaine de la plupart des laboratoires. Combien de chercheurs – pourtant désireux de nous « faire savoir » – n'en ont-ils pas été empêchés, par crainte des railleries, voire des jalousies, de leurs chefs ou de leurs collègues ? La photographie du chercheur, dans son lieu de travail, et le texte naturellement laudateur, sont encore trop souvent vécus par les autres comme « une starisation ridicule ». Et ils ont parfois eu pour conséquence une « mise à l'écart » de celui qui avait osé enfreindre la conception vétuste d'une « recherche humble, solitaire, isolée et discrète ».

De son côté, le journaliste doit être attentif à ne pas se faire « parfumer », pour reprendre un terme de son jargon, par un labo ou un chercheur en mal de médiatisation. Pour éviter cette instrumentalisation – toujours possible – pour contourner ce risque toujours latent dans la recherche de l'information inédite (insolite ?), le recours constant à un groupe d'« experts » connus et reconnus, le plus varié possible, constitue le plus sûr rempart.

LA « VERTUEUSE OBLIGATION » D'UNE RELATION DIRECTE

Ces éléments « contrariants », souvent conjugués entre eux, ont parfois eu des effets regrettables. On en a vu une illustration lors du mouvement de revendication des chercheurs, où les plaignants ont souvent eu, même à Toulouse, l'impression d'être « découverts » pour la première fois par une ville passionnée par la recherche, mais ignorant ses chercheurs, alors même qu'ils y travaillent et y vivent en grand nombre (30 000, en comptant les enseignants-chercheurs des universités).

Un autre exemple fâcheux a marqué la dramatique explosion de l'usine AZF, le 21 septembre 2001 : il aura fallu attendre près d'une semaine, alors que les associations demandant la suppression de la chimie à Toulouse se déchaînaient, pour pouvoir enfin lire dans la presse

locale le point de vue d'un chimiste. Il aura fallu à l'auteur de ces lignes des heures de discussions préalables (et insistantes) avec d'éminents chercheurs heureusement rencontrés et connus « avant », pour enfin recueillir leurs paroles. Certes, on peut comprendre la stupeur, l'abattement et la prudence des chercheurs toulousains, face à la gravité de la situation ainsi créée (31 morts, des milliers de blessés et des dégâts considérables). Mais on peut regretter, aussi, dans l'intérêt même de la science (et de l'industrie qui en est issue) que le silence des « spécialistes » ait duré si longtemps, faisant ainsi le lit, hélas, des interprétations de ceux qui, à l'appui de leurs thèses, ont voulu y voir un « aveu de culpabilité ».

Aujourd'hui, le temps ayant fourni ses leçons, et les nécessités de la communication se faisant de plus en plus pressantes, de tels errements disparaissent peu à peu. La plupart des grands organismes de recherche se sont dotés de cellules de communication, ou ont fait appel à des agences spécialisées. Ce sont là d'excellents outils, en termes de mise en alerte sur un sujet ou sur une voie de recherche. Mais elles ne sauraient se substituer à la réalité tangible du chercheur et de son projet. Le rapport direct entre le journaliste et le chercheur dans son laboratoire est – et demeure – essentiel. En effet, l'information de proximité – répétons ce terme – ne peut se limiter au seul communiqué froid et impersonnel. Pour la PQR, qui écrit pour sa ville et sa région, le chercheur et son travail appartiennent aussi à ce cadre, et ils doivent être inscrits dans ces dimensions. Cette « incarnation » est un gage non seulement d'authenticité, mais aussi d'efficacité du message de vulgarisation – facteur que ni le chercheur, ni le journaliste, ne doivent oublier.

D'autant que l'actualité est riche. Et promet de forts développements, dont il faudra rendre compte au public, si l'on souhaite qu'il adhère vraiment aux réflexions et aux projets scientifiques. Tout particulièrement à Toulouse et en Midi-Pyrénées, où, avec ses deux pôles de compétitivité (aéronautique et lutte contre le cancer), ses deux Réseaux thématiques de recherche avancée (économie et aéronautique), son PRES (Pôle de recherche et d'enseignement supérieur) qui vient rassembler la puissance de feu de la seconde université de France (110 000 étudiants), avec ses trois instituts Carnot (LAAS-CNRS, Cirimat, Ecole des Mines d'Albi), ses trois fondations nationales de recherche (aéronautique, sécurité industrielle, InNaBioSanté), jamais la relation entre la recherche et les médias n'aura été d'une telle « vertueuse obligation ».

Barrières cognitives dans la perception des nanotechnologies

ENJEUX ET RISQUES
DES DÉBATS PUBLICS
SUR LA SCIENCE

La plupart des gens ne connaissent rien aux nanotechnologies. C'est gênant, quand il s'agit d'un domaine aussi porteur de développements scientifiques et de changements à notre manière de vivre. Dans un tel contexte d'ignorance et de crainte, le premier message structuré est de la plus haute importance. Comment le concevoir, comment le délivrer ?

par **Alexei GRINBAUM**, CEA Saclay, Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière (*) (**)

Plusieurs études et rapports récents consacrés aux problèmes éthiques et sociétaux des nanotechnologies révèlent une opinion publique partagée face à ces technologies. Outre les points de vue extrêmes, positifs ou négatifs, on trouve peu de réactions et ce, pour deux raisons. D'abord, le débat autour de la notion hautement controversée de la machine moléculaire – introduite par Eric Drexler (1) – a déterminé la plupart des premières discussions sur les nanotechnologies. Même aujourd'hui, lorsqu'on parle du rôle du mythe et de la fiction dans la perception publique des nouvelles technologies, ce débat parfaitement légitime et nécessaire subit souvent une incursion non exigée de la problématique drexlerienne. Ensuite, cette polarisation des opinions peut être vue comme une conséquence de l'incertitude inhérente aux nanotechnologies en tant que technologies émergentes, laquelle est renforcée par l'existence de barrières cognitives. Un rapporteur à l'Unesco reconnaît que «... les évaluations des nanotechnologies tendent à diverger radicalement... Ces évaluations radicalement divergentes entre elles, qui ont jusqu'à ce jour dominé le débat autour des nanotechnologies, semblent attribuables à l'absence de tout terrain commun (2)».

L'«absence de terrain commun» n'est certes pas sans précédent dans l'histoire des technologies (3), et de nombreux scientifiques redoutent – à juste titre – une nouvelle «débâcle du type OGM» (4). Afin d'éviter cet écueil, le présent article propose trois questions, qu'il convient de poser :

- que disent les scientifiques, au grand public ?

- qu'entendent les gens ?
- comment réagissent-ils ?

En posant ces questions, il est crucial d'établir un retour qui permette à la réaction du public d'influencer le discours tenu par les scientifiques à l'adresse du grand public. Idéalement, ce retour étant assuré et pris en compte, la tension sociale (toujours possible) pourra être évitée, grâce à un mécanisme démocratique. Toutefois, la réalité est très éloignée de cet idéal, comme en témoignent les extraits suivants, l'un tiré du rapport d'un sondage d'opinion effectué en 2004 à la demande de la Royal Society et du Groupe de travail sur les nanotechnologies de l'Académie Royale d'Ingénierie, et commissionné par le gouvernement britannique ; et l'autre tiré des avis et recommandations du panel de citoyens de la région Ile-de-France sur les enjeux liés au développement des nanotechnologies.

« Les interrogés ont éprouvé des difficultés à réagir face à l'information initiale qui leur a été donnée, à propos des nanotechnologies. Ils ont eu le sentiment qu'en l'absence d'exemples concrets de leurs utilisations possibles, il leur était difficile de se faire une opinion. Il y avait aussi ces interrogés qui voulaient que les scientifiques leur donnent une liste d'avantages et d'inconvénients, afin de pouvoir trancher. Par ailleurs, d'autres

(*) Laboratoire des recherches sur les sciences de la matière (SPEC/LAR-SIM, membre du C'Nano), CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex. Courrier électronique alexei.grinbaum@cea.fr.

(**) Traduit de l'anglais par Marcel Charbonnier.

sondés encore, en dépit de la clarté des explications apportées par les scientifiques, ont trouvé le concept de nanotechnologies, de manière générale, très abstrait et très difficile à saisir... Toutefois, malgré ce caractère confus, les sondés ont spontanément créé des espaces, certes à la fois pour le soupçon et la préoccupation, mais aussi pour des réactions positives (5)».

«Face au monde des nanotechnologies, nous éprouvons beaucoup de curiosité mais nous avons également beaucoup d'interrogations. Les nanotechnologies représentent un monde fait de complexité qu'il est difficile de comprendre... La complexité du nanomonde... suscite de l'inquiétude... Notre groupe se déclare majoritairement favorable aux nanotechnologies... Les nanotechnologies représentent indéniablement un progrès et même un espoir pour le monde d'aujourd'hui et de demain (15)».

Beaucoup de scientifiques sont décontenancés ; ils ne comprennent pas pour quelles raisons leurs travaux – apparemment inoffensifs – sont attaqués de la sorte par les « nanosceptiques » (16). Cet article se propose d'analyser l'origine possible de la suspicion et de la crainte suscitées par les nanotechnologies, et de proposer une méthodologie permettant de les éviter.

COMMUNICATION « GRAND PUBLIC » EN MATIÈRE DE NANOSCIENCES ET DE NANOTECHNOLOGIES

On reconnaît, en général, que les nanotechnologies n'en sont qu'aux prémises de leur développement, et qu'il est donc trop tôt pour tirer des conclusions définitives au sujet des changements que ces technologies sont susceptibles d'apporter à la « condition de l'homme moderne », pour reprendre une expression de Hannah Arendt qui fut parmi les pionniers de l'analyse philosophique sérieuse des rapports entre l'homme, la société et la technique. Cependant, les nanotechnologies sont d'ores et déjà bien présentes, tant dans le débat public à propos de la science et de la technologie que dans les documents officiels des organismes et des agences gouvernementales et internationales. Cet article défendra l'idée que c'est précisément ce fait – le déclenchement précoce du débat public – qui est à la fois positif et dommageable. Les non-professionnels concernés – notamment les décideurs et les citoyens ordinaires – sont invités à formuler des jugements sur les nanotechnologies, alors même qu'il n'existe aucun ensemble de résultats avérés, menés jusqu'à la production à grande échelle, et non pas simplement prophétisés.

L'avenir technologique est incertain, et même quand des scientifiques communiquent en direction du grand public sur leurs résultats et leurs travaux en cours, le sens de leurs messages fait souvent l'objet de controverses, et aboutit à une confusion chez leurs destinataires. Les évaluations des nanotechnologies hautement polarisées et radicalement divergentes sont la consé-

quence du lancement prématuré du débat public portant sur les technologies et les technologies convergentes, lesquelles, en l'absence de résultats tangibles qui auraient déjà produit un effet sur la société, sont grossies par toute une variété de distorsions échappant à la rationalité de l'analyse scientifique. La situation étant celle-ci, un scientifique affirmant qu'il fait « son travail, comme à l'accoutumée » a moins de chances d'être entendu qu'un visionnaire – authentique ou prétendu – prophétisant pour bientôt un changement radical dans la condition humaine. En même temps, la réaction publique « s'enrichit des craintes liées aux expériences passées comme l'amiante, le nucléaire... » (15). Un exemple d'un message de scientifiques existant, au sujet des nanotechnologies, est le film fortement encensé – *Nanotechnology* – sponsorisé par l'Union européenne, et qui a été récompensé par plusieurs prix internationaux (6). Ce film, destiné à la grande diffusion, recourt à un langage non technique, et n'expose aucun exemple d'applications d'ores et déjà commercialisées des nanotechnologies. Le commentaire est centré sur des « applications possibles » et sur des prototypes n'existant « à l'heure actuelle, qu'en quelques exemplaires, et toujours dans l'attente d'une production à grande échelle ».

L'effet cognitif produit lorsque, par exemple, un télé-spectateur voit, sur son écran, une paire de pantalons hydrofuges, comporte une barrière identique à celle que l'on trouve dans une campagne de publicité ordinaire, diffusée par les mass media. En insistant sur les aspects positifs des produits nanotechnologiques nouveaux – mais pas encore commercialisés – sans même en mentionner les désavantages et les risques éventuels, ni les problèmes d'ores et déjà rencontrés – on donne l'impression qu'on a affaire à une campagne de *marketing* standard. En conséquence, une telle publicité soulève, chez le spectateur, le soupçon qu'il fait l'objet d'une manipulation psychologique, et il émet des réserves quant à l'acceptabilité de la technologie en cause. En ne mettant l'accent que sur les seuls aspects positifs, les scientifiques ne font que renforcer le soupçon qu'on cache quelque chose au spectateur, en particulier, les risques liés aux produits dont il s'agit dans la publicité. Une réaction typique serait de se demander « s'il n'y a pas également une volonté délibérée de la part de toute une série d'acteurs (des scientifiques, des industriels, des politiques) de ne pas réaliser cette évaluation (des risques) ou bien quand elle a lieu, de dissimuler ses résultats » (15).

C'est ainsi qu'est anéanti le seul avantage dont disposent les scientifiques : le fait que le grand public se fie à leur crédibilité, en leur qualité de représentants du monde non commercial. Si les gens sont informés au sujet des nanotechnologies de la même manière qu'on leur fait découvrir une nouvelle marque de yoghourts, on peut difficilement s'attendre à une quelconque acceptabilité sociale, ni à une quelconque appréciation des efforts déployés par les scientifiques. Dans l'étude britannique citée ci-dessus, les sondés ont demandé aux

scientifiques de leur procurer « une liste d'avantages et d'inconvénients ». Si les scientifiques leur donnent exclusivement une liste d'avantages, cette information ne sera, *a priori*, pas crédible. Si de tels effets indésirables se produisent, dans la perception par le public, c'est parce que les scientifiques ne prennent pas en compte la façon dont le public perçoit le message de l'expert. Nous nous proposons d'étudier ces perceptions particulières, qui nous permettront de préciser le concept de barrière cognitive.

BARRIÈRES COGNITIVES

Aversion à la non-connaissance et l'impossibilité de croire

Au début des années 1950, les travaux de Leonard Savage sur les fondements des statistiques ont imposé un nouveau paradigme de la théorie de la décision, fondé sur une approche selon laquelle les probabilités seraient des degrés subjectifs de croyance, obtenus individuellement par chaque agent, et remis à jour conformément à la règle de Bayes, en théorie des probabilités (7). Avec son paradoxe énoncé en 1953, l'économiste français Maurice Allais entendait démontrer que les axiomes de probabilité subjective de Savage sont très éloignés de ce qui peut être observé en économie, dans des contextes courants de prise de décision. Un exemple allait bientôt être proposé, dont l'une des versions est connue sous le nom de paradoxe d'Ellsberg (8). L'idée clé, tant d'Allais que d'Ellsberg, était qu'il existe une aversion pour le fait de ne pas savoir. La non-connaissance doit être comprise comme l'opposé du fait de savoir ; il s'agit donc de la négation d'une propriété prescrite définie – à distinguer, par conséquent, de l'ignorance. L'ignorance présuppose qu'il y ait quelque chose susceptible d'être connu, alors qu'ici, nous avons affaire à une situation où l'on ne sait pas et où l'on n'est pas en mesure de savoir, à cause des conditions imposées en situation de jeu, ou à cause de certains facteurs, dans la vraie vie. L'aversion à la non-connaissance peut prendre la forme d'une aversion pour l'incertitude, dans des situations où l'incertitude est synonyme d'incertitude épistémique. Toutefois, en règle générale, l'aversion à la non-connaissance transcende les limites conceptuelles de la théorie de Savage. Le paradoxe d'Ellsberg est un exemple d'une situation dans laquelle des agents préféreront de manière « irrationnelle » la situation comportant une information, même limitée, à une autre situation exempte de toute information, ceci bien qu'il soit « rationnel » – d'après les prescriptions de la théorie de la décision – de faire le choix inverse.

Imaginons deux urnes : A, et B (voir figure). On sait que dans l'urne A, il y a exactement 7 boules blanches et 7 boules noires. L'urne B contient quatorze boules,

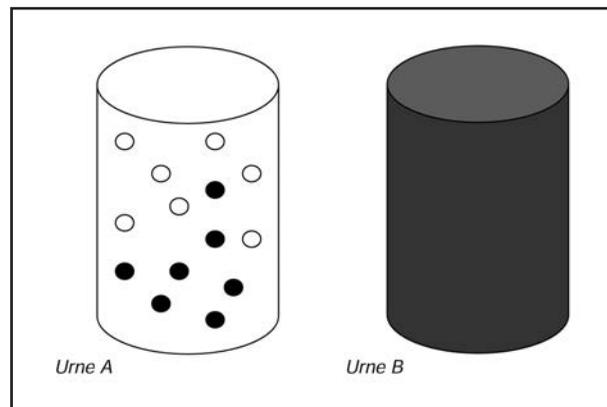


Figure – Le paradoxe d'Ellsberg.

dont certaines sont blanches et d'autres sont noires, mais dans des proportions inconnues. Une boule doit être tirée, au hasard, de chacune des deux urnes. Innocemment, une personne doit choisir l'une des deux urnes, puis parier sur la couleur de la boule retirée. D'après la théorie de Savage, l'urne B devrait être choisie même si la décomposition des boules entre noires et blanches n'est pas connue. Si la personne est rationnelle, au sens de Savage, elle forme subjectivement des probabilités, et donc elle parie sur la couleur de boule la plus probable subjectivement. Si les probabilités subjectives ne sont pas de 50-50, un pari sur l'urne B sera strictement préféré à un pari sur l'urne A. Si les probabilités subjectives sont précisément de 50-50, alors le preneur de décision sera indifférent. Contrairement aux conclusions de ce raisonnement, Ellsberg a argué du fait qu'une stricte préférence pour l'urne A est plausible parce que la probabilité de tirer une boule blanche ou une boule noire est connue d'avance. Il a étudié les préférences d'un groupe d'économistes, et il a trouvé qu'il y avait des preuves même parmi ce public de spécialistes plaidant contre l'applicabilité des axiomes de Savage.

Le paradoxe d'Ellsberg remet en cause le caractère pertinent du choix rationnel selon les probabilités subjectives en théorie de la décision. Il remet aussi en question l'hypothèse selon laquelle les décideurs humains sont des calculateurs de probabilités. De fait, si l'on s'était donné la peine d'évaluer le problème posé par ces urnes du point de vue des probabilités, on aurait nécessairement recouru à la règle de Bayes, et donc, on aurait conclu que l'urne B est le meilleur choix. Mais, comme l'a montré Ellsberg, l'aversion à la non-connaissance est plus puissante que la tendance à calculer des probabilités. Par conséquent, l'aversion à la non-connaissance érige une barrière cognitive, qui sépare le décideur humain du champ de la théorie du choix rationnel.

C'est un autre type, différent, de barrière cognitive qui surgit quand l'agent est confronté à une catastrophe, réelle ou imaginaire. Les fictions répandues, liées aux nanotechnologies, à propos de la « gelée grise » ou de la « gelée verte » (10), sont un exemple de ce type de catastrophe imaginaire. L'obstacle qui empêche l'agent d'agir face à une catastrophe future annoncée, qu'il

s'agisse d'un changement climatique planétaire ou de la « gelée grise », indépendamment de la question de savoir si les experts l'estiment réelle ou fictionnelle, ne réside pas seulement dans l'incertitude scientifique que nous sommes susceptibles d'avoir en présence d'un événement futur ; une de ses composantes tout aussi importante (sinon plus importante) est l'impossibilité de croire que le pire va advenir. Contrairement au pré-supposé fondamental de la logique épistémique, on peut savoir que P, sans, pour autant, croire que P. Puisque, du point de vue de la théorie cognitive, seule la croyance peut déclencher l'action, cette impossibilité de croire constitue un obstacle important à l'action de l'agent face à la catastrophe future.

la société se trouve inévitablement dans la même situation : celle où la prise de décision et la formulation d'une opinion précise sont exigées sans que, et avant que le sujet ait fait un effort de formation préalable.

Origine et conséquences des barrières cognitives

Quelle peut bien être l'origine des barrières cognitives ? Tout d'abord, l'aversion à la non-connaissance et l'impossibilité de croire ne sont pas sans rapport l'une avec l'autre. Toutes deux résultent du fait que l'action humaine, en tant que résultat du processus cognitif de



© François Henry/REA

L'aversion pour la non-connaissance peut prendre la forme d'une aversion pour l'incertitude (manifestation grenobloise contre les nanotechnologies).

Assurément, il y a des cas où les gens voient *réellement* venir une catastrophe, même si celle-ci ne sortira jamais du domaine de l'*imaginaire*, et s'y préparent dûment. Ceci signifie, tout simplement, que la barrière cognitive en question n'est pas absolue, et qu'elle peut être surmontée. Mais, dans l'ensemble, les agents humains ne croient pas en une catastrophe dès que celle-ci est annoncée, et, par conséquent, ils n'agissent pas conformément à cette annonce. Les citoyens admettent que « des efforts sont nécessaires pour pouvoir participer au débat », mais que « nous mêmes, avons très peu de connaissances sur le sujet (des nanotechnologies) avant de commencer notre formation » (15). La majorité de

prise de décision, dépend du fait d'avoir une information. Les agents cognitifs ne peuvent agir sans information et sans expérience, à partir desquelles ils construisent des analogies avec la situation courante. Par conséquent, une barrière cognitive fondamentale s'élève dès lors qu'un agent ne dispose d'aucune information ou d'aucune expérience, et n'agit pas. Vu depuis l'extérieur, cela prend l'allure d'une paralysie de la prise de décision. L'aversion à la non-connaissance est causée par cette barrière cognitive fondamentale ; pourtant maintenant, l'agent, comme dans le paradoxe d'Ellsberg, est contraint d'agir. Il choisit alors une action, qui n'est pas rationnelle d'après les axiomes de

Savage, mais qui découle du fait de ne pas avoir d'information, ou d'expérience. Si l'agent était autorisé à ne pas agir, comme dans les situations de la vie réelle, un des résultats les plus probables serait la paralysie. Quand le choix doit s'opérer entre le relativement mauvais, l'inconnu, et l'inaction, cette dernière se révèle la plus attrayante. Si elle n'est disponible parmi les options et si le choix à opérer est uniquement entre le relativement mauvais et l'inconnu, alors c'est le relativement mauvais qui s'avère le vainqueur.

Les nanotechnologies sont comme l'urne B dans le paradoxe d'Ellsberg. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) – il conviendrait de rappeler qu'on redoute, avec les nanotechnologies, une débâcle de l'acceptation sociale qui ressemblerait à celle des OGM – sont comme l'urne A. Dans une situation caractérisée par l'absence d'information (« l'accès à l'information s'avère un défi ») et le caractère singulier du changement technologique à venir, s'il existe une option plus familière apportant plus d'information, comme l'urne A, alors l'agent la choisira ; par exemple : l'agent peut interpréter la situation de choix comme dénuée d'information (urne B, nanotechnologies), si bien qu'elle équivaut à la situation de choix avec information, ce qui peut être dû, par exemple, au fait de l'existence, dans sa mémoire, d'une histoire encore récente des débats sur la question (urne A, OGM). De plus, s'il y a une possibilité de ne pas agir, alors cette possibilité sera préférée par l'agent (paralysie cognitive).

En revanche, l'agent est susceptible de trouver impossibles à croire des scénarios futurs, comme celui de la « gelée grise ». Confronté à un choix cornélien entre une catastrophe et un changement radical de style de vie requis afin de l'éviter, la plupart des gens sont paralysés. En tant qu'agents cognitifs, ils n'ont aucune information, aucune expérience, ni aucun savoir-faire pratique concernant l'événement inouï, et la barrière cognitive interdit au décideur humain d'opérer un choix et d'agir en conséquence.

Une autre conséquence de la barrière cognitive, c'est le fait que, si un agent est contraint à agir, il fera de son mieux afin d'acquérir de l'information. Dans le processus de prise de décision, la barrière cognitive dicte à l'agent de collecter le plus d'information possible et à agir conformément à celle-ci, même s'il peut s'avérer, plus tard, qu'il a pris la mauvaise décision ou encore que son action n'a pas été optimale. La réticence à se procurer l'information disponible ou, plus grave encore, le refus de rechercher de l'information, sont en eux-mêmes des décisions spéciales, qui requièrent de l'agent qu'il décide en toute conscience de s'atteler au problème de la qualité et de la quantité d'information dont il a besoin pour adapter son action. Si l'agent se donne pour tâche d'analyser le problème de savoir quelle information est nécessaire ou superficielle pour la prise de décision, alors il est compréhensible qu'il refusera d'acquérir de l'information, comme le fait l'agent rationnel dans le paradoxe d'Ellsberg. Mais si cette méta-analyse des conditions préalables de la prise de

décision n'est pas entreprise, alors l'agent tendra naturellement à collecter, au minimum, l'information qui est disponible immédiatement. Tel est le cas, dans la plupart des situations de la vie réelle. Par conséquent, la barrière cognitive implique que l'information directement disponible est vue comme pertinente pour la prise de décision. Ceci explique la raison pour laquelle beaucoup de personnes, dans le public, se réfèrent à leur expérience acquise en matière de générations précédentes de technologies amenées sur la place publique, dans leur formation de jugements au sujet de l'utilité des nanotechnologies.

La barrière cognitive, sous sa forme claire et nette, s'applique à des situations où l'on est confronté à un choix entre une absence totale d'information et une disponibilité minimale de connaissances partielles. Quand il s'agit d'un événement singulier – même si seulement prophétisé, comme, par exemple, un changement radical dans la condition humaine induit par une nouvelle technologie – les agents ne disposent d'aucune information au sujet de cet événement et de ses conséquences. Par définition, le fait qu'un événement est singulier signifie que l'agent ne peut utiliser son expérience antérieure pour analyser la liste de ses conséquences possibles et pour évaluer certaines conséquences particulières, appartenant à cette liste. Pour entrer dans le processus de prise de décision rationnel, selon Savage, les agents ont besoin d'une information ou d'une expérience antérieure, qui leur permette de former des probabilités *a priori*. Si cette information n'existe pas, ou si elle est telle qu'aucune donnée expérimentale antérieure n'est disponible, le processus est très facilement paralysé. Contrairement à la prescription de la théorie des probabilités subjectives, dans une situation d'absence d'information, les agents cognitifs réels ne choisissent pas d'établir des probabilités *a priori* de manière arbitraire. Pour eux, le fait de sélectionner des probabilités, et même de commencer à penser de manière probabiliste sans avoir aucune raison particulière pour ce faire, semble purement irrationnel et non crédible. Indépendamment de l'issue, positive ou négative, d'un événement futur, dès lors qu'il s'agit bien d'un événement singulier, les agents cognitifs se tiennent à l'écart du champ du raisonnement probabiliste subjectif, et ils sont paralysés. Il faut, dans ce cas, leur offrir un mode de fonctionnement qui soit à même de sortir les agents de l'impasse de la paralysie cognitive, et de les ramener vers un mode opérationnel.

QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE ?

Les « espaces spontanés, à la fois pour le soupçon et la préoccupation, mais aussi pour des réactions positives » mentionnés au début de cet article sont typiques d'un raisonnement impliquant des barrières cognitives. Il convient de distinguer trois catégories paradigmatiques de raisonnement :

- le raisonnement non réflexif, qui peut aussi être qualifié de processus spontané de prise de décision. Ce raisonnement n'implique nulle réflexion sur les lois de la réflexion, et les barrières cognitives, ici, atteignent dans ce cas leur étanchéité maximale. Ce type de raisonnement est caractéristique de la majorité des décisions prises par les agents humains ;
- le raisonnement mécaniste, des experts et des théoriciens qui introduisent dans la vie réelle les outils théoriques comme les arbres de décision ou la méthode des scénarios. Ce raisonnement mécaniste n'a pas d'impact sur le processus spontané de prise de décision des agents humains ordinaires (12) et il ne contribue en aucune manière à la levée des barrières cognitives ;
- le raisonnement en temps du projet (13), qui est une partie de la méthodologie de l'évaluation normative continue. Cet article propose l'idée que ce type de raisonnement élimine les barrières cognitives et peut véritablement influencer un raisonnement humain non réflexif.

A l'évidence, nous ne sommes pas capables de voir dans l'avenir pour savoir quelles seront les applications des nanotechnologies, afin d'ajuster les programmes actuels de communication publique à un contenu scientifique futur qui soit exact. Une solution procédurale différente est requise, qui soit éminemment flexible et capable de s'adapter à un contexte technologique en rapide évolution.

L'évasion aux barrières cognitives peut être obtenue par des mesures faisant passer le processus humain de prise de décision, auparavant « spontané » (catégorie 1), dans la catégorie 3. Il peut également être obtenu en soulignant délibérément la composante émotionnelle du processus de prise de décision et, par conséquent, en éliminant le problème entier de la perception publique de la sphère de la théorie rationnelle. En se focalisant sur la première solution, cet article souligne qu'il est naïf d'attendre qu'on puisse « enseigner » au public à prendre des décisions de manière non spontanée. Toutefois, il n'est pas aussi naïf d'adopter une stratégie qui fournisse des incitations à ce que la première décision, spontanée, prise de façon irréfléchie, fasse l'objet d'une investigation et d'une réflexion ultérieures plus poussées. A cette fin, l'information initiale distribuée au public doit être honnête, et elle doit signaler que beaucoup de choses ne sont *pas connues* et que, de plus, il y aura d'autres facteurs à prendre en considération, à l'avenir, les connaissances ne cessant de progresser. Trop souvent, les scientifiques s'adressent au public en utilisant le langage d'un sage ou d'un oracle persuadé de détenir toutes les réponses, et attendent simplement du profane qu'il comprenne ce qu'il entend et qu'il acquiesce. Si le message du scientifique est le suivant : « *Ce nouveau produit sera tout simplement génial, pour vous* », ce message sera spontanément classé avec les autres publicités que peut entendre tout un chacun. En l'absence d'information plus approfondie, l'agent humain se formera un jugement fondé sur une information antérieurement acquise, qu'il considèrera appli-

cable au cas d'espèce (le plus souvent, sans y avoir réfléchi). Les conséquences de ce type de jugement peuvent s'avérer désastreuses pour l'acceptation par le public – fortement désirée par les chercheurs et les industriels – des nouvelles technologies en question.

Le premier pas à accomplir en vue d'un dialogue responsable et sérieux avec le public requiert du scientifique qu'il détienne la maîtrise de ses propres messages en direction de l'opinion publique. Dans une situation où 71 % des sondés ne connaissent rien au sujet des nanotechnologies (14), le premier message venu, quel qu'il soit, formatera fortement la réaction du public. Il est extrêmement important, par conséquent, de formuler ce premier message de manière à ce que ses récepteurs soient encouragés à demander plus d'information. Ainsi, ce message pourrait être exprimé en ces termes : « *Nous avons fait ceci et cela, mais il y a une liste de choses que nous ne savons pas encore, et il y aura peut-être d'autres inconnues, à l'avenir. Il est trop tôt pour tirer une conclusion définitive, mais nous pensons que les résultats intermédiaires sont les suivants...* ». Ce n'est que si les scientifiques sont sérieux au sujet de l'incertitude et s'ils ne se montrent pas absolument certains d'avoir raison que le public continuera à leur faire confiance pour la poursuite de leurs recherches.

L'évasion aux barrières cognitives, telle que prescrite par la méthodologie de l'évaluation normative continue, tient, dans une large mesure, à la formulation prudente et à la compréhension des messages envoyés au public par les scientifiques, ainsi qu'à l'intégration, la plus rapide et la plus sérieuse possible, des réponses qu'ils en reçoivent, en retour.

RÉFÉRENCES

- (1) K.E. Drexler, *Nanosystems : Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation* (New York : John Wiley). K.E. Drexler, *Engines of Creation : The Coming Era of Nanotechnology* (New York : Anchor Books, 1986). Traduction française : K.E. Drexler *Engins de création : L'avènement des nanotechnologies*, Vuibert, 2005. Voir aussi le débat entre Drexler et R. Smalley in *Cenear* 81 n° 48 (003) : 37-42.
- (2) B. Gordijn, « Nanoethics », contribution à la troisième session du Comest, Unesco, Décembre 2003.
- (3) Voir la revue *Common Ground*, consacrée aux questions éthiques en matières de médecine et d'écologie, publiée depuis 1982.
- (4) Les expressions de cette crainte sont multiples. Ainsi, au colloque « Nano4Food : Des nanotechnologies pour les industries alimentaires » (Université de Wageningen, 2005), une des questions clés fut la suivante : « Comment éviter une nouvelle débâcle du type ONG dans l'apport d'améliorations à l'échelle nano aux industries alimentaires ? » Voir aussi G.S. Day and P.J.H. Schoemaker, *Peripheral Vision :*

Detecting the Weak Signals that Will Make or Break Your Company (Cambridge : Harvard Business School Press, 2006).

(5) BMRB Social Research, *Nanotechnology :Views of the General Public*, Etude préparée pour la Royal Society et le Groupe de Travail Nanotechnologies de l'Académie Royale d'Ingénierie, janvier 2004.

(6) Site Cordis, films documentaires et brochure, disponibles à l'adresse URL suivante : http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/pe_lea-flets_brochures.htm (consulté pour la dernière fois le 27 janvier 2007).

(7) L. Savage, «The Theory of Statistical Decision», *Journal of the American Statistical Association* 46 (1951), 55-67. L. Savage *Foundations of Statistics* (John Wiley, New York, 1954).

(8) M. Allais, «Le comportement de l'homme rationnel devant le risque, critique des postulats et axiomes de l'école américaine», *Econometrica* 21 (1953), 503-546.

(9) D. Ellsberg, «Risk, Ambiguity and the Savage Axioms», *Quarterly Journal of Economics* 75 (1961), 643-669. Voir aussi D. Kahneman and A. Tversky, eds., *Choices, Values, and Frames* (Cambridge University Press, 2000).

(10) Il s'agit d'un scénario de science-fiction qui a marqué les débuts des débats sur les implications sociales

des nanotechnologies. Voir *supra*, note 1. Voir aussi : *Nanoscience and Nanotechnologies : Opportunities and Uncertainties* (London : The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004), chapitre 6.

(11) Un exemple, relatif au changement climatique, est discuté en détail in J.P. Dupuy and A. Grinbaum «Living with Uncertainty : From the Precautionary Principle to the Methodology of Ongoing Normative Assessment», *C.R. Geosciences* 337 (2005), 457-474.

(12) A. Tversky and D. Kahneman, «Availability : A Heuristic for Judging Frequency and Probability», *Cognitive Psychology* 5 (1973), 207-232.

(13) A. Grinbaum and J.P. Dupuy, «Living with Uncertainty : Toward the Ongoing Normative Assessment of Nanotechnology», *Techné* 8, n. 2 (2004), 4-25.

(14) *Supra*, note 5.

(15) Les avis et recommandations de la conférence de citoyens de la région Ile-de-France sur les nanotechnologies, <http://espaceprojets.iledefrance.fr/jahia/webdav/site/projets/users/sobellanger/public/avis%20et%20recommandations%20citoyens.pdf>.

(16) Voir par exemple : S. Huet, «Le débat sur les nanotechs court-circuité», *Libération*, 13 décembre 2006 ; Y. de Kerorguen «Ces nanotechnologies qui dérangent», *La Tribune*, 13 décembre 2006.

La diffusion de la culture scientifique : réalisations et réflexions

L'accélération de la connaissance scientifique au XX^e siècle ne s'est pas accompagnée d'une accélération de la diffusion de cette connaissance auprès du public. Pourtant, Internet et les outils modernes de communication offrent la possibilité d'un vaste partage des savoirs, tout en créant de nouvelles difficultés. Eclipsée par les débats souvent animés sur ses applications, la science fondamentale peine à trouver son chemin vers le grand public.

par **Alexandre MOATTI** (*)

Je souhaite partager ici deux thèmes différents de mon expérience en matière de diffusion de la culture scientifique. En premier lieu, j'ai eu la chance d'avoir, sur le chemin de Damas de mon « retour à la science », une conscience aiguë du rôle que peut jouer Internet dans la diffusion de la science. En second lieu, j'ai été amené à m'interroger sur la place et la reconnaissance des sciences exactes (mathématiques, physique, chimie) dans notre société d'aujourd'hui – sujet qui n'est pas sans soulever certaines interrogations, voire malentendus.

INTERNET AU SERVICE DE LA DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Nous savons qu'Internet, que nous utilisons depuis plus de dix ans maintenant, est un remarquable outil d'accès à la connaissance. Les moteurs de recherche, devenus depuis quatre ans la principale porte d'accès au réseau, attisent à tous les âges notre curiosité naturelle et notre soif de connaissance. Si l'on fait un peu de sémantique, quiconque utilise un moteur de *recherche* entreprend, à son niveau, un travail de *recherche* qui lui est propre. Dans la technique même de ces moteurs, la notion d'*indexation* est un écho direct du travail immémorial du documentaliste et du bibliothécaire – ce travail de clas-

sification et d'indexation des œuvres permettant d'en faciliter la consultation par chacun à son niveau.

La diffusion de la connaissance *via* Internet est pourtant rarement mise en exergue, tant au niveau administratif qu'au niveau politique : les aspects négatifs d'Internet – comme le *spam*, les contenus illicites, l'utilisation abusive des données personnelles – sont plus spontanément mis en avant. Quand l'accès de tous à la connaissance, que permet Internet, est évoqué, c'est souvent, là aussi, pour en stigmatiser les dérives : querelles faites aux encyclopédies en ligne, de type *Wikipedia*, sur la pertinence de certains articles ; procès intentés aux moteurs de recherche sur l'ordre d'affichage des contenus, sur la publicité, sur une prétendue domination anglo-saxonne dans l'organisation de l'accès à la connaissance... Loin de moi, l'idée de nier ces dérives potentielles du réseau Internet ! Mais les réticences à l'innovation – celles-ci existent depuis la nuit

(*) Alexandre Moatti, 47 ans, X-Mines, a effectué sa carrière dans le secteur privé et dans le secteur public. En 2003, alors en fonctions au cabinet de la Ministre de la Recherche Claudie Haigneré, il a créé le site www.science.gouv.fr – il en est directeur de la publication. De mi-2005 à mi-2006, il a été Secrétaire général du projet « Bibliothèque numérique européenne », autre projet important de diffusion des savoirs. Mi-2006, il a publié aux Editions Odile Jacob son premier livre de vulgarisation scientifique (voir les références sur son *blog* de sciences www.indispensables.net). Il est par ailleurs, depuis septembre 2006, président de la Société des amis de la Bibliothèque de l'École polytechnique (www.sabix.org).

des temps – ne devraient pas obérer une utilisation pragmatique du réseau, en faveur de la diffusion de la connaissance.

Dans le domaine particulier de la diffusion de la culture scientifique et technique, les pouvoirs publics peuvent jouer un rôle actif dans la promotion de contenus de qualité sur Internet. Au cours de l'année scolaire 2003-2004 – j'appartenais moi-même, à l'époque, au cabinet de la Ministre de la Recherche Claudie Haigneré – nous avons lancé, suivant l'exemple du ministère de la Culture, un certain nombre de sites commémoratifs consacrés à des personnalités scientifiques (1) : mise en ligne de deux expositions consacrées par l'Observatoire de Paris à Arago et à Foucault ; conception complète d'un site multimédia consacré à Marie Curie (un des auteurs du site étant sa petite-fille, la physicienne Hélène Langevin). En effet, au moment où l'on fêtait le centenaire du premier prix Nobel de Marie Curie (en décembre 2003), il n'y avait aucun contenu francophone de qualité à son sujet sur Internet : à présent ce site Internet fait non seulement l'objet d'une exposition physique – alimentation inhabituelle du réel par le virtuel, dans ce cas – mais il est aussi en passe d'être acquis par l'Université de Shanghai, qui souhaite le traduire en chinois.

Surtout, c'est animés de cette volonté politique de promotion de l'« Internet scientifique » que nous fédérâmes, en créant le portail www.science.gouv.fr, l'ensemble des pages Internet de vulgarisation scientifique des organismes de recherche, universités, académies : grâce à un moteur de recherche interne au site ou au gré de sa propre navigation, l'internaute peut cliquer sur des pages situées assez profondément à l'intérieur des sites de ces entités publiques – pages dont l'accès depuis la page d'accueil institutionnelle de l'organisme n'est pas toujours aisé. Cette politique éditoriale de « mise en lumière » de sept cents dossiers multimédia de vulgarisation scientifique, associée à une actualité scientifique et une production de contenus spécifiques en collaboration avec divers partenaires (France 5, Centre de vulgarisation de la connaissance de l'université d'Evry...), a indiscutablement rencontré une demande des internautes : le site reçoit environ 140 000 visites par mois, et son audience 'tous publics' ne cesse d'augmenter.

L'étape suivante, dans l'accès à la connaissance sur Internet est celle de la mise en ligne de notre patrimoine culturel et scientifique. Les grands acteurs américains de l'Internet l'ont bien compris : après l'indexation par les moteurs d'une dizaine de milliards de pages HTML pendant la première décennie d'Internet, c'est la course à la numérisation et à l'indexation de contenus de qualité sur Internet qui est désormais lancée, *via* les accords que signent ces acteurs avec les plus grandes bibliothèques (européennes et américaines, pour l'ins-

tant). La science – au sens large – sera au cœur de ces bibliothèques numériques, l'enjeu étant la mise en ligne d'une « bibliothèque des savoirs » pour les contenus tombés dans le domaine public, sur une période 1700-1940. L'enjeu est aussi celui du rayonnement de la francophonie sur Internet, le patrimoine scientifique et culturel français, comme les patrimoines anglophone et hispanophone, étant susceptible d'intéresser des millions d'internautes dans le monde.

La « Bibliothèque numérique européenne (2) », telle qu'elle semble à présent finaliser ses orientations dans un projet de la Commission européenne centré sur les bibliothèques nationales des vingt-cinq pays membres, représente peut-être une réponse trop centralisée, insuffisamment tournée vers l'internaute, à une question (pourtant bonne) posée au départ, à savoir la visibilité, sur Internet, de contenus patrimoniaux francophones de qualité. Le caractère véhiculaire de l'Internet – grand réseau mondial – mais aussi son caractère vernaculaire – développement de réseaux locaux et communautaires, ce second phénomène étant de loin plus marquant que le premier au cours des deux années écoulées – laisse penser que des initiatives plus décentralisées, plus ciblées, moins globalisantes verront le jour, en parallèle, sans doute plus rapidement qu'un grand projet européen de « Très Grande Bibliothèque numérique ». L'évolution actuelle des technologies accompagne, voire provoque, ce phénomène vernaculaire et cette décentralisation des initiatives : possibilité de numérisation à domicile, partage partenarial de contenus d'un site propriétaire (ou producteur) des contenus à un autre site diffuseur de ces mêmes contenus, *via* RSS aujourd'hui, *via* OAI (Open Archive Initiative), demain...

A titre d'exemple d'initiative décentralisée dans le domaine de la science ; nous sommes en train de lancer, à la Société des Amis de la Bibliothèque de l'Ecole polytechnique, avec le soutien du ministère de la Culture, un projet de numérisation des cours et des écrits de grands scientifiques français de la première moitié du XIX^e siècle, cet âge d'or de la science française. Donner accès à des écrits limpides où l'on retrouve « dans le texte » les lois de l'optique de Fresnel, la force de Coriolis ou l'expérience d'Arago permettant de mesurer la vitesse de la lumière... ; voilà qui participe, aussi, d'une diffusion de la culture scientifique sur Internet, à destination des chercheurs, des étudiants, des professeurs de lycée et des internautes, de manière générale. Mais ce projet n'a pas qu'un objectif patrimonial : il a une visée tout à fait actuelle dans l'amélioration du rayonnement de nos institutions d'enseignement supérieur à l'étranger. Un étudiant en sciences coréen ne connaît peut-être pas l'Ecole Polytechnique, mais il connaîtra, à coup sûr, la force de Coriolis. Cet

(1) On pourra trouver ces sites à www.arago.science.gouv.fr, www.foucault.science.gouv.fr, www.mariecurie.science.gouv.fr; voir aussi les sites d'histoire des sciences consacrés par le CNRS à Lamarck, Lavoisier, Ampère, Buffon (même appel de site : www.personnalite.science.gouv.fr).

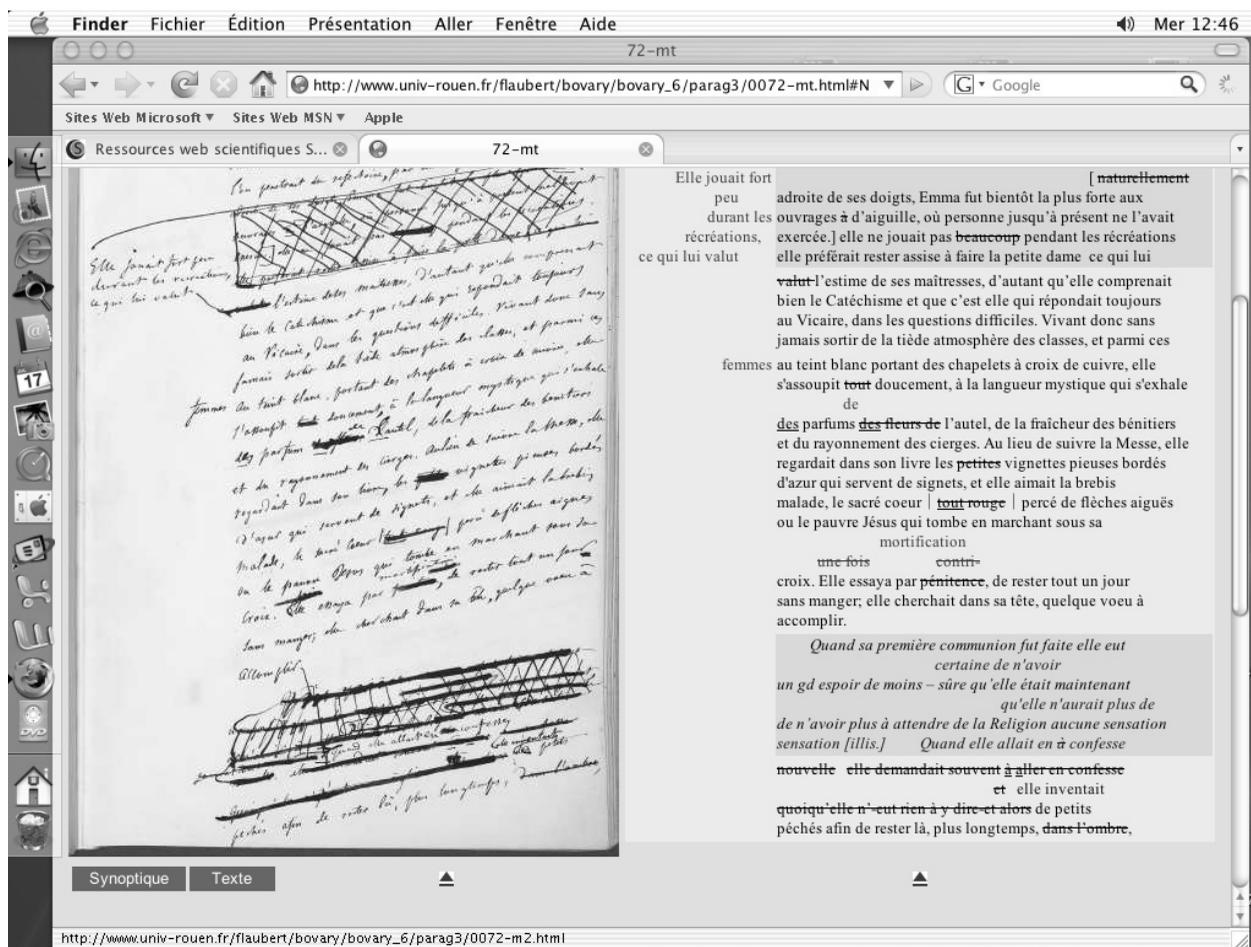
(2) Les lecteurs intéressés par le sujet des bibliothèques numériques et de l'édition scientifique peuvent consulter mon *blog* d'actualités www.bibnum.info ; ils trouveront aussi sur www.bibnum.net le rapport « Bibliothèque numérique européenne » remis au Ministre de la Culture en janvier 2006.

objectif non patrimonial est loin d'être contingent. Une institution qui aurait des visées uniquement patrimoniales ne poursuivrait pas un tel objectif : il s'agit donc bien, là, de l'illustration d'un Internet vernaculaire permettant de valoriser des « initiatives locales d'intérêt général ». En découle le caractère inévitable et hautement souhaitable de ces initiatives décentralisées. D'autres exemples, notamment dans les universités, peuvent être donnés, de la constitution de telles bibliothèques numériques scientifiques : l'Université de Rouen met en ligne les manuscrits de Flaubert et de Maupassant (deux écrivains phares de la Normandie) ;

connaître à son public d'internautes ces réalisations décentralisées, et fort variées.

QUELLE « CULTURE GÉNÉRALE » EN SCIENCES ?

A la lumière de ces expériences professionnelles et de mon expérience personnelle d'écriture d'un livre et de divers articles de vulgarisation scientifique (3), j'ai été amené à m'interroger plus spécifiquement sur la place des sciences exactes (principalement des mathéma-



© ROUEN, BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE

L'Université de Rouen met en ligne les manuscrits de Flaubert (Madame Bovary, première partie, chapitre 6, site de l'université de Rouen).

L'Université de Strasbourg met en ligne les écrits du mathématicien suisse Euler ; l'active communauté nationale des mathématiciens s'est organisée autour de l'Université de Grenoble pour créer un site d'archives de revues mathématiques numérisées : www.numdam.org, ... Le portail « science.gouv.fr » a d'ailleurs entrepris, depuis février 2007, de recenser ces bibliothèques numériques scientifiques, afin de faire

tiques et de la physique) dans notre société, aujourd'hui. Pour conserver l'image de Marie Curie évoquée ci-dessus, j'avais été fort surpris, à la lecture d'un essai, d'apprendre qu'alors qu'on avait demandé à aux élèves d'une classe de CM2, à Tours, dans les années 1960, quelle personnalité suscitait chez eux le plus d'admiration, la réponse majoritaire, chez les filles, fut : « Marie Curie (4) ». Dans notre génération d'avant-1968, la

(3) *Les indispensables mathématiques et physiques pour tous*, Editions Odile Jacob, avril 2006 ; voir *blog de sciences associé* www.indispensables.net

(4) Cité par Dominique Veillon, *Nous les enfants 1950-1970*, Hachette Littérature, http://www.ihp.cnrs.fr/publications/nous_les_enfants.html

science était une réalité effectivement perçue, voire un rêve, un émerveillement – celui de la visite du Palais de la Découverte ou de l'image sur le petit écran noir et blanc du pas d'Armstrong sur la Lune le 21 juillet 1969.

Que subsiste-t-il aujourd'hui de cette capacité d'émerveillement ? La science, et plus spécifiquement la science exacte, est devenue un moyen de sélection à tous les niveaux de l'enseignement : la réalité de la science est éclipsée par la fonction qu'on lui demande de remplir. Le système est ainsi poussé jusqu'à son comble, puisque ceux qui sont sélectionnés à l'issue de la course d'obstacles que représente cette sélection par la science – parmi lesquels nous mentionnerons les cinquante meilleurs élèves issus de l'École polytechnique – sont immédiatement orientés vers l'administration : le mathématicien Laurent Schwartz (1915-2002), médaille Fields, professeur à Polytechnique, stigmatisa à maintes reprises cet état de fait, déplorant la perte causée ainsi à la science française, une « fuite des cerveaux *intra-muros* ».

Ainsi détournée pour en faire un moyen de sélection, à tous les niveaux, la science fondamentale ne semble plus faire partie d'un socle de connaissances minimal, disons, de « culture générale ». Alors qu'un enseignement littéraire et en sciences humaines est, en règle générale, dispensé dans le cadre des enseignements préparant jusqu'au diplôme scientifique le plus élevé, l'inverse n'est pas vrai dans les filières littéraire, juridique, économique et commerciale, dans lesquelles un enseignement de « culture scientifique générale » fait défaut. On peut même dire qu'il est de bon ton, dans la société actuelle, de feindre ne rien comprendre aux grands concepts scientifiques : la spécialisation et le rapide développement qu'a connus la science au XX^e siècle ont fait disparaître la figure du savant-philosophe (tels un Descartes, un Pascal, un Leibniz, un Laplace, et autre Poincaré), en même temps qu'ils signaient la disparition de « l'honnête homme » capable d'appréhender l'état des connaissances de son époque ; nos clercs, philosophes, intellectuels, leaders d'opinion se sont pour la plupart détournés de la science, lui préférant d'autres champs d'investigation plus aisément abordables, et sans doute, aussi, davantage médiatisés...

Il est pourtant un domaine facilement accessible : celui de l'histoire des sciences, qui devrait occuper une place beaucoup plus importante dans notre société et son enseignement. La science exacte fait partie de notre vie de tous les jours : même si l'on n'en comprend pas les équations et le formalisme, on peut en comprendre le fil historique. Citons, en mathématiques, la filiation entre le petit théorème de Fermat (1638) et les algorithmes de chiffrement sur Internet ; en physique, la filiation entre la constante de Planck (1905), l'émission stimulée d'Einstein (1918) et le CD-DVD laser d'aujourd'hui ; ou encore l'application de la relativité restreinte (1905) et de la relativité générale (1916) au système GPS. Ces feuilletons, pourtant passionnants, sont inconnus de la plupart de nos étudiants, y compris dans

les filières scientifiques, où l'histoire des sciences n'est pas mise en valeur ; en filière non scientifique, aborder les sciences par leur histoire ou leur impact sur l'économie – domaines plus familiers et moins rébarbatifs que la science elle-même pour des étudiants « littéraires » – pourrait leur donner cette « culture scientifique générale » indispensable. Il appartient aux grandes institutions de formation en sciences humaines (lettres, droit, commerce, politique...) de relever ce défi, en réhabilitant le mot « sciences » dans toute son acception.

Au-delà du sujet de l'enseignement des sciences à nos étudiants de toute filière, on constate, dans le public adulte, une réelle appétence pour la science fondamentale. Cela concerne notamment les ingénieurs, qui ont fait des études scientifiques, ou les professeurs de sciences du secondaire, ces deux publics étant vivement intéressés par les « découvertes (5) » scientifiques qui ont été faites depuis leurs années d'études. Il ne s'agit certes pas, ici, de gloser sur les plus récents développements de la théorie des cordes en astrophysique, mais, tout simplement – dans une science qui s'est considérablement accélérée depuis 1945 – de transmettre les résultats importants obtenus ou de faire connaître des applications acquises : en sus des exemples d'applications déjà évoqués, on peut citer des résultats qu'il est fondamental de connaître, comme les tests de vérification de la relativité générale permis par la conquête de l'espace (à partir de 1960) ou encore la réfutation du paradoxe EPR de la mécanique quantique (1982).

L'information scientifique qui arrive à surnager dans le flot permanent de l'actualité médiatique correspond aux développements scientifiques les plus récents, renforçant l'impression de complexité véhiculée par la science, parfois même vidant ces développements de leur sens : ainsi, on nous cite la résolution, par Perelman, de la conjecture de Poincaré (mais, au fait de quoi s'agit-il ?), ou l'observation d'une énième étoile, toujours plus lointaine que la précédente, à 13 milliards d'années-lumière de la Terre (mais a-t-on bien conscience qu'on observe cette étoile telle qu'elle était à cette époque ?), ou encore les derniers développements de la théorie des cordes, censée unifier la relativité et la physique quantique (mais le public auquel on s'adresse a-t-il bien, déjà, une idée correcte sur ces deux théories ?)... Cette information scientifique-là n'est guère susceptible de se transformer en culture scientifique. Le filtre écrémant la diffusion de la science dans les médias laisse de côté ce qui est plus facilement accessible : les grandes découvertes scientifiques de la période 1800-1940 et, surtout, les avancées réalisées par la science sur la période 1944-1990, peu assimilées par un public lettré, qui, pourtant, en est friand.

Le débat est loin d'être neutre : de la même manière qu'il y a eu une révolution industrielle en 1850, il y eut, en 1905, une révolution scientifique, qui s'est traduite

(5) Par souci de simplification, nous employons à dessein ce terme (sans doute réducteur, notamment dans le cadre de la physique du XX^e siècle).

par l'accélération et la spécialisation des connaissances scientifiques. La période 1944-1990 est riche de consolidations souvent définitives des théories physiques formulées autour de l'année 1905, grâce à la conquête de l'espace (pour la relativité), et à la physique nucléaire (en ce qui concerne la mécanique quantique). Cette période a connu des avancées scientifiques récentes, qui sont enseignées avec un certain retard : peut-être s'agit-il d'une phase transitoire. Mais le cycle d'hystérésis de la diffusion des savoirs par rapport à leur production a tendance à ne plus se refermer. La connaissance scientifique s'accélère, sans que, pour autant, la vitesse d'assimilation de cette connaissance dans l'enseignement et vers le grand public s'accélère.

Par ailleurs, les occurrences où la science est évoquée dans les médias se cantonnent, bien souvent, à des sujets conflictuels, assez éloignés de la science fondamentale : OGM, effet de serre, nucléaire, éthique biomédicale... De manière analogue au débat autour d'Internet mentionné en première partie du présent article, seuls, les effets de la science jugés négatifs franchissent le filtre des médias et sont portés à la connaissance du grand public, d'une manière fort éloignée de la rigueur scientifique, dans un relativisme des opinions qui se généralise en tous domaines...

Une troisième réflexion sur la place des sciences exactes dans notre société est directement issue des vibrants plaidoyers en faveur de la science fondamentale que l'on peut lire, à intervalles réguliers, en France, depuis la « crise de la recherche » du printemps 2004. Cette science fondamentale se verrait en effet menacée, au profit d'une recherche finalisée, guidée, depuis l'aval, par les intérêts industriels ; elle serait même menacée par une recherche menée sous forme de projets, s'opposant à cette quête désintéressée et non dirigée que constitue la science fondamentale. Cet étendard est souvent brandi à des fins politiques, mais il n'en représente pas moins des fondamentaux non contestables, comme le montrent les exemples que j'ai déjà cités (comme l'application de l'émission stimulée d'Einstein au DVD laser). Une analyse plus approfondie montre cependant que cette vision est très réductrice, voire biaisée, eu égard aux développements scientifiques du XX^e siècle, et qu'elle peut contribuer à une mauvaise compréhension des acquis scientifiques de ce siècle par le grand public.

Tout d'abord, la mise en perspective par l'histoire des sciences devrait nous apprendre à manipuler avec précaution la notion de science fondamentale, indépendante de ses applications. Au début du XX^e siècle, en plein boom de la révolution scientifique, les tenants d'une science désintéressée, sans rapport avec les applications industrielles, se recrutaient parmi les physiciens les plus conservateurs, opposés non seulement aux innovations techniques de la révolution industrielle, mais aussi à la révolution scientifique du début du XX^e siècle : la phrase prononcée, dans les années 1920, sur « la parfaite inutilité du téléphone » est bien connue, bien qu'elle soit rarement attribuée à son véritable

auteur (6) – en l'occurrence, un physicien expérimental de renom, qui s'opposa sa vie durant à la nouvelle physique. En Allemagne, les physiciens de la « *Deutsche Physik* » des années 1930 mettront toujours en avant la science fondamentale – la science au sens allemand du mot *Naturwissenschaft* : « connaissance de la nature » – au détriment de ses applications (ils iront même jusqu'à donner au concept de « science pure » le sens d'une science débarrassée de ses praticiens non-aryens...)

Mais, au-delà de cette mise en perspective historique et de ses dissonances, opposer trop fortement la science fondamentale à la technologie ferait litière d'une authentique compréhension des avancées de la science au XX^e siècle. Car, si la science permet incontestablement le progrès technologique, on oublie souvent de rappeler que l'inverse est vrai : la révolution industrielle (à partir de 1850) et les importants progrès technologiques du XX^e siècle ont incontestablement permis à la science fondamentale d'avancer. La mise au point de matériels de laboratoire toujours plus sophistiqués, de télescopes, de satellites et de sondes spatiales... permet d'apporter, à partir de 1945, des résultats majeurs à la science fondamentale : en témoignent la vérification du troisième test de la relativité générale (expérience de Pound & Rebka, en 1960), la réfutation du paradoxe EPR de la mécanique quantique (paradoxe formulé par Einstein en 1935, et réfuté par Aspect en 1982) et, plus près de nous, l'apparition de concepts scientifiques fondamentaux comme l'électronique de spin (7), née grâce au développement de l'industrie électronique. Le développement des nanosciences marie d'ailleurs intimement science fondamentale et technologie. On pourrait multiplier les exemples, et en donner d'autres en mathématiques, qui sont pourtant une science fondamentale par excellence : certains résultats, comme le « théorème des quatre couleurs », ne peuvent être démontrés que grâce à la puissance acquise en calcul informatique.

Car c'est une des caractéristiques du XX^e siècle – dans un autre cycle d'hystérésis entre progrès scientifique et progrès technologique – que d'avoir ainsi aboli les barrières entre les sciences fondamentales et leur utilisation dans les technologies. Opposer, au XXI^e siècle, de manière tranchée et parfois doctrinaire, science fondamentale et technologie, en physique (mais aussi en mathématiques) reviendrait à faire un contresens sur la

(6) Il s'agit d'Henri Bouasse (1866-1955), ancien élève de l'École normale supérieure (1885), in « *Houle, rides, seiches et marées* » (1924), un ouvrage consacré à l'hydrodynamique ; ce physicien universitaire a eu une grande influence, avec ses manuels, sur l'enseignement supérieur de la physique en France jusqu'en 1940.

(7) C'est Albert Fert (CNRS) qui met au point ce concept dans les années 1990, http://www.cnrs.fr/dsg/MIPPU/sciences/nanosciences/temoign_fert.htm. Il est intéressant de constater qu'Albert Fert et Alain Aspect sont tous deux « médaille d'or du CNRS » (respectivement en 2003 et en 2006) ; ce sont deux des plus brillants physiciens français. Ils font bien évidemment de la science fondamentale, mais sont aussi de grands expérimentateurs, sachant mettre au point et utiliser les technologies de laboratoire les plus sophistiquées.

spécificité de la révolution scientifique du XX^e siècle, et risquerait de contribuer à induire le grand public en erreur sur la nature même de la science, à l'heure actuelle. C'est là un écueil dont devrait se garder toute personne soucieuse de la transmission de la science à un large public.

Révolution industrielle de 1850 et progrès de la technique, révolution scientifique de 1905 et accélération de la connaissance scientifique, révolution de l'Internet

de 2000 et diffusion de l'accès à la connaissance, voilà trois phénomènes étroitement imbriqués, dont les cycles à inductance mutuelle ont incontestablement un impact sur l'assimilation actuelle des concepts de la science par le grand public. C'est maintenant que nous commençons à percevoir leur influence, ses dangers comme ses opportunités, dans la fonction que nous avons tous – ingénieurs, chercheurs, professeurs, parents – de vulgarisateur de la science.

« Apprendre en s'amusant » : credo pour la culture ?

Les centres de sciences ont intégré l'idée, portée aux nues en soixante-huit, d'une appropriation ludique des savoirs. Ce nouveau credo banalisé est unanimement partagé. S'il est issu d'un bon sentiment et exprime une critique justifiée envers une démarche austère et rébarbative d'acquisition des connaissances, il produit aussi des effets pervers. Crise de l'école et crise de la culture sont indissociables. A trop vouloir enseigner par le jeu, l'institution culturelle risque de se muer en terrain de jeux, c'est-à-dire en parc de loisirs. La question de la transmission de la culture scientifique, plus qu'une autre, semble être emblématique de cette tendance.

par **Serge CHAUMIER**, Professeur à l'IUP Denis Diderot, CRCM, Centre de recherche sur la Culture et les Musées Université de Bourgogne (*)

L'idée de recourir au jeu comme méthode pédagogique n'est pas nouvelle, en soi. Dès l'Antiquité, des auteurs en signalent les vertus et, au XVI^e siècle, Montaigne rapporte comment son père s'en inspire pour lui faire apprendre le latin, présenté comme une langue secrète et codée. Les pédagogues du XIX^e siècle ne retiendront bien souvent de Rousseau que les conseils les plus austères, oubliant ses réflexions sur la dialectique entre l'effort et la gratification. La pédagogie libertaire devra donc réinventer l'idée d'un apprentissage déployé à partir de la joie de la découverte, plutôt que sur le goût du labeur. De Sébastien Faure à AS Neil, en passant par Francisco Ferrer et Célestin Freinet, les figures emblématiques d'une contestation des méthodes pédagogiques classiques de l'enseignement public vont concourir à sensibiliser à d'autres approches. À l'ascèse et à la soumission aveugle aux maîtres et aux savoirs, à la hiérarchie scolaire, sont substitués l'autonomie, la responsabilisation et le pari sur l'intelligence (individuelle, et collective). La curiosité de l'enfant doit être éveillée, afin que le savoir réponde à

une demande exprimée, et non plus à un contenu imposé.

L'intention est évidemment bonne, dès lors que la démarche s'appuie sur des demandes suscitées. Comme le constate, avec sagesse, Confucius : « *Je ne peux rien pour celui qui ne se pose pas de questions* ». Ces questions, il faut donc les susciter et, pour cela, faire naître le désir de connaissance. La curiosité est un formidable moteur de l'apprentissage, ce que les pédopsychiatres ont depuis longtemps constaté chez le jeune enfant (1). « *L'activité ludique contribue à la Paidia – l'éducation – et fournit les forces et les vertus qui permettent de se construire soi-même* », remarque Jean Duvignaud (2). Sans s'attarder sur cet historique, nous pouvons constater que

(*) serge.chaumier@u-bourgogne.fr

(1) Ainsi, de Jean Château, dans la lignée des travaux de Jean Piaget. *Le Jeu de l'enfant. Introduction à la pédagogie*, Vrin, 1946.

(2) Jean Duvignaud, *Le Jeu du jeu*, Balland, 1980, p. 44.

l'école a intégré (certes, peut-être insuffisamment) cette volonté de partir de la demande des élèves pour les conduire à l'acquisition des connaissances. Depuis 1968, ce nouvel état d'esprit, s'il ne s'est pas toujours concrétisé suffisamment dans les institutions, a cependant imprégné profondément la culture des nouveaux enseignants. Le plaisir, le jeu, l'hédonisme, voire le polymorphisme, ont fait partie des concepts chers à tous les lecteurs de Marcuse et, plus généralement, à la pensée des années 1970. Pour le dire autrement ; François Dubet constate que le culte du savoir – ce pilier de la III^e République – a laissé sa place à l'exigence de plaisir. « *Apprendre en s'amusant* » demeure le maître mot de bien des services éducatifs. Or, c'est une conception nouvelle, qui a bien des conséquences.

Les institutions culturelles (notamment, les musées) se sont émancipées de la férule didactique, pour assumer pleinement un rôle qui n'est pas celui de l'école, mais qui lui est complémentaire. Il n'est pas dans la fonction du lieu culturel d'enseigner, mais bien, plutôt, d'« apprendre à aimer », selon les mots d'André Malraux (3). Les musées et centres de science se sont surtout donné pour mission d'intéresser aux sciences pour éveiller des vocations et, plus largement, de familiariser la population avec des questions intéressantes tous les citoyens. Le paradigme de la diffusion des savoirs, voulue par les initiateurs des musées, à leur origine, a laissé place au désir de sensibiliser. Il n'est plus dans la mission première du musée d'éveiller à la conscience de ce qu'il y a de meilleur en l'Homme, au travers de la présentation des prouesses du génie humain, mais plutôt de permettre à tout un chacun de s'approprier les démarches scientifiques.

Sur ce terrain se sont initiés nombre de Centres de culture scientifique et technique (CCSTI) et d'associations de culture populaire, qui se donnent pour objet de développer l'éveil aux sciences. Des débats ont eu lieu sur les méthodes. Des partisans du Palais de la Découverte, qui mettaient en avant les contenus et les questionnements, ont reproché à la nouvelle Cité des Sciences et de l'Industrie de faire la part trop belle aux résultats (4). De semblables oppositions séparent, par exemple, aujourd'hui, à Vaulx-en-Velin, les ateliers de *La main à la pâte* et la démarche conduite par *Ebullisciences*. En développant la curiosité et la sensibilisation moins au processus de recherche qu'aux conclusions et aux données, une approche consummatrice et quelque peu scientifique risque de s'exprimer. Mais c'est surtout une tension entre le jeu – comme méthode d'exploration d'un questionnement et de découverte pour l'acquisition – et le jeu – comme seule finalité de l'action – qui nous semble aujourd'hui se

poser de nouvelle manière dans les lieux de connaissance scientifique.

Très heuristiques, les catégories proposées par Roger Caillois définissent le jeu selon quatre modalités principales (5). *Lagon* désigne ce jeu où prévalent les valeurs de combat ou de compétition, *l'alea* celui où, au contraire, la volonté démissionne, *Mimicry* le qualifie quand le mimétisme y préside, et *Iliax* quand il relève du vertige et de la transe. Il faut rattacher à la première catégorie le jeu mis en œuvre dans un processus d'apprentissage, dès lors que l'on veut bien élargir le concept à une lutte avec soi-même, en vue de se surpasser. Ainsi, l'effort réclamé pour comprendre et parvenir à un résultat suppose que l'individu se concentre, dans la perspective d'atteindre un but. Il y a, à parvenir à un résultat, un plaisir certain, qui résulte de l'effort consenti. Comme dans les sports, le travail intellectuel ou artistique est une lutte d'abord avec soi-même, qui suppose de la concentration, une dépense d'énergie et une certaine dose d'abnégation. Rien n'est donné, en soi, dans l'immédiateté, mais tout résulte d'une démarche, longue, parfois difficile. Tout bien considéré, on peut même supposer que c'est justement cette démarche qui différencie le lieu culturel du lieu de loisir. Le premier suppose l'effort, et donc le travail, alors que le second se contente du laisser-aller, du plaisir immédiat (ce que l'on peut attribuer dans une certaine mesure et différemment aux trois autres catégories de Caillois).

On ne se cultive pas seulement en s'amusant : « *Cela exige de l'effort, de la concentration, de la persévérance, de l'esprit critique et du raisonnement* », écrit Neil Postman dans *Se Distraindre à en mourir* (6). « Le plaisir vient après un long et pénible labeur », soulignait déjà avec acuité le philosophe Alain (7). C'est cette attente, qui est devenue insupportable aujourd'hui : le plaisir doit être immédiat, rien ne saurait le reléguer. Or, s'il doit résulter du plaisir à se cultiver, c'est un leurre de faire croire à un registre d'équivalence entre les deux. Jusque-là, l'apprentissage était synonyme d'effort et de renoncement, voire même d'abdication. L'homme cultivé désignait l'homme qui ne se laisse pas aller à la facilité. La culture est lutte contre la démagogie et le risque d'affaiblissement de l'esprit. Les sirènes du laisser-aller conduisant seulement à consommer les produits de ce que Malraux nommait les usines de rêves, productrices d'argent. La *société de consommation* a repris l'idée du plaisir immédiat – idée libertaire, à l'origine (que l'on trouve par exemple théorisée chez Marcuse), de vivre par plaisir plutôt que par ascèse (mais c'est une vision complaisante et déformée de cette idée qui est ainsi vulgarisée).

(3) André Malraux, « Inauguration de la maison de la culture d'Amiens », *André Malraux. Ministre, 1959-1969*. Comité d'Histoire du ministère de la Culture, 1996, p. 303.

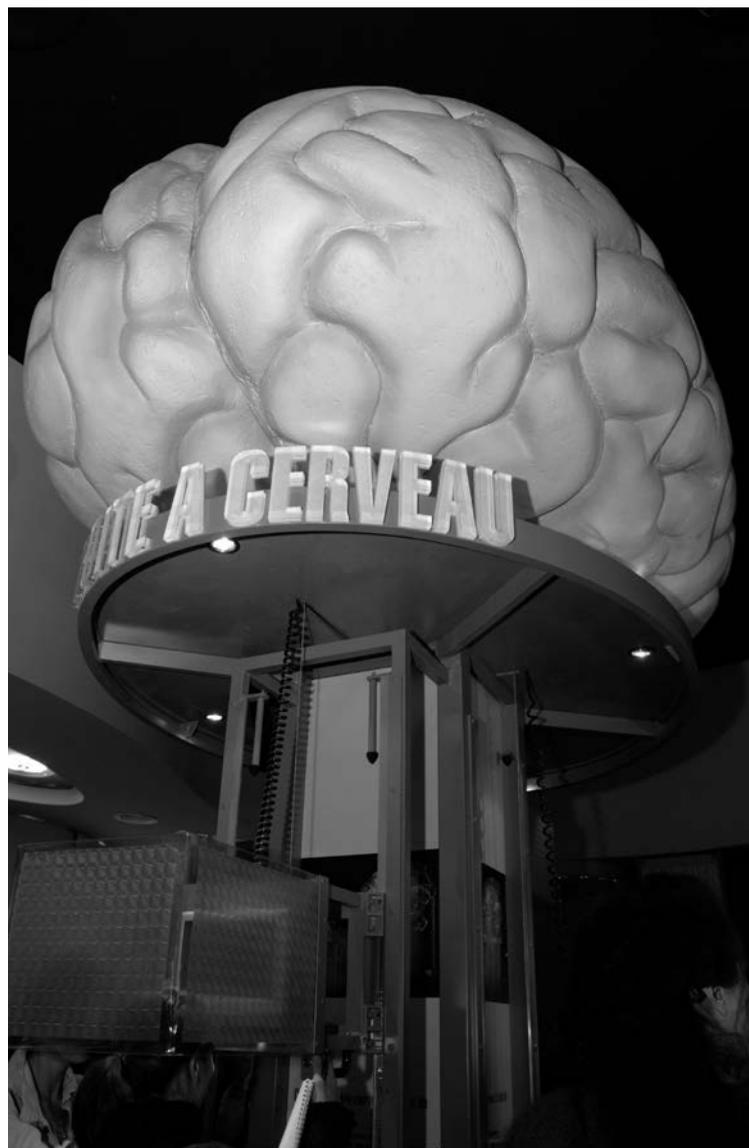
(4) Kennett Hudson, « Un musée inutile », *Museum*, n° 162, Vol XLI, n° 2, 1989, pp. 114-116.

(5) Roger Caillois, *Les Jeux et les Hommes*, Gallimard, Folio 1997.

(6) Neil Postman, *Se Distraindre à en mourir*, Flammarion, 1986.

(7) Alain, *Propos sur l'Éducation*, PUF, (1932), 1965, p. 4.

Roland Barthes rappelait que le plaisir et le jeu sont consubstantiels à la connaissance : il y a de la jouissance dans la culture et dans l'art, fort heureusement, mais celle-ci ne se manifeste qu'au terme d'un temps d'application. Lire un livre peut procurer une grande satisfaction, mais le plaisir ne provient que du franchissement d'un seuil qui nécessite, en premier lieu, une volonté afin de pouvoir se manifester. Il n'est pas besoin d'invoquer à ce sujet les épais volumes d'*À la Recherche du temps perdu* (de Marcel Proust). La plupart des grandes œuvres supposent, en effet, que l'on se familiarise avec un style (ce qui peut, dans un premier temps, rebuter et paraître rébarbatif). Jean-Louis Harouel va jusqu'à distinguer la culture (qui suppose l'effort) du loisir (qui peut se satisfaire de sa seule consommation), en évoquant la différence entre le livre et le cinéma (8). Cet auteur mentionne qu'un sondage auprès d'élèves rapporte que ceux-ci préfèrent voir un film de Coppola à la lecture de Stendhal. Le premier, en effet, ne suppose pas d'effort pour ressentir du plaisir, alors que le second en exige, et c'est justement cet effort qui dénote la culture, pour Harouel. Sans aller jusqu'à opposer ainsi la littérature au cinéma, – car il est des films qui ne se donnent pas dans leur immédiateté et qui supposent un travail d'appropriation pour être reçus – on ne peut néanmoins évacuer tout à fait l'argument d'un revers de main, en le qualifiant de réac-



© Philippe Plailly/EURELIOS/LOOK AT SCIENCES

La curiosité est un formidable moteur de l'apprentissage (une « boîte à cerveau », permettant de comparer sa boîte crânienne avec celle de Néanderthal, dans le Paléosite de Saint-Césaire, en Charente Maritime).

tionnaire. Le rapport entre le texte et l'image est, à ce titre, problématique.

A l'instar de Barthes, on peut estimer que le jeu est essentiel à l'activité de connaissance, dès lors que le travail lui est inhérent. Il faut s'appliquer, en quelque sorte, à jouer sérieusement, avec exigence et volonté.

Bref, il y a moins une opposition entre les deux sphères, du jeu et du travail, que des moyens d'accéder à d'autres registres de l'existence, jamais donnés *a priori*. Une idée courante, qui sévit particulièrement dans les milieux muséographiques, remet en question l'opposition entre éducation et distraction, sous prétexte que le plaisir n'est pas dénué de réflexion (et réciproquement) (9). Cette idée n'est pas erronée. Cependant, il devrait moins en ressortir une confusion entre ces deux sphères que la conscience affirmée que l'une doit être mise au service de l'autre. Hanna Arendt faisait remarquer que supprimer la distinction entre le travail et le jeu, au profit de ce dernier, conduit à enfermer l'enfant dans l'infantilisme, en lui refusant la possibilité de s'affranchir (10). Le monde de

l'enfance devient alors un absolu, et le jeu une sorte de refuge autosuffisant.

On peut, par conséquent, s'interroger sur les confusions qui président trop souvent, aujourd'hui, aux démarches de médiation. En proposant des jeux et des

(8) Jean-Louis Harouel, *Culture et contre-cultures*, Puf, 1994, p. 106. Cite Hamon et Rotman, *Tant qu'il y aura des profs*, Seuil, 1984, p. 313.

(9) Ainsy Fiona MacLean, « Le passé est à vendre : réflexion sur le marketing des musées », *Publics et musées*, n° 11-12, janvier 1997.

(10) Hanna Arendt, « La Crise de l'éducation », in *La Crise de la culture*, Gallimard, Folio, 1972.

activités ludiques, les centres d'expositions se transforment parfois en terrains de jeux, oubliant leur mission première. A trop prétendre que le musée n'est pas un lieu d'enseignement et que ses missions ne sont pas du côté de l'apprentissage, mais du côté de la sensibilisation et de l'expression d'autres dimensions, le risque est patent de transformer l'institution en lieu de divertissement. « Dans ces mondes artificiels lucratifs, destinés à la récréation (cette neutralisation de l'esprit), il n'est plus vraiment nécessaire d'apprendre, mais il est obligatoire de s'amuser » écrit François Mairesse, à propos d'EPCOT Center, dans son ouvrage *Le Musée spectaculaire* (11). Le ludisme, soutenu par la nécessaire interactivité et les invitations faites aux visiteurs de réaliser des expériences, sont devenus les maîtres mots des concepteurs d'expositions. La prégnance de l'image et de la technique, les logiques de l'événementiel, du ludique, du sensationnalisme, du spectaculaire, de l'expérientiel prennent le pas sur les anciennes fonctions. Cependant, ces approches sont celles que développe également le parc d'attractions, qui réussit avec plus d'efficacité, dans cette veine (12). « Il faut que les gens s'amuse et alors ils seront contents », selon la devise de Walt Disney. Comme le mentionnait Malraux, évidemment, il faut que les gens s'amuse, et cela ne présuppose pas que la culture soit ennuyeuse par nature, mais la finalité de la culture, ça n'est pas l'amusement (13). Celui-ci n'est qu'une modalité possible d'expression, superfétatoire, la culture ayant, quant à elle, d'autres exigences : celles d'élever l'Homme à ses propres yeux, de révéler son existence, de lui faire prendre conscience du monde et de lui inspirer des réponses sur les mystères de l'existence, par exemple. Ces enjeux métaphysiques n'excluent ni le jeu ni le rire. Mais si ce sont là des ressorts, ce ne sont pas des finalités.

La question qui se pose, dans les centres de culture scientifique, est donc de la même nature que celle qui s'exprime dans les théâtres. S'il s'agit davantage de sensibiliser à des connaissances – plutôt qu'à des interprétations du monde, comme l'art peut y prétendre – la même volonté d'acculturation préside. Il convient que l'individu en ressorte différent, en ayant acquis un regard et une conscience sur des réalités jusqu'alors ignorées. Ainsi, à la *Cité des Enfants*, de la *Cité des Sciences*, à Paris, les jeux sont-ils mobilisés pour permettre aux enfants de s'approprier des contenus et de mieux comprendre le monde qui les entoure. Le principe de la coéducation qui y est développé repose sur cet axiome, qui veut que la découverte puisse être agréable et partagée, mais qu'elle demeure néanmoins instructive (14). Or, il semble que l'on glisse vers autre

chose, quand le jeu devient un motif de plaisir en soi et quand un vague contenu est instrumentalisé afin de donner à croire que la démarche à laquelle on consent est culturelle. La distinction passe, dès lors, entre ceux qui ont un alibi culturel, que l'on qualifiera de parcs d'aventures scientifiques ou de parcs culturels, et les autres, qui s'en éloignent, revendiquant pleinement le registre du loisir.

Toutefois, on peut se demander si cette distinction ne cache pas davantage une instrumentalisation des contenus qu'une vraie différence de nature. Il est permis de s'interroger, par exemple, sur les mammoths, ou ces fonds de paysage canadien devant lesquels on se fait photographe, ou encore sur les flippers géants et ces toboggans – comme dans *Crad Expo* – censés aider à la compréhension du transit intestinal... Puisque le motif pédagogique est à présent décrié, demeurent des explorations qui ressemblent fort à celles que l'on peut faire ailleurs, auprès des marchands de sensations. Ce que nous avons appelé culture alibi est manifeste, dès lors qu'un visiteur estime que d'autres visiteurs peuvent, sans doute, s'instruire, mais qu'il entend quant à lui utiliser les lieux à la seule fin de se divertir. Quand la technique est éprouvée pour elle-même, pour son caractère spectaculaire ou ludique, ou quand le seul fait de participer suffit à contenter le visiteur, une frontière est alors franchie et on ne distingue plus la visite culturelle d'une sortie dans un parc d'attractions (15).

La démarche suivie par ce type de muséographie est complexe à décrypter, car elle n'est pas unidimensionnelle. Il ne s'agit pas seulement de mettre à disposition des manèges et des machines à produire des frissons, comme dans un vulgaire parc à thèmes, car, dès lors, la dénonciation serait aisée, mais c'est plutôt un savant dosage. Entre, d'une part, une mission scientifique (attestée par la présence d'objets de collection, de quelques discours généraux, ou même de la restitution de quelques recherches scientifiques) et, d'autre part, une mise en contexte qui noie les premiers éléments dans une ivresse ludique et sensationnaliste. Ainsi, il est possible, non seulement au concepteur, mais aussi au visiteur, de se dédouaner. Il s'agit de permettre l'apprentissage, d'un côté, et de laisser croire, de l'autre, que si d'autres visiteurs entendent se cultiver, ils le peuvent, dans un lieu que l'on fréquente d'abord soi-même pour se divertir. D'un souci didactique de compréhension, on est passé insidieusement à l'instrumentalisation de la culture comme prétexte à produire du divertissement. Les techniques utilisées peuvent être mises au service des émotions et – plus rarement – de la réflexion, mais elles sont, le plus souvent, sujettes à pro-

(11) François Mairesse, *Le musée, temple spectaculaire*, PUL, 2002.

(12) Voir le numéro de *Culture et Musées*, n° 5, « Du musée au parc d'attractions », sous la direction de Serge Chaumier, Actes Sud, 2005.

(13) André Malraux, « Inauguration de la maison de la culture de Grenoble », *André Malraux. Ministre, 1959-1969*. Comité d'Histoire du ministère de la Culture, 1996, p. 311.

(14) Jack Guichard, « Adapter la muséologie aux enfants », in *La Révolution de la muséologie des sciences*, sous la direction de Bernard Schiele et Emlyn H. Koster, PUL/Multimondes, 1988.

(15) Daniel Raichvarg, « Le tourisme scientifique et technique. Entre Diderot, Freud et Disney. Pédagogie et interactivité », *Espaces*, n° 240, Septembre 2006.

duire des sensations, de l'amusement ou de l'identification. Ces registres peuvent être plus ou moins combinés selon les situations ; ce qui importe, c'est que le visiteur passe un bon moment, avec la bonne conscience d'effectuer une démarche culturelle.

Le ludisme est du reste produit de différentes façons, et il ne requiert pas nécessairement des choses drôles ; il s'agit plutôt de se divertir, en consommant sans attention véritable. Ainsi, des lieux très sérieux dans leurs intentions premières développent de semblables approches. Comme la *Cité des Sciences* (à Paris), le *Pass, Parc d'aventures scientifiques* à Mons (en Belgique), qui proposent des expositions en elles-mêmes intéressantes, mais qui sont agencées de telle manière que l'on peut, comme à la télévision, passer d'une chaîne à l'autre, dès que l'effort devient trop intense. Un peu de culture scientifique, un peu d'histoire sur la condition des mineurs, un peu de biologie, un peu d'écologie, un peu d'industrie, un peu d'architecture, un peu de réflexion sociologique sur l'argent, un peu de *design*, un peu de sport, un peu de diététique... : tout trouve sens et place, dans «le hangar à expositions», selon une dénomination du *Pass*. On est autorisé, voire encouragé, à être «touche-à-tout». En zappant d'une exposition à l'autre – ce que la disposition des espaces incite à faire –, le visiteur peut passer une longue journée agréable, sans être jamais vraiment confronté sérieusement à un quelconque sujet (16).

Contrairement à d'autres lieux offrant également des possibilités de visite thématique très variée, comme le *Musée de la Civilisation*, à Québec, mais où chaque exposition est séparée – avec son ambiance et sa temporalité propres, qui installent le visiteur dans un parcours cohérent et linéaire, avec une atmosphère qui incite à la concentration – les lieux télévisuels, même s'ils s'inscrivent dans une culture de vulgarisation scientifique, adoptent la logique inverse : ne pas enfermer le visiteur dans des choix faits par le concepteur, lui permettre à tout moment de passer d'une séquence à une autre, et le placer, ce faisant, dans une frénésie de consommation des sujets. Car c'est bien de cela qu'il s'agit : ces lieux peuvent tout recycler, tout consommer, dans une vaste entreprise d'exhibition (17). On peut s'émouvoir sur la silicose du mineur racontée dans une belle vidéo, puis zapper sur l'alimentation des cochons ou sur le nouveau robot chien Aibo, si performant et si attachant : tout est possible, tout est intéressant, tout est génial... et plus rien n'a d'importance ! Le lieu fonctionne comme une vaste entreprise de digestion culturelle, où tout est ramené à une unique dimension : la télécommande mise à la disposition du visiteur.

(16) Le pire en la matière étant le film *L'Avenir a-t-il un futur ?* projeté dans le Palais des images, véritable caricature de collage des titres du 20 heures où l'ensemble des sujets défile en 24 minutes, dans un formidable amalgame, sans produire aucune réflexion, mais en sollicitant la commiseration du visiteur.

(17) On pensera aux analyses de Jean Baudrillard sur Beaubourg, *L'Effet Beaubourg, Implosion et dissuasion*, Galilée, 1977.

«*Le musée (en particulier, scientifique) a donc recours au jeu, avec les mêmes multimédias, les mêmes têtes articulées, les mêmes expériences amusantes que les parcs d'attractions ; avec parfois un discours plus scientifique, dont les études de visiteurs permettent de démontrer rationnellement que le message a été compris, que la leçon a été apprise... pour combien de temps ?*», s'interroge François Mairesse (18). Le ludisme est devenu le maître mot, c'est du reste la demande exprimée par une majorité des commanditaires d'expositions : il faut que cela soit interactif et ludique. Le ludique est la nouvelle balise vers laquelle il convient de naviguer. Loin de se cantonner aux seuls enfants, l'argument vaut, désormais, pour tout un chacun (19). Il faut que l'on ne s'ennuie pas, que l'on ne voie pas le temps passer ; bref, que l'on puisse remplir le temps vide – définition diamétralement opposée à ce que Malraux, et toute la tradition classique, comprenaient en prononçant le mot culture. Finalement, en recouvrant tous les horizons, le ludisme vient parachever une bonne humeur généralisée, qui occulte une aliénation des consciences durablement instaurée. La société nous invite non seulement à consommer, mais à le faire en nous amusant et en nous faisant plaisir, dans une bonne ambiance partagée. «*C'est la «fun-morality», où [s'impose] l'impératif de s'amuser, d'exploiter à fond toutes les possibilités de se faire vibrer, jouir, ou gratifier*» (20), écrit Baudrillard. Au supermarché, à la télévision, durant nos loisirs, en vacances, et même en nous cultivant, il s'agit de se divertir agréablement. Il n'y a guère que dans l'espace professionnel où l'on ne cherche pas à nous faire croire que l'on s'amuse en travaillant (21). A-t-on remarqué combien le dessin humoristique a remplacé, dans les médias, la caricature ou la satire du XIX^e siècle ? Encore un signe du jeu et de la bonne humeur qui recouvre tout – dans ce cas ; l'espace du politique (22). Gérard Selbach propose un nouveau terme, celui d'*édutainment* (un mix des mots anglais *education* et *entertainment*), alibi d'une éducation divertissante. «*Les musées vont, in fine, ne plus chercher à vendre leurs collections aux publics, mais à vendre des loisirs et du divertissement culturel : le secteur de l'édutainment est né*», estime ainsi cet auteur (23). Ce que d'autres nomment l'*édudivertissement* désigne ce mirage de l'instruction facile. Quand le jeu devient une finalité, ou encore

(18) François Mairesse, *Le musée, temple spectaculaire*, PUL, 2002, p. 138.

(19) Dès 1962, Edgar Morin notait cette infantilisation rampante des adultes, soutenue par la culture de masse. *L'Esprit du temps*, Grasset, 1962, p. 41-42.

(20) Jean Baudrillard, *La Société de consommation*, Denoel, 1970, p. 113.

(21) Et encore ! Jérémy Rifkin en donne des exemples dans l'entreprise, *L'Age de l'accès. La Révolution de la nouvelle économie*, La Découverte, 2000, p. 213.

(22) Voir Gilles Lipovetsky, *L'Ere du vide. Essai sur l'individualisme contemporain*, Gallimard, 1981, p. 200.

(23) Gérard Selbach, *Les Musées d'art américains : une industrie culturelle*, L'Harmattan, 2000, p. 241.

quand il est convoqué pour faire passer un vague contenu, le musée devient parc de loisirs. Mais, face à la montée en puissance du divertissement dans toutes les sphères de la société, le musée a-t-il vraiment le choix ? « *Le musée n'offre guère d'alternative à la confusion du ludique et du culturel. Face à l'injonction démocratique du « divertissez-vous ! », le musée ne peut opposer qu'un « ennuyez-vous au musée » ou un « divertissez-vous au musée »* » (24), constate Fabienne Brugères, qui relève que le musée tend moins à développer une résistance à ce phénomène qu'à proposer une orientation spécifique du divertissement, correspondant au mieux à ses critères.

Il serait naïf de croire que cette confusion est fortuite et qu'elle résulte seulement d'une mésentente. Si le glissement s'est opéré progressivement, du jeu réhabilité comme technique d'apprentissage au jeu comme finalité, le recours à cet amalgame arrange bien des institutions : en effet, le terrain de jeux est plus populaire et consensuel que ne l'est le terrain culturel. Il est plus vendeur de dispenser des produits faciles à consommer, plutôt que de proposer des offres exigeantes, auxquelles se confronter. Ainsi, la notoriété et le pouvoir d'attractivité (et, donc, de retombées économiques) plaident pour la confusion généralisée. L'élargissement des publics va de pair avec l'homogénéisation : le dessein de plaire au plus grand nombre s'accompagne de propositions tendant à la facilité et emportant l'adhésion spontanée. Le *marketing*, même s'il est rebaptisé culturel – et même si ses partisans jurent qu'il ne s'agit pas de répondre aux attentes du public, mais seulement de les accompagner – est mis au service de l'adéquation d'une offre qui réponde aux attentes et au goût du visiteur. On en trouvera un exemple caricatural dans le discours de Bernard Reilhac (de la *Cité de l'Espace* de Toulouse), qui écrit que le centre de culture scientifique doit « développer sa capacité de séduction » en devenant « un véritable parc à thème ludo-éducatif », en inscrivant « résolument son activité sur le marché des loisirs » et en prenant « davantage en compte les attentes du client en

matière d'émotion et de sensation ». L'auteur finit en promettant à tous les CCSTI de *marketer* leur offre afin qu'ils deviennent « des parcs à thème » (25). Cette mise des propositions culturelles au pas des attentes du marché est, bien évidemment, contraire à toute exigence d'acculturation.

Un danger « *guette les musées : la décision de monter une exposition ou non est uniquement prise selon les critères de nombre de visiteurs et de rentabilité. Le résultat net de l'activité prend le pas sur l'excellence du projet artistique* », remarque Selbach (26). André Desvallées s'inquiète également d'une tendance qui rapproche le musée du centre d'attractions, voire, même, du centre commercial : « *Sans vouloir être trop pessimiste, mais si nous n'y prenons garde, nous verrons venir le jour où l'on abandonnera les expositions d'intérêt purement scientifique, ou même celles qui mettent des connaissances fondamentales à la portée d'un large public, au bénéfice d'expositions qui flatteront la facilité et l'ignorance.* » Et nous sommes « *parfois conduits à choisir les thèmes des expositions, non plus en fonction de leur intérêt intrinsèque, mais en fonction du volume de produits dérivés qui pourra être créé et vendu* » (27). Ces craintes ne semblent être que les cris de Cassandra contemporaines, car tout le secteur culturel semble épris d'une frénésie à céder aux sirènes des logiques économiques. Les concepts de jeu, comme de fête, instrumentalisés pour la cause, ne sont pas étrangers à cette évolution.

(24) Fabienne Brugère, « Le musée entre culture populaire et divertissement », *Esprit*, mars-avril 2003, p. 94.

(25) Bernard Reilhac, « La Cité de l'espace à Toulouse. Du centre de culture scientifique au parc ludo-éducatif », in *Cahier Espaces*, n° 86, sept 2005, p. 205-208.

(26) Gérard Selbach, *Les Musées d'art américains : une industrie culturelle*, L'Harmattan, 2000, p. 67.

(27) André Desvallées, « Visiteur ou consommateur », *Communication à ICOM Barcelone*, le 3 juillet 2001.

La culture scientifique : une machine à fabriquer du rêve ?

Les institutions de vulgarisation scientifique ou technique sont devenues de véritables entreprises qui doivent faire leur place dans le mouvement de l'industrialisation de la culture. Une présentation synthétique de l'histoire récente des planétariums en France illustre l'évolution en cours dans ce contexte des rapports entre les sciences et la société. Plus que jamais, la culture scientifique est confrontée à un dilemme : faut-il mettre la science en culture, ou la mettre en spectacle ?

par **Florence BELAËN**, chercheur associé au C2SO (Culture, Communication et Société) de l'ENS-Lyon

Les premiers travaux de recherche ayant analysé la vulgarisation scientifique en tant que pratique d'acteurs ont montré que, derrière l'utopie affichée du partage de savoir, se cachait également des stratégies, notamment une stratégie de reconnaissance [7]. Tout comme l'activité scientifique est façonnée par son contexte [8], la vulgarisation scientifique est, elle aussi, un acte socialement inscrit.

Aujourd'hui, la vulgarisation des savoirs appréhendée dans nos travaux de recherche sous l'angle des relations sciences/société (1), renvoie également au monde de l'industrie. Car, si les grands projets des années 1970 ou 1980 pouvaient relever de l'utopie idéologique ou de mouvements politiques (comme celui de la démocratisation culturelle), les propositions de culture scientifique sont désormais dans une logique de professionnalisation, poussées à cela par un contexte économique et social de plus en plus axé sur l'industrialisation de la culture [11].

La vulgarisation des sciences, en tant qu'activité inscrite dans un contexte économique et social, est appréhendée ici par une analyse de terrain effectuée dans un

monde qui n'avait fait, jusqu'à ce jour, l'objet que de très rares études d'analyse : celui des planétariums (2). Deux mutations importantes nous invitent à nous intéresser à ces institutions, connues généralement pour leur architecture spécifique (une coupole permettant de reconstituer la voûte céleste) et pour la discipline qu'elles présentent : l'astronomie. Tout d'abord, l'augmentation notable de leur nombre sur le territoire français : si la France ne comptait que trois planétariums dans les années 1970, leur nombre dépasse aujourd'hui la centaine (3). Leur démultiplication est telle que l'on peut considérer que chaque ville de France d'au moins

(1) Voir axes de recherche du laboratoire C2So (Communication, Culture et Société) de l'ENS-Lyon. (<http://c2so.ens-lsh.fr/>).

(2) Un travail de recherche sur la circulation des images scientifiques relatives au thème de l'espace dans le cadre d'une ACI nous a conduit dans l'univers des planétariums, structuré en réseau. L'organisation du monde des planétariums a été ici appréhendée en tant que pratique professionnelle, la production et la circulation des images constituant un point d'entrée et un mode de déplacement particulièrement intéressant.

(3) Nombre de planétariums *fixes*.

50 000 habitants possède aujourd'hui son planétarium. Deuxième paramètre, d'importance : avec l'arrivée du tout numérique, pour les plus grands d'entre eux, c'est une véritable révolution technologique qui bouleverse le réseau des planétariums (4).

Quelles sont les raisons de ces deux mutations ? Comment expliquer ce foisonnement ? L'astronomie serait-elle devenue une discipline de prédilection justifiant que les collectivités locales y investissent autant d'argent ? Ou bien, des logiques externes auraient-elles favorisé cette évolution ?

De manière synthétique, nous souhaiterions partager cette approche ethnographique (5) pour donner corps à un propos plus théorique sur les enjeux (et les ambiguïtés) de la médiation des sciences. Car, si le monde des planétariums nous est apparu comme ayant été rapidement porté par des collectifs bien structurés, l'analyse nous laisse entrevoir l'irruption récente de logiques exogènes dans ce réseau, notamment des logiques propres à l'intrusion du monde du spectacle.

LES PREMIERS PLANÉTARIUMS : LA RECHERCHE S'ENGAGE

Replongeons-nous dans le contexte de la création des premiers planétariums.

Le premier planétarium est créé en 1937, au Palais de la Découverte, à Paris. Sa création répond au souhait de Jean Perrin : *montrer la science telle qu'elle se fait*. Les premiers spectacles donnent lieu à des lectures du ciel, animées par des démonstrateurs scientifiques. Quelle expérience, que celle de découvrir une voûte étoilée, de saisir le fonctionnement de certains phénomènes diurnes observable, pour certains d'entre eux, à l'œil nu !

Dans le même esprit s'ensuit la construction des planétariums du Musée de l'air et de l'espace (au Bourget) et celui de Pleumeur-Bodou (en Bretagne). Les années 1980 sont également marquées par l'arrivée de nouveaux planétariums, notamment à Reims, à Marseille, à Cholet, ou encore à Paris (avec l'ouverture de la Cité des sciences et de l'industrie, en 1986).

La multiplication de ces lieux fait naître déjà le besoin d'une organisation.

Ce sont des scientifiques (6) qui prennent en charge l'organisation de ces structures émergentes et qui décident d'insuffler une dynamique allant dans le sens de la diffusion de l'astronomie. Ils ont bénéficié d'un essor de la culture scientifique et technique ayant donné lieu,

au cours des années 1980, à la construction des CCSTI (Centre de culture scientifique, technique et industrielle) sur le territoire français. Leur propos rend compte du paradigme de la vulgarisation des sciences : la diffusion de leurs travaux de recherche est un devoir envers la société [6]. Prenant exemple sur l'organisation des planétariums allemands, dont la « culture planétarium » était fortement renforcée par l'activité de l'industriel de l'optique local, Carl Zeiss, ils se fédèrent en groupe. En 1984, des physiciens de l'espace et les premiers dirigeants de planétariums créent l'APLF (Association des planétariums de langue française) (7), devenue en 1989 une association sous statut de la Loi de 1901, bénéficiaire de subventions de la Direction de l'information scientifique du ministère de l'Enseignement et de la Recherche.

Le lien avec le monde de la recherche se structure alors à différents niveaux. Quelques chercheurs s'investissent dans le projet, de manière bénévole (voire quasi clandestine !). De jeunes docteurs s'intéressent à ces nouveaux lieux de diffusion des connaissances : à défaut de trouver des postes dans la recherche, ils deviendront les futurs planétaristes constituant l'actuel réseau planétarium. Ainsi, les planétariums sont-ils, dans leur grande majorité, gérés et animés par des scientifiques de profession ou, tout au moins, de formation. Le monde des sciences et des techniques est leur monde de référence et leur principale source d'inspiration.

La forte relation entre le monde de la recherche et le monde des planétariums n'opère pas seulement au niveau de la direction ; un système de coproduction de spectacles (8), insufflé notamment par l'APLF, réunit les planétariums et le monde de la recherche. Par exemple, à plusieurs reprises, des organismes de recherche comme le Cnes ou encore l'Eso s'associent, par le biais de l'association, aux responsables des planétariums pour coproduire des séances (9). Cette collaboration est bénéfique pour les deux parties. Du point de vue des planétariums, cette formule leur permet de disposer de moyens suffisants pour la réalisation de films et, par le biais de l'APLF, de les diffuser sur l'ensemble du territoire français. Du point de vue des organismes de recherche, ces propositions de coproduction représentent un bon support de communication de leurs activités, en apportant notamment le thème et les éléments scientifiques et iconographiques du spectacle. Elles leur permettent surtout de rentrer dans une course aux images, instaurée notamment par la Nasa, dont les organismes européens n'avaient pas mesuré l'ampleur. Cette guerre des images, intensifiée par Internet, menace les institutions européennes de perdre leur visi-

(4) Voir Lettre de l'OCIM n° 108, novembre-décembre 2006, qui consacre tout un numéro aux planétariums d'aujourd'hui.

(5) Une série d'entretiens semi-directifs auprès de responsables de planétariums, de médiateurs scientifiques, participation au colloque, lecture de la revue *Planétariums* (Edition APLF), visite des lieux, etc.

(6) Entre autres, Jean-Claude Pecker, astrophysicien, président de l'APLF, Agnès Acker, astrophysicienne et professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, présidente de l'APLF.

(7) On retrouve ce genre d'association aux Etats-Unis, avec IPS (International Planétarium Society) ou au Japon.

(8) Appelés généralement « séances » dans le jargon des planétaristes.

(9) Cette collaboration a donné lieu à la réalisation de deux spectacles : *La planète aux mille regards*, avec le Cnes (Centre national d'études spatiales) (en 2000) et *Les mystères du ciel austral* avec l'Eso (European Space Observatory) (1) (en 2002).



© Michel Lambert/GAMMA-EYEDEA

Les dernières décennies ont été marquées par la construction de nouveaux planétariums (« Ludiver », planétarium du Cotentin).

bilité, la Nasa disposant de moyens énormes pour sa communication et ayant bien compris l'impact médiatique des « belles images » pour favoriser les grands programmes de recherche.

Les acteurs du réseau des planétariums de langue française se présentent, dans leur discours, comme les membres d'une « même famille unie » : ils ont fait leurs débuts professionnels ensemble et ils se retrouvent aujourd'hui dispersés sur le territoire français, suite à l'explosion du nombre de planétariums. Cette organisation du réseau apparaît aujourd'hui stabilisée. Elle est partagée par une grande partie des acteurs, réunis par la passion, la pratique amateur (10) et un certain engagement militant (11).

PREMIER CHANGEMENT : UN REGARD SUR L'AU-DELÀ

Plusieurs changements bouleversent ce « petit » monde. Tout d'abord, la discipline elle-même change d'échelle et de points d'observation.

(10) Comme la photographie ou la peinture astronomique.

(11) Certains militent contre l'excès de lumière dans les villes, qui parasite toute observation du ciel !

Si l'astronomie a toujours été une discipline-phare de la vulgarisation scientifique, sa médiatisation s'est amplifiée depuis l'envoi de Spoutnik dans les airs et le premier pas sur la Lune. Les envois de machines d'exploration, les vols habités, nous conduisent dans des au-delà largement médiatisés par ailleurs. L'astronomie se retrouve en perte de légitimité ; elle passe derrière l'astrophysique, la planétologie, l'exobiologie. Le thème de l'espace est victime de son potentiel médiatique : les rayons X, les exoplanètes, les théories du big bang, le mystère des trous noirs apparaissent des sources d'émerveillement plus « fortes » que la compréhension des saisons ou la représentation du ciel aux temps de l'Égypte antique. L'astrophysique offre l'avantage, par rapport à d'autres disciplines scientifiques, de reposer sur un important potentiel iconographique : donner à voir l'infiniment grand (12). Un traitement médiatique semble aujourd'hui se densifier – voyage de Hubble, observations de Titan, découverte de nouvelles galaxies etc., avec la promesse de permettre (presque en temps réel, par le biais d'Internet) de suivre les dernières conquêtes et, ce, grâce à des images « *toujours plus spectaculaires, toujours plus loin et toujours plus belles* ». Le développement des voyages spatiaux, l'envoi de satellites et de sondes, l'ouverture d'observatoires à haute

(12) Discipline où, selon certains chercheurs, « une image vaut une publication » !

résolution, comme le VLT (au Chili), ont eu pour effet une multiplication d'images provenant des confins de l'univers, dans un monde où *une* seule image peut parfois contribuer à justifier *un* type particulier de recherche.

Les planétariums se retrouvent au milieu de cette circulation d'images mises à disposition, directement sur la Toile, par les organismes de recherche (13). Si certains professionnels assument avec force la perpétuation de la mission traditionnelle des planétariums (proposer une simulation de la découverte du ciel), d'autres reconnaissent avoir envie de suivre l'actualité astrophysique : « *Pourquoi nous priver de ces belles images, que l'on peut visualiser partout !* » Mais le glissement n'est alors pas seulement iconographique ; le discours abandonne le registre de l'expérimentation scientifique pour adopter celui de la fiction reprenant à son compte les grandes questions existentielles comme : « *Sommes-nous seuls, dans l'univers ?* » ou encore : « *D'où venons-nous ?* ». Si ce changement de discipline de référence modifie le regard que l'on cherche à susciter chez le spectateur, l'évolution technologique de l'instrumentation des planétariums (autrefois appelés planétaires) a été déterminante, dans l'évolution de ces institutions.

De nouveaux dispositifs remplacent désormais les planétaires optico-mécaniques fabriqués initialement par le célèbre opticien allemand Carl Zeiss. Ces engins étaient manœuvrés par le médiateur, qui disposait soit d'une représentation céleste, soit d'une série de diapositives qu'il devait parfois lancer lui-même, agrémentée, au besoin, d'une bande-son. Au-delà de l'émerveillement suscité par cette représentation d'une voûte céleste, l'expérience était fortement rythmée par le discours du médiateur, qui, dans le meilleur des cas, partageait sa passion de l'observation des étoiles avec le public. Les nouveaux appareils, numériques, reposent, quant à eux, sur un système centralisé : un projecteur, qui fonctionne un peu à la manière d'un ordinateur dont l'écran aurait été étendu à la totalité du dôme du planétarium [10]. Ils permettent une programmation automatique de spectacles hypermédia : des images, du son et, ce, avec de nombreux effets spéciaux ! La dernière image affichée sur la Toile peut être rajoutée au dernier moment, on peut la projeter, en petit, ou en tant qu'image voûte, zoomer dessus afin d'en montrer les détails, etc. !

La construction de ces appareillages obéit à une logique que l'on retrouve dans le monde informatique : le choix du fabricant et la date de la version des programmes installés conditionnent les potentialités du planétaire. Une des premières conséquences en est que, face à la diversité des choix et à l'hypersophistication de ces techniques, le choix entre les équipements proposés est devenu une véritable problématique, pour les néophytes en matière de systèmes informatiques [9,5].

(13) Voir la politique de la Nasa, qui va jusqu'à proposer à ses internautes une nouvelle image exclusive par jour.

L'instrumentation quitte alors le domaine scientifique pour être davantage rattachée au domaine du spectacle audiovisuel. Trois grandes firmes se partagent le marché des dispositifs numériques : deux fabricants américains (Evans & Sutherland et Spitz) et un français (RSAutomatisation). Non seulement ils vendent l'appareil, les banques de données et assurent le service après vente, mais ils jouent également le rôle de producteurs de *shows* (qu'ils vendent, ou donnent, en fonction de leur politique de *marketing*). Ainsi, avec les nouveaux dispositifs de projection numérique, le passage par les organismes de recherche n'est plus indispensable : des images de très bonne qualité sont directement accessibles sur Internet et les fabricants proposent, avec l'achat de l'appareil, à la fois des banques d'images et des films, qu'il suffit d'adapter selon les paramètres du planétarium acheteur. Les fabricants deviennent désormais les interlocuteurs privilégiés des planétaristes, en proposant à la fois la technologie, la formation des techniciens et le contenu à présenter.

DES OBJETS DE CONVOITISE, POUR L'INDUSTRIE DU CINÉMA

Au-delà d'un changement d'appareil, c'est toute la philosophie de la programmation qui s'en trouve modifiée : le gigantisme de la structure, les dispositifs sonores... proposent des expériences de l'infiniment grand et du stellaire, abandonnant, souvent, une logique de mimésis (reproduction du ciel) au profit d'une logique de fiction (raconter l'univers). Les possibilités techniques (effet 3 D, image englobante, son stéréo...) ont augmenté les effets spectaculaires de ces institutions. Les grands planétariums (14) promettent désormais un « *voyage extraordinaire* », « *une visite de Mars comme si vous y étiez* », « *un véritable dépaysement* » dans le temps et dans l'espace. La sensation, les images extraordinaires, une expérience mémorable, sont les nouvelles formules de communication de ces institutions. Les thèmes en lien avec l'espace se prêtent à cette recherche d'une expérience d'immersion, déjà mise en œuvre dans d'autres propositions culturelles [3].

Les dispositifs de visualisation se retrouvent alors dans le monde de l'image et peuvent devenir des concurrents potentiels des dispositifs cinématographiques grand écran, de type Omnimax ou Imax. L'industrie du cinéma grand format, toujours en quête de nouveaux partenaires en vue de rentabiliser sa production, voit en ces lieux des possibilités exceptionnelles de diffusion de leurs propres réalisations. Certains planétariums se lancent également dans cette course aux productions cinématographiques grand écran. D'autres encore rejoignent

(14) C'est-à-dire, dont le dôme mesure au moins 14 mètres.

gnent le monde des *shows*, où le lieu devient une grande scène, oubliant même parfois le discours initial (15)...

Ce rapprochement entre le monde du cinéma grand écran et celui des planétariums a notoirement modifié le réseau des planétariums, largement structuré, au départ, autour de l'APLF. En effet, si l'on adopte une approche plus macroscopique, de nouvelles perspectives se dessinent : on assiste à l'installation d'un nouveau réseau international, qui supprime l'organisation stabilisée à l'échelle d'une zone exclusivement francophone. La différence des missions, l'objectif d'accroissement de la fréquentation et la diversité des performances techniques des différents planétaires ont modifié la cartographie des planétariums français. Si, longtemps, ceux-ci ont collaboré entre eux sur la base d'un principe de mutualisation des connaissances, avec notamment des échanges au niveau de la production cinématographique, aujourd'hui, les gros planétariums, à performance égale (en termes de dispositifs techniques), s'associent et co-produisent des films et ne sont plus tributaires des organismes de recherche. Ainsi, la Cité de l'espace de Toulouse travaille avec le Musée des sciences de Barcelone, va travailler avec le planétarium de la Cité des sciences et achète des productions du planétarium de New York (16). Les plus petits, qui ne disposent pas de budgets suffisants pour rentrer dans l'ère du tout numérique, continuent de mutualiser leur savoir-faire et leurs moyens, notamment par le biais de l'APLF.

DE NOUVELLES ENTREPRISES AU SERVICE DU TOURISME SCIENTIFIQUE

Prise dans la logique des complexes de cinéma grand écran, la structure même des planétariums s'en trouve modifiée. En effet, si les premiers planétariums sont construits sur le principe d'un dôme sphérique imposant des sièges mobiles, pour donner au spectateur l'illusion d'être sous une voûte céleste, les nouveaux planétariums sont orientés, ce qui permet d'installer des sièges fixes. Si cet agencement rappelle, bien évidemment, les dispositifs cinématographiques récents, il signifie également que ces coupoles deviennent des lieux polyfonctionnels. Fortes d'une qualité acoustique élevée, elles permettent d'accueillir non seulement des conférenciers, mais aussi des musiciens, pour divers spectacles. Dans la course à la décentralisation, les collectivités territoriales, notamment les Conseils géné-

raux, devenus friands de lieux de loisirs [4], voient dès lors, dans la construction de ces nouvelles structures, la possibilité de disposer de deux structures en une seule. D'un point de vue structurel, ces lieux polyvalents permettent de garantir un nouvel équipement culturel de proximité de qualité. Du point de vue du développement local, ces lieux représentent un atout pour le développement du tourisme local. Avec la caution d'un discours scientifique de rigueur, les planétariums, souvent accompagnés de boutiques spécialisées, deviennent les lieux par excellence du « divertissement intelligent ».

Cet intérêt apporté par les collectivités locales, qui acceptent d'investir beaucoup d'argent dans ces nouvelles structures hypermédia, n'est pas sans conséquences sur l'organisation des planétariums : comme de nombreuses institutions culturelles, ceux-ci adoptent une logique d'entreprise devant surveiller son chiffre d'affaires [2].

Certes, la collaboration entre l'univers des planétariums et le monde de la recherche scientifique perdure, mais l'analyse du discours des acteurs, ainsi que celle des nouvelles pratiques professionnelles, laissent penser que ce fonctionnement est celui d'une génération mobilisée par la dimension utopique de la vulgarisation. Comme dans le monde de la télévision [1], les scientifiques abandonnent les postes de direction, où ils sont remplacés par des professionnels des médias. Ils interviennent désormais dans les projets en tant que comité ou conseiller scientifique. Ainsi, si les scientifiques étaient, comme nous l'indiquions plus haut, les premiers à gérer et animer les planétariums, des changements profonds ont lieu au sein même des organisations de ces nouvelles entreprises. De nouvelles professions s'installent, les scientifiques laissant la place à des gestionnaires d'entreprises et à des professionnels du spectacle.

De nouveaux professionnels prennent la direction de ces entreprises, avec l'arrivée d'une génération de managers et de gestionnaires de formation, pas toujours connaisseurs, ni même amateurs d'astronomie. Ce phénomène concerne surtout les planétariums rattachés aux collectivités locales, ces dernières étant soucieuses d'une gestion financière rigoureuse.

Une autre catégorie professionnelle a également rejoint le monde des planétariums : celle des professionnels du spectacle, de l'audiovisuel ou des arts plastiques. L'arrivée d'infographistes, de scénaristes, de réalisateurs dans les équipes de production modifie le processus de création des planétariums et, par là même, la nature des productions. Le contenu scientifique est garanti par un comité scientifique (interne ou externe à la structure), l'enjeu étant toujours « d'expliquer aux visiteurs-spectateurs des théories d'astrophysique ou de planétologie ». Mais la forme mobilise une grosse partie des efforts : personnages de fiction, effets 3 D, scénarisation du propos, etc. Les spectacles proposés rejoignent la catégorie des films d'animation et sont devenus de véritables créations esthétiques du septième

(15) Comme le planétarium de Mme Tussaud à Londres, par exemple, qui propose des spectacles animés par la présence de danseurs, sur le thème des gladiateurs.

(16) Le coût d'un des films du planétarium new-yorkais est de 2 millions de dollars.

me art, faisant parfois grincer les dents de certains scientifiques (17).

Plusieurs logiques semblent donc remplacer l'enjeu d'éducation populaire, au sein même des structures : les logiques de *marketing*, de création et de communication.

EXPLIQUER, OU FAIRE RÊVER ?

Les discussions, et les publications du réseau, témoignent d'un important débat portant sur les missions d'un planétarium : expliquer la science, ou simplement faire rêver ? Globalement, le souhait affiché par les acteurs français, en opposition à des tendances déjà observables outre-Atlantique, est de rester un lieu de vulgarisation, où l'information soit vérifiée. Mais l'organisation des planétariums à l'échelle internationale risque de modifier l'équilibre.

Le monde des planétariums apparaît ainsi à une période charnière où les militants d'une génération sont encore très présents, mais ressentent l'ambivalence des dynamiques de développement des planétariums. Ces constats, au niveau des planétariums, s'inscrivent dans des évolutions plus générales constatées dans l'ensemble des terrains étudiés dans le cadre de recherches sur les relations sciences/société : les espaces de communication scientifique sont le lieu d'une confrontation forte entre acteurs scientifiques, acteurs de la vulgarisation scientifique militante et acteurs de la communication professionnalisée.

L'analyse de ces tensions entre les différentes dynamiques qui orientent l'évolution des planétariums nous renvoie aussi à l'impossible pari de la vulgarisation des sciences, dans un monde de la marchandisation de « toutes les cultures » [11], le monde de référence n'étant plus celui des sciences, mais bien celui de l'industrie du spectacle.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] I. Babou, J. Le Marec : « Science, musée et télévision : discours sur le cerveau », *Communication et Langages* n° 138, p. 69-88, 2003.
- [2] C. Ballé : « Musées, changement et organisation », in *Culture & Musée* n° 2, *Musées et organisation*, p. 17-33, 2003.
- [3] F. Belaën : « L'immersion dans les musées de sciences, médiation ou séduction », in *Culture & Musée* n° 5, *Du musée au parc d'attraction*, p. 91-110, 2005.
- [4] S. Chaumier « Introduction », in *Culture & Musée* n° 5, *Du musée au parc d'attractions*, p. 13-36, 2005.
- [5] M. Girard, N. Dumas : « La rénovation du planétarium de la Cité des sciences et de l'industrie », *Lettre de l'OCIM* n° 108, p. 28-31, 2006.
- [6] D. Jacobi, B. Shiele (sous la direction) : *Vulgariser la science. Procès de l'ignorance*, Editions Seysselle : Champ Vallon (collection « Milieux »), 1988.
- [7] B. Jurdant : « Vulgarisation scientifique et idéologie », *Communications*, n° 14, Paris, p. 150-161, 1969.
- [8] B. Latour : *La science en action, Introduction à la sociologie des sciences*, Sciences humaines et sociales Editions La Découverte, 2005.
- [9] B. Maitte : « Découvrir les étoiles sous le ciel du Nord », in *Lettres de l'OCIM* n° 45, p. 26-29, 1996.
- [10] L. Ruiz, A. Acker : « Les systèmes de projection des planétariums : de l'optomécanique au numérique », in *Lettre de l'OCIM* n° 108, p. 14-19, 2006.
- [11] B. Stiegler : *Mécréance et discrédit. 1. La décadence des démocraties industrielles*. Paris Editions Galilée, 2004.

(17) Lire à ce propos l'article de Desmarchelier Jean-françois et Roux Jean, *Entre art et science : les leçons d'une création pour planétarium numérique*, p. 20-27, *Lettre de l'OCIM* 108.

Avec *La main à la pâte*, rénover l'enseignement des sciences

Voici dix ans de cela, en France, une action vigoureuse, conduite depuis l'Académie des sciences avec de multiples partenaires, a entrepris la rénovation de l'enseignement scientifique et technologique à l'école primaire. Le succès a rapidement conduit à associer à cette initiative de nombreux pays, d'abord non-européens, puis européens. Aujourd'hui, c'est au collège – maillon faible de notre système éducatif – qu'un nouveau chantier s'ouvre, pour y décroisser l'enseignement scientifique, rapprocher science et technologie et améliorer la perception erronée qu'en ont trop souvent les élèves.

par **Pierre LÉNA**

Professeur émérite à l'Université Denis-Diderot Paris 7
Membre de l'Académie des sciences et délégué à l'éducation et la formation

INTRODUCTION (1)

N'y a-t-il pas, aujourd'hui, une dose certaine de naïveté à croire qu'une rénovation de l'enseignement des sciences, à l'école et au collège, puisse contribuer au « libre exercice de la citoyenneté » (loi de programmation pour l'avenir de l'école, avril 2005) et au recul des intolérances ? Car notre monde, déchiré de violence, semble parfois nous offrir, ces temps-ci, plus de sujets de désespérance que de raisons d'espérer. Beaucoup alors se tournent vers l'école, et souhaitent pour elle un retour vers le passé, paré de toutes les couleurs d'un âge d'or révolu et regretté. Autorité et compétence quasi infaillible des maîtres, enfants disciplinés et respectueux du savoir, méthodes éprouvées d'un apprentissage centré sur le « lire-écrire-compter » sont autant de requêtes, voire d'injonctions, adressées à notre système éducatif. Ce retour au passé n'a pas été le choix de *La main à la pâte*.

Sans aucunement nier l'importance de ces facteurs – autorité, respect, compétence, qualité de la langue – pour une éducation réussie, nous avons fait le pari que chaque génération devait repenser la façon de transmettre sa culture à celle qui la suit et que, pour partie, cette tâche nous incombait. Scientifiques, ingénieurs, il nous a donc fallu réfléchir aux valeurs portées par l'activité scientifique, à notre mode contemporain de travail et d'assimilation des informations innombrables qui nous entourent, aux raisons profondes qui, dans le monde d'aujourd'hui, plaignent pour initier les enfants à la science [2]. Ces sciences, ces techniques... qui façonnent notre monde, pour le meilleur bien souvent, pour le pire parfois.

(1) Cette introduction reprend une partie d'un éditorial de la revue *Talents des mines* (numéro spécial publié à l'occasion du dixième anniversaire de *La main à la pâte*). L'auteur remercie cette revue pour son autorisation de reproduire ici partiellement ce texte. Voir [1].

L'AVENTURE DE LA MAIN À LA PÂTE (2)

En 1996, rassemblé autour de Georges Charpak, qui venait de recevoir son prix Nobel de physique en 1992, un petit groupe de membres de l'Académie des sciences faisait le constat d'un abandon quasi total de l'enseignement scientifique à l'école primaire, en France, en dépit des programmes qui le prescrivaient. Pour un pays qui avait vu, moins d'un siècle auparavant, la *leçon de choses* accompagner la naissance de la scolarité primaire obligatoire, le constat était attristant. Nous découvrons aussi, dans les ghettos de Chicago, la mise en œuvre d'une pédagogie active qui révélait à eux-mêmes des enfants socialement et culturellement abandonnés, et les ramenait à l'école. Cette pédagogie, dite d'investigation (*inquiry*, en anglais), s'inscrivait d'ailleurs dans la lignée des Montessori, Freinet et autres promoteurs, en France, de l'école nouvelle et des méthodes actives. Sous le nom de *La main à la pâte*, nous allions la mettre en œuvre en France [4], en retrouvant ses racines trop oubliées, en mettant en valeur le questionnement des enfants, la réalisation active d'expériences et d'observations par ceux-ci – et non exclusivement par le maître – l'élaboration d'hypothèses, le lien avec l'apprentissage du français autour d'une expression correcte requise par la science, à l'écrit comme à l'oral (3). En somme, «faire de la science» et non pas seulement «apprendre» de la science (cet apprentissage en découle, bien entendu).

Chez nous, le cœur du problème était double : d'une part, les professeurs des écoles (autrefois appelés instituteurs) craignaient d'enseigner les sciences, surtout d'une façon expérimentale ; d'autre part, les instructions officielles s'étaient recentrées, depuis 1985, sur les fondamentaux «lire, écrire, compter», sans trop se préoccuper du lien entre cet objectif et d'autres apprentissages, qui contribuent à leur donner contenu et sens. Nous n'ignorions pas les multiples actions périscolaires qui voulaient remédier à cet état de choses (4). Mais comment se résigner à l'absence de l'école, alors que le rôle de celle-ci est de construire, dans la longue durée, l'indispensable structuration de la pensée, sur laquelle il est possible de bâtir, ensuite, au collège et au lycée, des connaissances solides et le choix d'un métier ?

Nous mîmes donc progressivement en place de multiples dispositifs d'accompagnement des maîtres, soutenus dès le début par des écoles d'ingénieurs – INSA de

Lyon, Ecole polytechnique, Ecole des mines de Nantes – qui voyaient là, pour leurs étudiants, une obligation concrète d'explicitier leurs connaissances et un puissant moyen de contact avec la réalité sociale – notamment dans les zones d'éducation prioritaire (ZEP). Nous collaborions aussi avec le ministère de l'Éducation nationale, lorsque celui-ci prépara de nouveaux programmes (5) pour l'école primaire, publiés en 2002. Les progrès demeurent lents : aujourd'hui, dix ans après le lancement, c'est à peine plus d'un tiers des professeurs des écoles (6), en France, qui mettent en œuvre un enseignement des sciences. Mais il faut se réjouir du fait que la qualité de cet enseignement s'est grandement améliorée, nombre d'écoles étant désormais dotées notamment de matériel expérimental et de documents facilitant aux maîtres la pédagogie souhaitée.

Nul discours ne remplace l'observation d'une classe où cette pédagogie se pratique. On y mesure véritablement combien il est juste de qualifier cet âge – entre cinq et douze ans – d'«âge d'or» de la curiosité. «Chic ! maîtresse ; on fait sciences, aujourd'hui !». Regards attentifs, doigts agiles à manipuler, questions qui fusent, arguments échangés par petits groupes... manifestent le rapport intense que guide le maître et qui s'établit entre l'enfant et les phénomènes de la nature, ce grand livre que déchiffre la science.

AU-DELÀ DE NOS FRONTIÈRES

Nous n'avons pu faire cela tout seuls : dans un contexte de diversité et d'interdépendance des cultures, dans la recherche de critères éthiques universels, notre entreprise menée depuis dix ans, en un dialogue constant (7) avec les quatre coins du monde – du Brésil à la Chine, d'Haïti à l'Afghanistan, de la Palestine à Israël – nous a amenés à constater – partout – que chacun était, bon gré mal gré, contraint de faire ce même effort et de repenser la façon de transmettre sa culture (8). De par le monde, ce sont plus de 200 millions d'enfants qui ne

(2) Cette aventure, et ses perspectives, sont décrites en détail dans l'ouvrage [3] de G. Charpak, P. Léna & Y. Quéré, *L'Enfant et la Science. L'aventure de La main à la pâte*, paru en 2005 chez Odile Jacob, Paris. Nous ne faisons ici qu'un bref survol de cette vaste entreprise.

(3) Les *Dix principes* de *La main à la pâte*, publiés en 1998, résument sous une forme condensée et accessible à tous les enseignants les modalités de mise en œuvre de cette pédagogie.

(4) Par exemple, l'excellente action de l'association *Les Petits Débrouillards*, présentée dans ce numéro, ou encore le rôle des musées et centres de culture scientifique (CCSTI).

(5) Un groupe de travail, organisé par l'immunologiste et académicien Jean-François Bach, ainsi que l'inspecteur général de l'éducation nationale Jean-Pierre Sarmant, conduisit la réflexion sur les sciences et prépara ces nouveaux programmes.

(6) Ils sont 320 000 en France, dans l'ensemble du public et du privé, si l'on inclut les classes de maternelle.

(7) Nous publions en 2007 un inventaire assez complet des actions de *La main à la pâte* dans le monde, depuis l'année 2000. Ce document, réalisé grâce au concours de la Direction des relations européennes, internationales et de coopération (DREIC) du ministère de l'éducation nationale, est disponible sur le site www.lamap.fr.

(8) On pourra lire, à ce sujet, les Actes [4] du Colloque organisé par les Académies pontificales des sciences d'une part, des sciences sociales de l'autre, en novembre 2005, *Globalisation and education*, (coord. par M. Sanchez-Sorondo, E. Malinvaud & P. Léna), à paraître, De Gruyter, Berlin, 2007. Ils font suite à un précédent colloque sur le même sujet [5]. (www.vatican.va/roman_curia/pontifical_academies/acdsien/)

sont pas scolarisés ; les migrations entre nations ou au sein des grands pays rompent des équilibres séculaires dans la transmission de l'identité et du savoir, l'explosion des connaissances paraît en réserver l'acquisition et la maîtrise au petit nombre ; l'uniformité culturelle et mercantile menace. Ces urgences, nous les avons partout rencontrées, et partout nous avons perçu combien les principes simples – certains disent naïfs – de *La main à la pâte* sont porteurs de changement, pour peu qu'ils soient appliqués. « Lire, écrire, compter » fut l'objectif du siècle écoulé pour l'éducation de base : il demeure indispensable et plus que jamais nécessaire, mais il ne suffit plus. « Lire, écrire, compter, raisonner », tel est désormais le mot d'ordre qui doit guider l'éducation de base, tant la complexité du monde, le rôle qu'y jouent science et technique requièrent de chacun d'user de sa raison et, donc, d'en avoir appris le bon usage.

En 2000, l'Union européenne s'est donné pour objectif de devenir, sous dix ans, la « société de la connaissance la plus avancée du monde », société dans laquelle sciences et techniques jouent un rôle croissant, qu'il s'agisse de santé, de démographie, de climat, d'énergie, d'alimentation, de communication. Enoncer une telle ambition pour l'Europe est vertueux, comprendre que sa réalisation dépend de façon décisive de la qualité de notre éducation coule de source ; mettre en œuvre les profonds changements requis pour l'atteindre est, en revanche, une tâche immense. Comment réussir pour l'éducation, qui relève toujours des Etats (9), ce que l'Europe a réussi pour l'espace avec l'Agence spatiale européenne, pour la physique avec le Cern, pour l'industrie avec Airbus ? Depuis peu d'années, de multiples et excellents rapports [5, 6, 7] analysent les carences et font progresser l'idée qu'une rénovation de l'enseignement scientifique demande des actions concertées et fortes, s'appuyant sur la communauté des chercheurs et des ingénieurs, souvent rassemblés dans leurs Académies – cette même communauté qui a su construire les réussites que nous venons de citer.

Il est très remarquable d'observer le consensus, quasi mondial, qui s'est bâti depuis peu, notamment au sein du réseau des Académies des sciences et chez de nombreux éducateurs, autour des principes pédagogiques que *La main à la pâte*, comme bien d'autres de par le monde, a expérimentés et qu'elle met en œuvre [8]. Ainsi, en Europe, sur ces bases, il fut aisé de rassembler douze pays au sein d'un projet, *Pollen*, qui se propose, entre 2006 et 2009, de choisir douze villes, dites pépinières (*seed cities*), où a commencé à se mettre en place,

(9) L'application du principe de subsidiarité ne fait pas entrer l'éducation, et singulièrement celle des établissements primaires et secondaires, dans le champ de compétence de l'Union. Le traité Constitutionnel actuellement en discussion, et qui fut rejeté par la France en 2005, ne modifie pas cet état de choses.

(10) Voir www.pollen-europa.net. En France, la ville retenue est Saint-Etienne, la mise en œuvre s'appuyant fortement sur l'École des Mines de cette ville.

avec le soutien de fonds européens, un enseignement scientifique rénové (10). S'appuyant sur les principes de l'investigation, associant de multiples partenaires, ces villes peuvent devenir, dans chacun de ces pays, des prototypes en vue d'une extension ultérieure. Ce n'est qu'une première étape – significative, mais encore modeste, en regard de l'ampleur du problème. L'Union actuelle compte sans doute plus de deux millions de maîtres de l'école primaire, et il est étonnant de constater, au travers de cultures scolaires et pédagogiques très diverses, combien sont communs les obstacles que ces maîtres rencontrent lorsqu'il s'agit, à ce niveau élémentaire, d'enseigner la science autrement que par une transmission verticale du savoir, c'est-à-dire sans cet échange « à trois » – élève, maître, nature – qui caractérise si bien la pédagogie d'investigation.

VERS LE COLLÈGE

Depuis plusieurs années, les médias, les institutions, se faisant l'écho d'une « désaffection pour les études scientifiques », tirent le signal d'alarme. Le propos du présent article n'est pas d'analyser cette question, et moins encore d'examiner les remèdes qu'il conviendrait d'apporter en France. Signalons simplement des travaux récents [9, 10], qui éclairent le débat, grâce à l'analyse soignée qu'ils font des modifications sociologiques profondes dans l'évolution des baccalauréats depuis 1995, de l'évolution des stratégies des jeunes dans leur insertion professionnelle, autant que de l'image de la science et de la technique chez ceux-ci [11].

Limitons-nous, ici, à une question précise : les quatre années de collège, de la 6^e à la 3^e, qui terminent la scolarité obligatoire en France et proposent à une classe d'âge entière un même programme (*le collège unique*), contribuent-elles à construire chez les jeunes (filles ou garçons) et dans leurs familles une image positive de la science et de la technique ? Trouvent-ils, dans ces études, l'intérêt qui les conduira à s'orienter joyeusement vers les métiers auxquels elles ouvrent ? Hélas ! Il est à craindre que la réponse à ces questions ne soit guère positive. Notre collège unique offre une voie assez sûre à une petite minorité de ces jeunes maîtrisant les mathématiques, qui seront plus tard admis dans les sections S (sciences) ou STI (sciences et techniques industrielles) des lycées. Mais il détourne le plus grand nombre des élèves de l'intérêt de la science, comme le montre une étude récente de l'Inspection générale, soulignant l'ennui généré par la physique-chimie au collège [12]. Si l'on ajoute, à ce constat, la médiocrité (11) de ce qui est enseigné sous le nom de « technolo-

(11) Il est hors de question, bien sûr, de mettre ici en cause le dévouement individuel ou les aptitudes professionnelles des professeurs chargés de cet enseignement. Il s'agit bien davantage des contenus enseignés et – plus profondément, encore – de la conception de la technique qui les sous-tend.



Un lancer de pendule à angle fixé. Catherine Lavergne, École annexe de Tulle.

gie» dans ces mêmes classes, on ne s'étonnera guère du vécu fort négatif qu'éprouvent les élèves orientés en fin de 3^e hors du lycée général, vers le technologique ou le professionnel. Comment transforme-t-on ainsi, en peu d'années, ces enfants passionnés de science que révèle sans peine *La main à la pâte* en adolescents dépourvus d'enthousiasme ? C'est ce qu'il nous faut désormais comprendre, sans perdre de vue que, là encore, la France ne se singularise pas totalement : l'analyse de la place des sciences dans les *comprehensive schools* anglaises a conduit nos voisins à mettre en place, depuis 2005, une réforme progressive des cursus (12). Un semblable constat de désintérêt progressif, chez les adolescents d'Europe, est formulé dans le rapport Gago déjà cité [6]. Et les expériences pour tenter d'y remédier (13) sont également répandues en Europe.

En y regardant de plus près, la difficulté à résoudre apparaît clairement. Parce que sciences et techniques sont omniprésentes dans le fonctionnement de nos sociétés, il est jugé indispensable, à juste titre, d'en faire un élément solide de la formation donnée à tous les futurs citoyens, avant la fin de leur scolarité obligatoire. Mais parce que sciences et techniques sont des facteurs décisifs du développement économique et de l'indépendance nationale ou européenne, il est également impératif de former des techniciens, des ingénieurs et des chercheurs en nombre, et de qualité, en donnant, dès le collège, de solides fondements pour les études futures. Or, ces deux ambitions sont quelque peu contradictoires, ne serait-ce qu'en raison de la place différente qu'elles donnent aux mathématiques, ou par la

(12) Voir *Twenty-First Century Science*, le programme élaboré et désormais mis en œuvre par la Nuffield Foundation, bien connue pour la vigueur de sa réflexion et de ses propositions dans le domaine de la pédagogie des sciences (www.nuffieldfoundation.org).

(13) Notons ici la mission confiée (fin 2006) au député européen Michel Rocard : *La Commission européenne se tourne vers des experts pour encourager l'enseignement des sciences* : Communiqué de presse, Commission européenne, 27-11-2006.

difficulté réelle – abstraction, langage – que présente une formation scientifique, comparée à d'autres voies. Concilier les deux objectifs, dans une scolarité posée a priori identique pour tous, voilà ce qu'échoue à faire l'actuel *collège unique*. Un *collège commun* (14), à l'image du socle commun en cours de mise en place (en France), pourrait à la fois donner à tous les futurs citoyens une vision juste et attrayante de la science, puis s'enrichir d'options préparant les uns plutôt à la science, les autres plutôt à la technique, et d'autres encore à des voies différentes. Ce grand chantier n'a pas encore été ouvert, dans notre pays : il est grand temps de l'envisager.

Mais c'est avec bien plus de modestie que les promoteurs de *La main à la pâte*, toujours soutenus par l'Académie des sciences (15), ont engagé en 2006 dans une vingtaine de collèges, répartis sur l'ensemble du territoire, une expérimentation nouvelle, en classe de 6^e. Il s'agit d'atténuer la brutalité de la transition entre école et collège, qui fait passer les élèves d'un seul enseignant polyvalent à plus de dix enseignants étroitement disciplinaires. Mais il s'agit surtout de donner aux professeurs de science et technologie l'occasion d'un enseignement où les élèves perçoivent mieux l'unité des sciences – celle de l'attitude intellectuelle qui entretient entre elles les sciences et les techniques. La mise en œuvre d'une démarche d'investigation est facilitée par un enseignement intégré, assuré pendant tout ou partie de l'année par un professeur unique disposant de plages horaires plus importantes et plus souples, ce qui facilite le travail en groupe (16). Dans quelques mois, les premières conclusions de cette expérimentation (qui sera poursuivie en 2007-2008 en classe de 5^e) pourront être tirées.

CONCLUSION

Le chantier est à peine ouvert. La décennie écoulée nous a appris que notre vieille Education nationale pouvait bouger, pour peu que des forces extérieures s'y appliquent. Pourtant, plus de la moitié des enfants de France, dans leurs écoles primaires, ne « font » pas encore de science – au sens où l'on n'« apprend » pas seulement la musique, mais on en « fait » – tant de maîtres pensant encore que « ce n'est pas à eux de l'enseigner ».

(14) J'emprunte cette expression – fort heureuse – de *collège commun* à Jacques Friedel.

(15) Laquelle a signé, en 2005, une convention triennale de coopération avec le Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Celle-ci comprend notamment le développement depuis fin 2006 d'une expérimentation au collège, appelée *Dans le sillage de La main à la pâte*. Elle concerne les trois disciplines : physique & chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie, et elle entend progressivement s'appuyer sur les mathématiques et le français.

(16) On peut suivre le développement de cette expérimentation sur www.science-techno-college.fr.

Une classe *Main à la pâte*

[Extrait de *L'Enfant et la science*, Charpak, G., Léna, P., Quéré, Y. (2005), chap. II, avec l'aimable autorisation des éditions Odile Jacob]

Au cours d'une séance de sciences, un enfant a posé *une question* – parmi bien d'autres, sans doute : Pourquoi... ? Pour quoi... ? Comment... ? – relative à un objet ou à un phénomène de la nature, question susceptible, selon le professeur, d'un développement scolaire à l'intérieur du programme tel qu'établi par le ministère.

Le maître ne répond pas, mais il renvoie la question aux enfants (« Vous, qu'en pensez-vous ? Toi, Emmanuelle, toi Lazare, qu'est-ce que vous répondriez ? ») stimulant ainsi leur imagination, c'est-à-dire leur faculté de se créer une *image* de ce qu'ils ne voient pas, ni ne savent. Et furent bientôt leurs idées ou, au sens propre, *leurs hypothèses*. Aussi naïves qu'elles soient, et sans doute le sont-elles, celles-ci seront accueillies avec sympathie – sauf absurdité absolue, qu'il conviendrait de réfuter d'entrée de jeu – et conservées pour mémoire, écrites par exemple au tableau.

Vient alors le moment de *l'expérimentation* : la réponse à nos questions concernant la nature, c'est en effet d'abord à la nature d'y répondre elle-même, l'expérience étant l'expression, stylisée à l'extrême, de notre dialogue avec elle. Aussi les enfants vont-ils, travaillant sans doute par petites tables de quatre ou de cinq, installer un dispositif, aussi simple et rudimentaire qu'il est possible – en sorte d'en maîtriser tous les éléments – et expérimenter.

Sagesse chinoise (17)

百聞不如一見

*J'entends et j'oublie
Je vois et je me souviens
Je fais et je comprends*

Il se peut, mais c'est rare, que l'expérience donne d'entrée de jeu la réponse à la question posée, réponse proche de l'hypothèse de Lazare, lequel alors se rengorge. Il est infiniment plus fréquent, et beaucoup plus intéressant, que la réponse soit initialement peu explicite, tout en ayant quelque chose à voir avec l'hypothèse d'Emmanuelle. Va, dans ce cas, s'établir dans la classe cet aller et retour entre l'hypothèse et l'expérience, entre le cerveau et les mains, entre l'imagination et la réalité, qui fonde toute activité de recherche, que celle-ci soit scientifique, ou historique, ou littéraire... On va donc revenir au dispositif expérimental, peut-être chauffer un peu plus, peut-être illuminer un peu moins, peut-être modifier tel élément, tel paramètre..., en sorte de cerner de mieux en mieux la réalité. Moment béni des dieux, pour l'observateur, que celui de ce mouvement ascensionnel d'où, dans la classe même, va peut-être jaillir la vérité. Si celle-ci se fait ainsi jour, alors viendra le moment final, celui de *l'expression*. Celle-ci sera *orale* si le maître demande à l'un des enfants de chaque groupe de faire un petit exposé à ses camarades sur ce qui vient de se passer. Elle sera *écrite* lorsqu'ils décriront, sur leur *cahier d'expériences*, la petite aventure qu'ils viennent de vivre collectivement et qu'ils inscriront noir sur blanc la petite miette de la vérité du monde qu'ils viennent ensemble de découvrir. Si le tout a échoué, c'est-à-dire si la réponse n'a pu être obtenue (expérience médiocrement conduite, maladresse des enfants, difficultés intrinsèques excessives...), le maître donnera *ex cathedra* la réponse cherchée – une conclusion en forme de points de suspension n'ayant, sauf exception, pas de valeur éducative – et, s'il le peut, il leur expliquera les raisons de l'échec. Les enfants n'en laisseront pas moins la *trace écrite* dans leur cahier d'expériences.

Enfin, le maître formulera, pour toute la classe, une conclusion et il récapitulera le savoir acquis, afin qu'il puisse ainsi être mémorisé par les enfants.

(17) Le texte original de ce proverbe, calligraphié dans l'encadré (*Bai wen bu ru yi jian*), peut se traduire par : *Cent fois entendu est moins qu'une fois vu.*

Peu à peu, les programmes et les professeurs s'engagent dans un enseignement scientifique moins vertical, centré moins sur les connaissances – dont il est hors de question d'amoindrir l'importance – que sur la capacité à s'interroger, à exercer sa créativité et son esprit critique à l'occasion de leur acquisition. Evaluer la qualité de cette pédagogie n'est pas simple, et de nombreux efforts s'y attachent de par le monde [13].

Les Ecoles d'ingénieurs, les Académies des sciences ou des technologies et tant d'autres partenaires ont leur rôle – irremplaçable – à jouer dans ces transformations. Pourtant, rien ne se fera sans l'adhésion et la qualité des professeurs. Pendant ces dix années, la confiance dont ils ont témoigné en acceptant et en recherchant les accompagnements proposés, fut exceptionnelle. Au collège, comme à l'école, puissions-nous parvenir, par leurs témoignages ici rassemblés, comme par leurs expériences personnelles, à les convaincre qu'eux aussi, dans ce monde bouleversé, ont à repenser la façon de transmettre la culture qu'ils ont reçue. Réfléchir à l'éducation revient à réfléchir aux générations à venir : il s'agit bien d'un acte de générosité enraciné dans l'espérance, et ces vertus ne manquent pas [14] !

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *La démarche d'investigation fait école*, Talents des mines, n° spécial, n° 72, ENSMN, Nantes, 2006.
- [2] *Globalisation and education*, (coord. par M. Sanchez-Sorondo, E. Malinvaud & P. Léna), à paraître, De Gruyter, Berlin, 2007.
- [3] Charpak, G., Léna, P., Quéré, Y. *L'enfant et la Science. L'aventure de La main à la pâte*. O. Jacob, Paris, 2005.
- [4] Charpak, G. (présenté par), *La main à la pâte. Enseigner les sciences à l'école primaire*, Flammarion, 1996.
- [5] *The Challenges for Science. Education for the Twenty-First Century*, Pontifical Academy of Sciences, Scripta Varia, 104, 2002.
- [6] *Europe needs more scientists*, Report presented to the European Commission by Gago, M., 2006.
- [7] Schreiner, C., Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education (pdf)* (Acta Didactica 4/2004). Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- [8] *Inventing a better future. A strategy for building worldwide capacities in science and technology*. InterAcademy Council, 2004.
- [9] Dercourt, J. *Les flux d'étudiants susceptibles d'accéder aux carrières de recherche*, EDP sciences, 2004.
- [10] Convers, B. *Les impasses de la démocratisation scolaire : sur une prétendue crise des vocations scientifiques*, Raisons d'agir, Paris, 2006.
- [11] *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe*, Eurydice, Commission européenne, 2006.
- [12] *L'enseignement de la physique et de la chimie au collège*. Rapport 2006-091 de l'Inspection générale de l'éducation nationale, MENESR, Paris, 2006.
- [13] *Report of the working group on international collaboration in the evaluation of Inquiry Based Science Education (IBSE) programs*, Harlen, W. & Allende, J., Santiago-du-Chili, 2006. Feba ed. (feba@med.uchile.cl). Traduction française en préparation, 2007.
- [14] Léna, P. *From science to education, the need for a revolution*, Erasmus lecture 2005, Academia Europeae, European Review, Cambridge Univ. Press, 2006.

La Cité des sciences et de l'industrie et la diffusion de l'information scientifique et technique

La Cité des sciences, à la fois musée, centre de ressources et de conférences, et lieu de spectacles ou d'événements, connaît un succès étonnant pour un établissement aussi jeune. Ce succès s'explique sans doute par le vaste besoin de diffusion d'une culture scientifique et technique, et le rôle de médiation que la Cité s'efforce de jouer, dans de nombreux domaines, entre les savoirs de pointe et les attentes du public.

par **Jean-François HÉBERT**, Président de la Cité des sciences et de l'industrie

Depuis son ouverture, la diffusion de la culture scientifique et technique est au cœur des préoccupations de la Cité des sciences et de l'industrie. Mieux encore, elle en constitue la raison d'être. Au moment de sa naissance, sur les décombres abandonnés de la salle des ventes des abattoirs industriels de la Villette, il s'agissait, pour les concepteurs de la Cité, de penser un équipement neuf, tourné vers l'avenir et capable de redonner à la France l'image d'un pays à la pointe de l'innovation et du progrès. Ce pari décisif, soutenu par le président Valéry Giscard d'Estaing quelques années après les deux chocs pétroliers et dans une période de restructuration industrielle, Maurice Lévy le formule dans son rapport fondateur d'octobre 1979 *Pour un musée des sciences et de l'industrie*. Constatant le retard de la France en matière de centres scientifiques et techniques, il préconise la mise en œuvre d'une structure inédite, d'un véritable prototype, doté d'objectifs multiples. Contrairement aux musées traditionnels, l'institution aura pour ambition, grâce à des moyens beaucoup plus diversifiés, non seulement de retracer l'aventure scientifique, mais aussi d'aider les

publics à se familiariser avec les sciences et leurs applications, d'encourager la créativité, de renouveler les vocations et les méthodes d'enseignement. A cette époque, le choix du terme de «Cité» est à lui seul tout un symbole : il traduit le caractère résolument moderne et révolutionnaire du projet.

Vingt ans après sa fondation, la Cité des sciences et de l'industrie a, en matière de diffusion de la culture scientifique et technique, obtenu des résultats remarquables. Avec ses 3,2 millions de visiteurs en 2005, elle est devenue le 4^e musée le plus fréquenté derrière le Louvre, le Centre Pompidou et le château de Versailles. Elle rivalise avec les prestigieux Science Museum de Londres et le Deutsches Museum de Munich. De même, avec ses 7 millions de visites annuelles, son site Internet s'est imposé comme un vecteur puissant de transmission du savoir en France comme à l'étranger. Au-delà de la richesse de sa programmation et de la multiplicité de ses offres, le succès de la Cité des sciences s'explique notamment par sa capacité à concevoir des expositions attractives. Ces dernières années, *Cerveau intime*, *Trésors du Titanic*, *Climax*, *Le monde de Franquin*, *Crad'Expo*

ou encore *Star Wars* ont constitué de véritables événements pour toutes les catégories de visiteurs. C'est ainsi que la Cité est progressivement entrée dans les pratiques culturelles de toutes les catégories de publics.

Un tel succès ne pouvait cependant aller sans transformation de l'institution. De fait, si la mission initiale de diffusion de la culture scientifique et technique est restée, dans ses grandes lignes, identique au fil des ans, les chemins pour y parvenir ont été considérablement renouvelés. Pour faire face aux nombreuses innovations techniques, aux progrès et aux découvertes scientifiques des quinze dernières années, la Cité des sciences s'est efforcée de répondre au mieux aux exigences et aux questionnements nouveaux des publics en réformant ses structures, en diversifiant son offre et en modifiant sa stratégie de développement. La dernière réforme réglementaire de l'établissement, le 24 février 2006, illustre de façon probante la volonté qu'a l'institution de faire face aux mutations en cours : son champ d'action s'est étendu aux enjeux de société liés à l'évolution des sciences et des techniques.

Au moment où la Cité des sciences atteint l'âge adulte, il est intéressant de rappeler les moteurs de sa réussite et d'évoquer la façon dont elle parvient à s'adapter à un environnement aussi mouvant et divers que celui des sciences et des techniques.

UN LIEU ORIGINAL DE DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Par son architecture et la diversité des accès à la science qu'elle offre à ses visiteurs, la Cité constitue un lieu original de diffusion de la culture scientifique et technique à tous les publics.

Parmi les nombreuses manières de venir à la science, l'expérience physique du bâtiment est sans aucun doute, pour le visiteur posté sur le parvis, la première et non la moins originale. Passé l'ébahissement initial, les 250 mètres de long, 150 mètres de large et 50 mètres de hauteur de la Cité, le hall central monumental et les 20 000 mètres carrés d'espaces d'expositions permanentes et temporaires interpellent les plus distraits sur la destination originelle de l'édifice : une salle des ventes d'abattoirs industriels emblématique de la technostructure des années 1970. Le sentiment de démesure n'est d'ailleurs pas l'apanage des publics. Interrogé sur ses premières sensations face à la friche, Adrien Fainsilber, l'architecte de la Cité, eut ces mots : « Le premier choc, ce fut l'échelle monumentale du bâtiment. On voyait ces piles géantes et les grandes portées de la structure métallique. Impressionné, donc, mais effrayé aussi ». Au lieu de céder à l'effroi et à l'inhibition, Fainsilber choisira contre toute attente d'accentuer les proportions du bâtiment en ouvrant au jour ses niveaux inférieurs !

Au-delà du gigantisme, le second choc ressenti est de nature esthétique. Cette impression, les publics l'expriment

en qualifiant l'édifice de « palais de verre, de béton et d'acier unissant l'espace, l'eau et la lumière ». Ces considérations récurrentes sur le jeu des couleurs et des formes, même exprimées de façon incidente, évoquent, elles aussi, l'histoire industrielle. En effet, le verre, le béton et l'acier renvoient directement à la période de la mécanisation des usines et à la naissance, dans les années 1910, du « design » industriel. Par ailleurs, la transformation en musée d'un authentique bâtiment industriel témoigne du génie de l'architecte autant que des passerelles existant entre l'art et l'industrie. Ainsi, avec ses effets métalliques et ses variations bleues, avec ses angles droits et sa boule d'argent, la Cité des sciences est-elle située à la lisière d'univers multiples.

Outre la dimension architecturale, l'établissement se caractérise également par la variété et l'abondance de ses offres. Cette spécificité faisait partie intégrante du projet initial de Maurice Lévy, pour qui la Cité devait avoir d'autres fonctions que la simple présentation de collections. Cette absence d'objets pourrait, à certains égards, être considérée comme un handicap. Elle oblige au contraire la Cité à innover toujours plus et à puiser dans ses ressources de médiation la créativité nécessaire à chaque nouvelle exposition.

Par ailleurs, avec ses espaces réservés aux expositions temporaires et permanentes, son planétarium et sa Cité des enfants, la Cité des sciences ne peut se définir de façon univoque. Elle est à la fois un musée, un centre de ressources et de conférences, et un lieu de spectacles et d'événements. En tant que musée, la Cité conçoit, produit et reçoit chaque année des expositions multiples visant à présenter l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques en suscitant le débat sur des sujets aussi complexes et foisonnants que le changement climatique, la population mondiale, la biodiversité ou l'innovation. En complément de ces espaces, elle dispose d'une médiathèque spécialisée dans les sciences et des techniques dotée d'un Carrefour numérique, ainsi que d'une Cité des métiers et d'une Cité de la santé. Cette richesse des offres permet une grande souplesse dans les voies d'accès aux savoirs. Elle donne à penser qu'il y a autant de Cités que de types de visiteurs. En témoignent, par exemple, pour l'année 2005, les 932 000 entrées (dont 480 000 en groupes scolaires) dans les espaces d'expositions, les 844 000 visiteurs de la Cité des enfants et les 760 000 visiteurs de la médiathèque.

Au sein de ces offres, la forme et le contenu des expositions reflètent l'identité et le style de l'établissement. En effet, contrairement aux musées traditionnels – dans lesquels les objets, sacralisés et disposés selon un ordre linéaire, imposent aux visiteurs une prudence distanciée – les expositions interactives présentées à la Cité sont destinées à faire comprendre la science, non seulement par la vue, mais aussi par le toucher, l'ouïe et parfois même l'odorat et le goût, comme ce fut le cas par exemple avec *Crad'Expo* en 2005. Cette volonté délibérée de faire appel au corps n'est pas seulement destinée

à impliquer physiquement les publics. Plus profondément, elle souligne le caractère expérimental de toute connaissance scientifique, ainsi que le caractère pratique de l'acquisition de la culture technique. Du reste, le fait de concevoir une offre sollicitant l'intégralité des sens a permis de remettre en cause la distinction traditionnelle entre visiteurs et visiteurs handicapés, conformément aux vœux de l'un des concepteurs incontournables de la Cité, Paul Delouvrier. Dans la mesure où la plupart des expositions se manipulent, se voient, s'entendent, se sentent et se goûtent – en un mot, s'expérimentent –, la mise en place de dispositifs particuliers pour les visiteurs handicapés est devenue presque superflue. Cette spécificité a d'ailleurs conduit en 2004 le ministre de la culture à faire de la Cité, qui détient depuis 2001 le label Tourisme-Handicap, le chef de file d'une mission nationale Culture-Handicap. Lieu unique pour la diffusion de la culture scientifique et technique, la Cité des sciences n'en a pas moins profondément évolué. Cette capacité d'adaptation et de réactivité réside dans sa volonté de positionnement à la confluence de la science et de la société.



Crad'Expo constitua un véritable événement pour toutes les catégories de visiteurs.

© Lydie/SIPA PRESS

L'INTERFACE OU LA CLÉ DU SUCCÈS

Le mouvement qui anime la Cité, l'idée qu'elle se trouve en phase avec l'évolution des sciences et techniques – voire, en avance, sur les grands enjeux du monde contemporain – proviennent à la fois de son rôle de récepteur et de catalyseur.

Afin que la Cité reste à la pointe de l'innovation et anticipe sur les grandes problématiques en cours ou à venir, l'établissement a besoin de se maintenir en permanence à l'écoute de ses nombreux relais dans la société civile, mais aussi dans le monde scientifique et industriel, à l'échelle locale, nationale et internationale. En ce qui concerne son rapport aux publics, la Cité

des sciences dispose, depuis son ouverture en 1986, d'un observatoire d'enquêtes auprès des visiteurs. Cette structure, qui réalise des analyses détaillées, est un instrument important d'évolution. Si les enquêtes permanentes et ponctuelles permettent un suivi régulier de la perception des expositions de la Cité par les différents publics, les études prospectives contribuent à éclairer ses choix stratégiques à plus long terme et à faciliter son pilotage, notamment au travers de son contrat de performance. En complément de l'observatoire, les personnels, tant de l'accueil que de la médiation, facilitent la remontée des informations.

Les relations entre la Cité et le monde scientifique s'opèrent, quant à elles, de plusieurs manières.

Elles passent d'abord par un travail de veille et d'analyse des principales revues scientifiques ou de vulgarisation scientifique. A ce travail de suivi hebdomadaire s'ajoute, pour la programmation événementielle à moyen et à long termes, le concours d'un conseil scientifique composé de personnalités hautement qualifiées du monde des sciences. La conception et la mise en place des expositions temporaires font, quant à elles, l'objet de discussions entre personnels de la Cité et comités scientifiques extérieurs. Ces structures sont le gage de sa crédibilité scientifique.

Par ailleurs, la création (en 2002) du Collège de la Cité a permis de mettre les questions scientifiques au cœur du débat public. En donnant, chaque année, la parole à quelque 250 chercheurs, la Cité des sciences est devenue une véritable tribune pour les organismes de recherche. L'impact de ce Collège est d'autant plus grand que les conférences font l'objet de publications (coéditées avec les éditions Le Pommier) et d'une offre en ligne sur le site internet www.cite-sciences.fr. Cette omniprésence des chercheurs dans la vie de la Cité témoigne de leur intérêt soutenu à son égard.

Enfin, la Cité bénéficie également de l'apport d'un important réseau de partenaires extérieurs, qui joue à la fois le rôle de récepteur et de catalyseur des actions qu'elle mène. La Fondation Villette Entreprise, qui regroupe depuis 1986 une trentaine de sociétés, constitue le trait d'union privilégié avec les industriels. La Cité entretient également des relations soutenues à l'échelle locale, nationale et internationale. En régions, elle participe, aux côtés des acteurs locaux, à la culture scientifique et technique en faisant circuler ses propres réalisations ou coproductions. 350 000 visiteurs ont ainsi pu profiter de ses expositions itinérantes en 2006. Au niveau national, elle participe, aux côtés du Palais de la découverte, du Muséum National d'Histoire naturelle et du Musée des Arts et Métiers, au «groupe des quatre» établissements publics nationaux de la culture scientifique et technique. Enfin, à l'échelle internationale, elle est l'une des animatrices du réseau européen des musées et centres de sciences ECSITE, dont elle a assuré la présidence de 2002 à 2004.

Si ce rôle d'interface a permis à la Cité de s'affirmer comme un pôle majeur de diffusion de la culture scientifique et technique, son avenir – dans un monde concurrentiel dont les leitmotifs sont le changement et l'excellence – dépend, plus que jamais, de ses capacités d'évolution.

RESTER À LA POINTE

Pour rester à la pointe de l'innovation, la Cité des sciences s'est engagée dans un processus de rénovation, conformément aux exigences des visiteurs, qui demandent plus de cohérence, plus de sens et davantage de repères pour comprendre la science dans le monde contemporain.

L'effort de modernisation porte avant tout sur l'offre permanente de la Cité. Sans transiger sur l'approche muséographique sensorielle, qui en constitue l'identité, cet effort permet, au contraire, son approfondissement, grâce à un remaniement complet des expositions permanentes entre deux espaces, distincts et clairement identifiés.

Au nord du bâtiment, les anciennes présentations organisées autour de problématiques interdisciplinaires font place à trois grands récits dédiés aux connaissances fondamentales de la science contemporaine. Le grand récit

de l'Univers, qui ouvrira ses portes à partir de novembre 2007, donne une lecture chronologique des connaissances dans le domaine de la physique et de l'astrophysique. S'étendant sur près de 1 700 mètres carrés, il présente à la fois les origines et l'histoire de la matière et les lois physiques de l'Univers. Le second récit concerne la vie. Il exposera, à partir de la théorie néo-darwinienne, les connaissances les plus récentes en biologie, en médecine et en génétique. Enfin, le troisième récit sera consacré aux cultures. Il retracera l'histoire des innovations fondatrices accomplies par l'espèce humaine depuis l'apparition de l'*Homo sapiens*. Ce nouvel agencement des expositions devrait renforcer l'impact du discours proposé et sa compréhension par les publics.

Le sud du bâtiment sera, quant à lui, occupé par une vaste Galerie de l'innovation et du développement durable vouée aux applications et aux usages technologiques et industriels de la science. Une partie de la Galerie présentera des expositions permanentes prospectives, sur des questions aussi importantes pour l'avenir de l'humanité que l'énergie, la mobilité, l'écologie ou l'eau. Les publics découvriront également les dispositifs d'observation par satellite utilisés pour visualiser et mesurer l'impact des activités humaines sur la planète. Dans l'autre partie de la Galerie, un Observatoire des innovations (dont l'ouverture a eu lieu en janvier 2007) propose des présentations d'un type nouveau. Destinés à sensibiliser les visiteurs au processus complexe d'innovation, ces espaces, construits autour d'une exposition de référence et d'îlots présentant l'innovation dans un secteur particulier, permettent deux approches complémentaires du phénomène. L'espace introductif donne aux publics l'opportunité d'opérer un travail de fond sur le concept, mettant en évidence ses prolongements économiques, technologiques, juridiques. La mise en scène des applications pratiques permet quant à elle de souligner le rôle des acteurs scientifiques, industriels, et économiques et sociaux dans son développement. En 2007, c'est le thème des nanotechnologies qui a été retenu.

Parallèlement à ces changements muséographiques considérables, la Cité des sciences a l'intention de rénover ses espaces les plus fréquentés. Il s'agit notamment du nouveau planétarium, qui a ouvert ses portes en août 2006, et de l'espace dédié aux 2-7 ans de la Cité des enfants nouvelle génération, qui sera opérationnel à la fin de l'année 2007. Les autres rénovations en cours concernent les structures d'accueil, qui méritent d'être mieux adaptées aux demandes des publics, et le site Internet de la Cité, qui nécessite, en raison de la richesse et de la diversité de ses contenus, une présentation plus cohérente pour les visiteurs.

Mais, au-delà de ces aspects, c'est par son implication dans les grands débats scientifiques que la Cité des sciences souhaite se maintenir à la pointe de l'actualité culturelle. Grâce à son espace Science Actualités, elle s'est en effet forgé une solide expérience en matière de traitement muséologique de l'actualité scientifique. Elle sait produire des contenus éditoriaux multimédia, dis-

ponibles à la fois dans l'espace de la Cité et sur son site Internet. Depuis peu, elle diffuse des expositions-dossiers d'actualité, exportables sur support DVD Rom, au rythme de trois par an. Enfin, les thèmes traités par la Cité se sont élargis non seulement à l'actualité de la recherche, mais aussi aux contributions des scientifiques sur les questions de société. C'est en renforçant les synergies entre l'offre de débats, les questions d'actualité et les ressources documentaires que la Cité restera un acteur majeur de la culture scientifique et technique.

Vingt ans après sa création, la Cité des sciences et de l'industrie fait donc partie du paysage culturel français. Ce sentiment assez largement partagé peut surprendre pour une institution aussi jeune, à l'échelle des établissements culturels. Cette notoriété solidement acquise pose plusieurs questions, sur lesquelles travaillent aujourd'hui ses équipes : Comment évaluer l'action de la Cité sur ses visiteurs et, plus largement, sur la société ? Quel est son impact économique, social et culturel ? Peut-on mesurer son influence sur les connaissances, sur l'intérêt des publics pour les grandes questions scientifiques et, plus largement, sur les vocations de certains d'entre eux ? De la réponse à ces interrogations délicates dépendront sans doute les adaptations stratégiques à venir de la Cité des sciences et de l'industrie.

NOTES

Les sources

Ouvrages généraux sur La Villette

- Lavalou (Armelle), *La Villette, cité de la musique, Parc et Grande Halle, Cité des sciences*, Monum, Editions du patrimoine, Paris, 2002.

- Orlandini (Alain), *La Villette 1971-1995 : histoires de projets*, Somogy, éditions d'Art, Paris, 2003 (3^e édition revue et augmentée).

Sources relatives à la Cité des sciences et de l'industrie

- Lévy (Maurice), Rapport de la mission d'études du musée national des sciences et de l'industrie, Etudes de la Cité des sciences et de l'industrie n° 13, octobre 1979.
- Cité des sciences et de l'industrie, *rapports d'activité 2005 et 2006*.
- Cité des sciences et de l'industrie, *Les visiteurs, Synthèse des études 1986-2004*.
- Cité des sciences et de l'industrie, Plan de relance de l'action régionale, bilan des actions engagées en 2005.
- Cité des sciences et de l'industrie, Dossier de Presse 2006, 20 ans de la Cité des sciences et de l'industrie.
- www.cite-sciences.fr

Documents relatifs à la culture scientifique et technique

- Blandin (Marie-Christine) & Renar (Ivan), Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires culturelles par la mission d'information présidée par Pierre Laffitte chargée d'étudier la diffusion de la culture scientifique, Rapport du Sénat n° 392, 2002-2003.
- Hamelin (Emmanuel), Rapport établi à la demande du Premier ministre auprès du ministre de l'Education nationale, du ministre de la Culture et de la Communication, et de la ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles technologies, relatif au développement et à la diffusion de la culture scientifique et technique, novembre 2003.
- Plan national pour la diffusion de la culture scientifique et technique, conférence de presse du 25 février 2004 de Jean-Jacques Aillagon, ministre de la Culture et de la Communication, et de Claudie Haigueré, ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles technologies.

La curiosité est le ferment de la pensée ; la débrouille est le ferment de l'action (1)

Le lien entre l'intelligence et l'expérimentation humaine est reconnu depuis l'antiquité, mais l'enseignement scientifique a parfois tendance à le négliger, pour privilégier un apprentissage théorique. Pourtant, la jeunesse est curieuse d'expériences concrètes, et d'un savoir qui naît de la débrouillardise. Telle est l'idée des « Petits débrouillards », qui, du Québec, sont passés en France et tentent de montrer que l'étude des sciences peut être manuelle.

par **Pascal DESJOURS**, ancien rédacteur en chef de l'Association des Petits Débrouillards et **Jean MATRICON**, physicien et membre du Comité des « agitateurs scientifiques » des Petits Débrouillards Midi-Pyrénées

C'est au début des années 1980 que parut au Québec un premier recueil d'expériences, simples et amusantes, intitulé « Les Petits Débrouillards », inspiré des *experiment books* proposés par certains musées scientifiques nord-américains. Son succès entraîna l'édition d'un second ouvrage, puis la création d'une revue qui, avec l'appui d'une association de développement du loisir scientifique, mit sur pied un club de lecteurs. C'est à cette époque que des animateurs français découvrirent ce nouveau concept d'animation scientifique, qui ne fut importé en France qu'en 1984 (officiellement, le 15 septembre). Placé sous l'égide de l'association Pactes (Promotion des Activités Techniques et Scientifiques) – association support d'un collectif d'associations, le Cirast (qui a préparé, en 1985, le premier Rendez-vous mondial des sciences et de la jeunesse) –, un groupe de personnes venues d'horizons divers (enseignants, chercheurs, animateurs, notamment) lancent le mouvement Petits Débrouillards en France.

En 1985, le « groupe » Petits Débrouillards obtient sa première subvention du ministère de la Recherche (d'un montant de 100 000 FF). Quatre postes permanents ou semi-permanents (parmi lesquels, trois postes subventionnés) sont ainsi créés et des animations peu coûteuses peuvent se multiplier dans la région parisienne (dans des centres de loisirs et des bibliothèques, et, indirectement, dans des écoles primaires). À cette époque, les deux objectifs premiers du mouvement sont : créer des clubs, et diffuser la revue québécoise « *Je me petit débrouille* ». En février 1986, bénévoles et permanents décident de se détacher de Pactes et fondent l'Association des Petits Débrouillards. Les contrats d'animation augmentent et la notoriété de la structure s'accroît, grâce aux médias (presse écrite, radio, télévision). En mai 1986, un premier séminaire définit

(1) Le titre de cet article est emprunté à Pierre-Gilles de Gennes, Prix Nobel de Physique et membre du Comité de parrainage des Petits Débrouillards.

VULGARISER : DE L'INFORMATION
AU MERVEILLEUX

quelles doivent être les grandes lignes d'un stage de formation d'animateurs (sur deux jours) ; cette réflexion aboutira à la formalisation de la démarche Petits Débrouillards. L'apparition des premières Exposciences, dans diverses régions de la France ainsi que d'autres manifestations de culture scientifique et technique, due, pour partie, à une politique volontariste du ministère de la Recherche, permet de prendre des contacts avec d'autres régions. Cependant, il faut attendre le début des années 1990 pour enregistrer la création d'associations Petits Débrouillards régionales (1990 : Bretagne ; 1992 : Midi-Pyrénées ; 1993 : Languedoc-Roussillon et relais Eure et Loire ; 1994 : Rhône-Alpes). À partir de 1995, la cadence s'accélère, et la couverture du territoire devient de plus en plus dense, grâce à l'aide apportée par des Emplois Jeunes, qui permettent de soutenir les intervenants bénévoles. Aujourd'hui, le mouvement Petits Débrouillards est représenté, par ses associations, dans la quasi-totalité des régions françaises, y compris à la Réunion et en Guadeloupe. Dès juillet 1987, date de la première Exposciences internationale (ESI) à Québec, dix membres d'un club Petits Débrouillards français étaient accueillis par les familles de jeunes abonnés québécois à la revue *Je me petit débrouille*. Leurs familles reçurent en retour ces jeunes Québécois chez elles, en France, au cours de l'été 1987. C'est également durant l'ESI'87 qu'a été créée, à l'initiative des Québécois, la Fédération internationale des Petits Débrouillards, réunissant, au départ, la Belgique, le Québec, l'Ontario (Canada) et le Mexique *via* une organisation internationale. Depuis, le nombre des associations Petits Débrouillards s'est démultiplié dans le monde entier et la Fédération internationale accueille, aujourd'hui, une bonne trentaine de pays, chacun ayant sa structuration, ses modes d'action propres, la plupart d'entre eux ayant découvert le mouvement à l'occasion d'échanges bilatéraux avec la France. En 2001, le réseau des associations régionales et l'association nationale des Petits Débrouillards décident de se structurer en association d'associations, « l'Association française » devenant une émanation des associations régionales. Les présidentes et présidents de ces dernières sont tous membres de son Conseil d'Administration, en compagnie d'une demi-douzaine de « membres qualifiés » – il s'agit de membres individuels, cooptés en raison de leur apport (scientifique et/ou organisationnel), la plupart du temps, au mouvement – ainsi que de représentants (élus) de l'ensemble des salariés du réseau. Afin de s'assurer d'une « cohérence » dans les actions et partenariats engagés de manière indépendante par les diverses associations du réseau, celles-ci ne deviennent membres de l'association d'associations qu'après en avoir signé la charte. Toujours dans le souci de ne pas risquer de voir dévoyer les missions que s'est fixées le réseau, l'Association française des Petits Débrouillards est propriétaire de la raison sociale Petits Débrouillards (déposée à l'INPI en 1990). Ni les inégalités et différences de développement entre associations régionales, dans le temps et l'espace, ni la diversité de

leurs champs d'intervention n'altèrent en rien le dynamisme du mouvement. Une diversité de pratiques (Caravane des sciences en Bretagne, Débrouillothèque à Toulouse puis en Alsace et en Lorraine, « Un été au ciné » en Aquitaine, centres de vacances, « aides aux projets », classes de découverte...), dans des secteurs variés (quartiers « difficiles », écoles, centres de loisirs, centres pour handicapés, exposciences, musées...) ont permis à l'Association d'unifier et de généraliser à l'échelle du pays un même engagement et une même démarche, autour de plusieurs vecteurs communs (clubs, ateliers scolaires et périscolaires, « cités débrouillardes »...). La structuration d'une association Petits Débrouillards est partout la même : un Conseil d'Administration gère les projets adoptés par l'Assemblée générale, soutenu par des salariés permanents chargés, en particulier, de coordonner les intervenants vacataires et d'animer des groupes de travail et de réflexion réunissant les membres salariés et bénévoles de l'association, ainsi, le cas échéant, que divers partenaires et des sympathisants.

LES OBJECTIFS DU MOUVEMENT DES PETITS DÉBROUILLARDS

Le regretté paléontologue et vulgarisateur américain Stephen Jay Gould disait : « *Nous devons nous engager à rendre la science accessible. Les règles sont simples : pas de compromis sur la richesse des concepts ; pas d'impasse sur les ambiguïtés ou les zones d'ignorance ; pas du tout de jargon, bien sûr ; pas d'affadissement des idées (tous les concepts complexes peuvent s'exprimer dans un langage ordinaire).* » En France, en 1982, le ministre de l'Éducation nationale et de la Recherche, Jean-Pierre Chevènement, inscrit en partie ces préceptes dans les missions des professionnels de la recherche scientifique. Hélas, insuffisamment prise en compte dans la validation des travaux des chercheurs, la vulgarisation est restée le parent pauvre de la communication scientifique et technique. Pour Jean-Marc Lévy-Leblond, physicien militant pour une « mise en culture de la science », nous avons besoin de « critiques de science », tout comme il existe des critiques littéraires ou des critiques de cinéma. Du point de vue du réseau Petits Débrouillards, la vulgarisation doit s'inscrire dans ce qu'il est convenu d'appeler « l'Éducation Populaire ». Cette éducation, généraliste, a pour objectif la formation d'esprits aptes à se forger par eux-mêmes des opinions personnelles et collectives, en particulier en « mettant en risque la science » (Bernadette Bensaude-Vincent, *La science contre l'opinion*, éditions Les empêcheurs de penser en rond, 2003). Le scientifique est lui-même un citoyen et, à ce titre, il prend (il peut prendre) part aux décisions politiques, qui concernent la société. Or le développement des sciences et des techniques est (doit être, même) soumis à des décisions politiques, dans la mesure où il participe de l'évolution de la société. Ces choix

politiques ne peuvent être le fait de quelques experts mais, au contraire, de tous les citoyens, décidant, non pas grâce à des connaissances comparables à celles des scientifiques, mais en fonction d'opinions, éclairées par des échanges et des partages avec les scientifiques. Le scepticisme, le doute, l'esprit critique semblent pour certains être l'apanage de la démarche scientifique. Pour les mêmes, tout scepticisme, tout doute, toute critique vis-à-vis d'un programme de recherche (aujourd'hui, ce sont surtout des programmes techniques, qui se développent) est taxé d'ignorance, voire d'irrationalité et d'obscurantisme, bref : d'atteinte à la sacro-sainte liberté de la recherche « pure et neutre ». C'est oublier que liberté n'est pas synonyme d'autonomie, que les sciences et les techniques ont un impact sur la vie sociale et qu'il est juste que celle-ci, en retour, participe aux décisions qui la concernent. En forçant un peu le trait, on pourrait dire que, jusqu'à il y a peu de temps, la vulgarisation avait pour rôle de permettre à tout un chacun d'être à même de suivre et d'apprécier (voire d'admirer) les avancées de la technoscience. Aujourd'hui, nous pensons qu'elle doit être un outil mis à la disposition des citoyens afin que ceux-ci participent aux choix scientifiques et techniques et les accompagnent, voire, même, les invalident, le cas échéant. Comme le dit l'adage, il ne s'agit pas de favoriser la constitution de têtes bien pleines, mais de têtes bien faites. En effet, pour comprendre, il convient de structurer ses connaissances, de les comparer, de les « essayer ». Pour ce faire, nous avons besoin de mettre en œuvre la plupart de nos sens, quand cela est possible, car ce qui est lu n'est pas intégré de la même façon que ce qui est entendu, ni, surtout, que ce qui est vu (importance de l'image). De la même manière, en précurseur, Aristote disait « *L'homme pense parce qu'il a des mains* » (2). Autant que faire se peut, l'acte de vulgarisation doit inciter à l'essai, voire à l'expérimentation. La science et la technologie procèdent de démarches particulières, dont la méthode expérimentale est un liant important. C'est donc vers l'acquisition, ou à un degré moindre, vers l'approche de cette démarche intellectuelle que doivent converger les efforts de vulgarisation. Dès ses débuts, l'association des Petits Débrouillards a développé une approche pédagogique liée à la présence d'animateurs-accompagnateurs de groupes d'enfants. Mais les objectifs poursuivis n'ont pas toujours été les mêmes. Initialement, il s'agissait de sensibiliser, d'initier à la démarche scientifique, par l'investigation, individuelle et/ou collective. Rapidement, l'ancrage de l'action du mouvement dans l'éducation populaire l'a amené à favoriser l'émergence d'une relation de groupe, à partir de l'activité scientifique, puis à permettre la construction d'un comportement social, au-delà de celle-ci. En cela, les Petits Débrouillards ont évolué, au gré des questionnements et des revendications de la « société civile », représentée

au sein de leur association par des citoyens, des militants et des scientifiques. Concomitamment, on voit les principaux soutiens institutionnels du réseau varier, passant du ministère de la Recherche (à ses débuts) à la Délégation ministérielle à la Ville (depuis une dizaine d'années), après un passage, durant les années 1990, par le ministère de la Jeunesse et des Sports. Au cours de cette évolution, les partenariats « actifs » du réseau n'ont fait que s'enrichir, s'élargissant des centres de loisirs, écoles, bibliothèques de débuts, aux mairies, collectivités locales et territoriales, au ministère des Affaires étrangères, par la suite, et enfin aux organismes scientifiques (en particulier le CNRS et l'Ademe), aujourd'hui.

LE TRAVAIL CONCRET D'ACCOMPAGNEMENT

La démarche d'animation des associations Petits Débrouillards se base sur l'accompagnement des jeunes. Adaptée à la durée et au lieu, leur intervention part des motivations et des interrogations des enfants. L'accompagnement qu'elles proposent consiste à aider à la formulation globale d'un problème à résoudre (ou d'un questionnaire), puis à la mise en place d'un (ou de plusieurs) protocole(s). Ensuite, il s'agit de réunir et construire des outils expérimentaux, de manière interactive. Le protocole est organisé temporellement, grâce au soutien de l'animateur (ou de l'animatrice). La « démarche idéale » suit un cheminement théorique, débutant par le déroulement d'expériences, suivi de l'interprétation des résultats, puis de la communication de ces résultats, acquis localement, vers l'extérieur. Dans la réalité, on rencontre plusieurs types d'action pédagogique.

Voici la description de trois exemples illustratifs :

- Intervention courte (d'une demi journée), organisation d'un jeu : le groupe est organisé en équipes de trois ou quatre, qui doivent résoudre la même énigme ou relever le même défi, tous en même temps. Leurs résultats sont discutés collectivement en vue d'un classement des « laboratoires », en fin de jeu. Les défis et les énigmes peuvent aborder un même thème ou un même phénomène (l'eau, la densité, la solubilité...);
- L'activité annuelle d'un club s'organise en quatre phases : tout d'abord, il y a la découverte individuelle de la démarche scientifique, à partir d'expériences abordant un choix varié de thèmes et d'outils. Ensuite, le groupe choisit un thème à approfondir (par exemple, l'astronomie), pour lequel une recherche d'informations, de documentation, d'outils, la rencontre de scientifiques permettront d'aboutir à des résultats (ronde des planètes, calculs de distances, mécanismes des saisons, des éclipses, des phases de la Lune...). Enfin, les conclusions de la recherche amènent à l'élaboration d'un projet de construction d'instruments (lunette astronomique, planétarium), et de communication (maquettes, panneaux, exposition), qui sera pré-

(2) La citation exacte d'Aristote est la suivante : « Ce n'est pas parce qu'il a des mains que l'homme est le plus intelligent des êtres, c'est parce qu'il est le plus intelligent qu'il a des mains ». Aristote, *Des parties des animaux*.

senté (4^e phase) lors d'un événement public, comme la fête de la MJC, une exposcience, une rencontre de jeunes...

- La Débrouillothèque «Debout les Terriens» (en région Midi-Pyrénées) est une «exposition-animation» sur le thème de l'environnement et du développement durable. En deux heures, le visiteur passe par l'exploratoire (expériences en libre-service), le laboratoire (expériences avec animateur), des jeux sur la consommation locale et globale, des maquettes comparatives entre des lieux de la vie quotidienne, en fonction de leur écobilan, un lieu de documentation et un théâtre-forum où il est invité à élaborer un scénario sur des problématiques de la vie quotidienne (comme l'énergie, l'eau ou les déchets). Il passe par des temps d'activité individuelle, puis d'activité collective.

La formation est le «nerf de la guerre» du développement des activités d'animation. Provenant de milieux pédagogiques divers, les animateurs français ont rapidement décidé de mettre en œuvre une formation *ad hoc*, qui s'est concrétisée en juin 1986 par un premier stage, suivi par d'autres, passant de 2 à 4 jours, puis à 6 jours, à partir de 1996. Durant cette formation, les stagiaires vivent, au niveau qui est le leur, la démarche pédagogique Petits Débrouillards. Des moments d'évaluation formative et de bilan permettent de formaliser les acquis. Outre les formations organisées par les associations Petits Débrouillards, les formateurs collaborent à (ou encadrent) de nombreuses sessions de perfectionnement, spécialisation ou qualification Bafa avec plusieurs mouvements d'éducation populaire (Francas, MJC, UFCV, CPCV, Foyers ruraux, Léo Lagrange), préparant au diplôme Beatep (devenu BPJEPS), en collaboration avec d'autres associations (les Cemea, l'UFCV, le CCSTI). Enfin, depuis le début des années 2000, ces formations qualifiantes vis-à-vis du ministère de la Jeunesse et des Sports sont complétées par des interventions dans le cadre de formations universitaires. Les animateurs (et animatrices) proviennent d'horizons divers, mais une majorité suit actuellement (ou a suivi) une formation scientifique universitaire. La parité hommes / femmes est respectée, sans avoir eu besoin de mettre en place de mesures spécifiques pour cela ! Après avoir suivi eux-mêmes six journées de formation, les formateurs interviennent en qualité de vacataires salariés dans les lieux d'accueil des diverses activités. Des formations complémentaires – thématiques ou pédagogiques – ainsi que des séminaires de réflexion, sont organisés, afin de permettre aux vacataires de s'améliorer. Ces moments complémentaires sont parfois organisés en partenariat avec des mouvements d'éducation populaire.

Parallèlement à son activité d'animation, l'Association française des Petits Débrouillards réalise depuis 1993 ses propres productions écrites (3), d'abord par la publication de 23 numéros d'un magazine mensuel

(*Boum ta science*), ensuite avec une collection de 30 ouvrages encore inédits, publiés aux éditions Albin Michel Jeunesse (ainsi que par 18 «reprises» des premiers ouvrages, sous forme de tirés à part ou de nouvelle édition, depuis 1998). L'association est directrice de collection au sein d'Albin Michel Jeunesse, «labelisant» d'autres ouvrages que ceux qu'elle-même produit. Elle a coordonné un ouvrage encyclopédique (*Espace*), aux éditions Fleurus, participé à plusieurs rubriques de presse (jeunesse, magazine, PQR) et édité plusieurs livrets d'expériences et/ou de réflexion. Cette aventure lui a permis d'acquérir une compétence concrète, en matière de passage de l'écrit à l'animation, et inversement. Cette compétence l'amène à intervenir lors de conférences, de colloques, de tables rondes mais aussi de séquences de formation de bibliothécaires et de documentalistes (du service public, du secteur privé, scolaires...). Trois CD-rom ont été édités, à partir d'encyclopédies déjà publiées, aux éditions Montparnasse multimédia, en 2000. Des «malles» d'animation Petits Débrouillards se développent, depuis la création de la malle «1°C de plus», élaborée en 2001 en collaboration avec l'Ademe, le WWF et le Rac (Réseau Action Climat). La première émission de télévision régulière accueillant une rubrique Petits Débrouillards a été, en 1987, «*As3nautes*», diffusée par la chaîne française FR3 (il s'agissait de 15 rubriques hebdomadaires, de 3 minutes chacune, sur le thème de l'astronautique). Ensuite, l'émission «*Fractales*», devenue par la suite «*C'est pas sorcier*», toujours sur la chaîne FR3, a permis la diffusion – à ses débuts (1992-93) – d'une quinzaine de rubriques Petits Débrouillards. L'émission *Archimède* (diffusée par la chaîne franco-allemande Arte) a introduit, quant à elle, de temps à autre, des expériences Petits Débrouillards dans ses développements. Enfin, depuis quelques années, l'association crée des expositions (consistant surtout en des panneaux) destinées à un public plus âgé (collèges, lycées) et portant davantage sur les différents aspects de la relation entre les sciences et la société.

CONCLUSION

La démarche des Petits Débrouillards bénéficie de l'évolution des recherches didactiques et pédagogiques, remplaçant, après les consignes «groupales» des années 1970, l'individu au centre du dispositif, mais tout en l'intégrant dans un processus de socialisation. On l'a vu, les valeurs sous-tendant ses interventions (laïcité, éducation populaire, citoyenneté) se sont enrichies des réflexions citoyennes qui ont environné son évolution. L'originalité de cette démarche, par rapport à celle qui a été adoptée en milieu scolaire, tient à ce qu'elle n'est astreinte ni à un programme, ni à une limitation des sujets scientifiques ou techniques abordés. Les rapports de l'association avec l'école sont cependant parfois ren-

(3) Cf. le site des Petits Débrouillards, <http://lespetitsdebrouillards.org/>

plus compliqués par les raideurs bureaucratiques régissant les interventions de prestataires extérieurs en milieu scolaire. Pour finir sur une note critique, nous dirons que l'action du réseau Petits Débrouillards est souvent trop ponctuelle dans nombre de ses associations, sa démarche étant ainsi « saupoudrée », alors même qu'elle n'atteint pleinement ses objectifs que dans un déroulement complet. Ce défaut est principalement dû aux réductions budgétaires des équipements accueillant des enfants. D'autre part, si les activités régulières croissent en même temps que des activités

plus occasionnelles, la constance, d'une année sur l'autre, et la construction de véritables parcours pédagogiques dans le temps nécessiteraient, quant à elles, une politique mieux définie et des moyens plus assurés, sur du long terme. Le temps n'est plus, où l'on trouvait des clubs scientifiques animés par des savants et des professeurs bénévoles. Depuis ce temps des pionniers, quatre décennies de structuration des loisirs des jeunes ont abouti à une politique de professionnalisation de l'animation scientifique, à l'instar de toute les autres formes d'animation culturelle.

Cosinus et Particule au pays des pédagogues

En France, les mathématiques occupent une place très importante dans l'enseignement. Certains élèves s'en réjouissent, mais d'autres peinent à entrer dans une discipline en apparence coupée des réalités du monde physique. Comment réconcilier ces jeunes avec les mathématiques ? En leur montrant l'utilité concrète des théorèmes et démonstrations.

par **Louis FATON**, Editions Cosinus

Réconcilier les collégiens avec les maths, lever un blocage cause d'échec scolaire, offrir aux jeunes lecteurs une approche amusante des maths et des sciences, calmer l'inquiétude des parents : tel était le pari engagé par le lancement de *Cosinus*, en novembre 1999.

Le titre permettait de faire vivre un personnage, Cosinus, émule de Tintin, piqué par toutes sortes de curiosités et vivant ses découvertes comme autant d'aventures. Il est accompagné de Particule, un énorme chien placide, qui sort de sa somnolence pour ramener son maître sur la voie du bon sens.

La revue a été conçue pour couvrir un large éventail de disciplines : maths, physique, chimie, sciences de la terre, biologie, astronomie. Le premier numéro présentait plusieurs articles de maths – sur les gnomons et la somme des 'n' premiers nombres, sur le problème de l'empilement des sphères, sur les probabilités – et des sujets variés : la foudre, les dinosaures, le sommeil, l'étoile Polaire, avec un poster sur les particules élémentaires.

La première déconvenue est apparue lors d'une rencontre avec France-Info. Cette radio avait aimablement accepté de présenter la nouvelle revue par un entretien avec son directeur. On lui reconnaissait *a priori* son caractère original, voire courageux. Mais, dans le bureau de la rédaction, les journalistes qui feuilletaient le premier numéro oscillaient entre le doute et la consternation. Dans leur esprit, les sujets étaient beaucoup trop éloignés des préoccupations que l'on prête habituellement au grand public. Le produit leur paraissait

invendable. L'émission eut lieu, sans que l'on sache ce que les auditeurs en pensaient.

Assez vite, la revue a conquis 5 000, puis 10 000 abonnés, ce à quoi s'ajoute la vente en kiosque, qui continue à progresser, lentement, mais sans accrocs. Le pari commercial a donc été tenu. Mais qu'en est-il du propos pédagogique initial ?

Une indication est donnée par la comparaison avec d'autres revues s'adressant au milieu scolaire, dans la même tranche d'âge (de la fin du primaire aux premières années de lycée). Par rapport au succès rencontré par *Arkeo junior* (archéologie), *Le Petit Léonard* (arts) et *Virgule* (français et littérature), les résultats de *Cosinus* sont sensiblement moindres, à la fois quant à l'effectif des abonnés et quant à leur fidélité. C'est là une situation paradoxale, car, dans le domaine des périodiques pour adultes, les revues scientifiques – telles *La Recherche*, *Pour la Science*, *Science et Avenir*, *Science et Vie* – ont une diffusion plus forte que les revues d'archéologie, d'art et de littérature.

Toujours par comparaison avec les autres revues destinées à des jeunes ayant approximativement le même âge, *Cosinus* reçoit moins de courrier, ce qui traduit le fait que ses relations avec les lecteurs sont moins vivantes. Une partie du courrier provient d'adultes qui suggèrent des compléments aux informations contenues dans la revue. On y cherche, semble-t-il, un savoir encyclopédique, et non la découverte des connaissances scientifiques de base.

L'archéologie, les arts, les lettres font appel à l'imagination, à l'invention artistique ou verbale, et incitent les

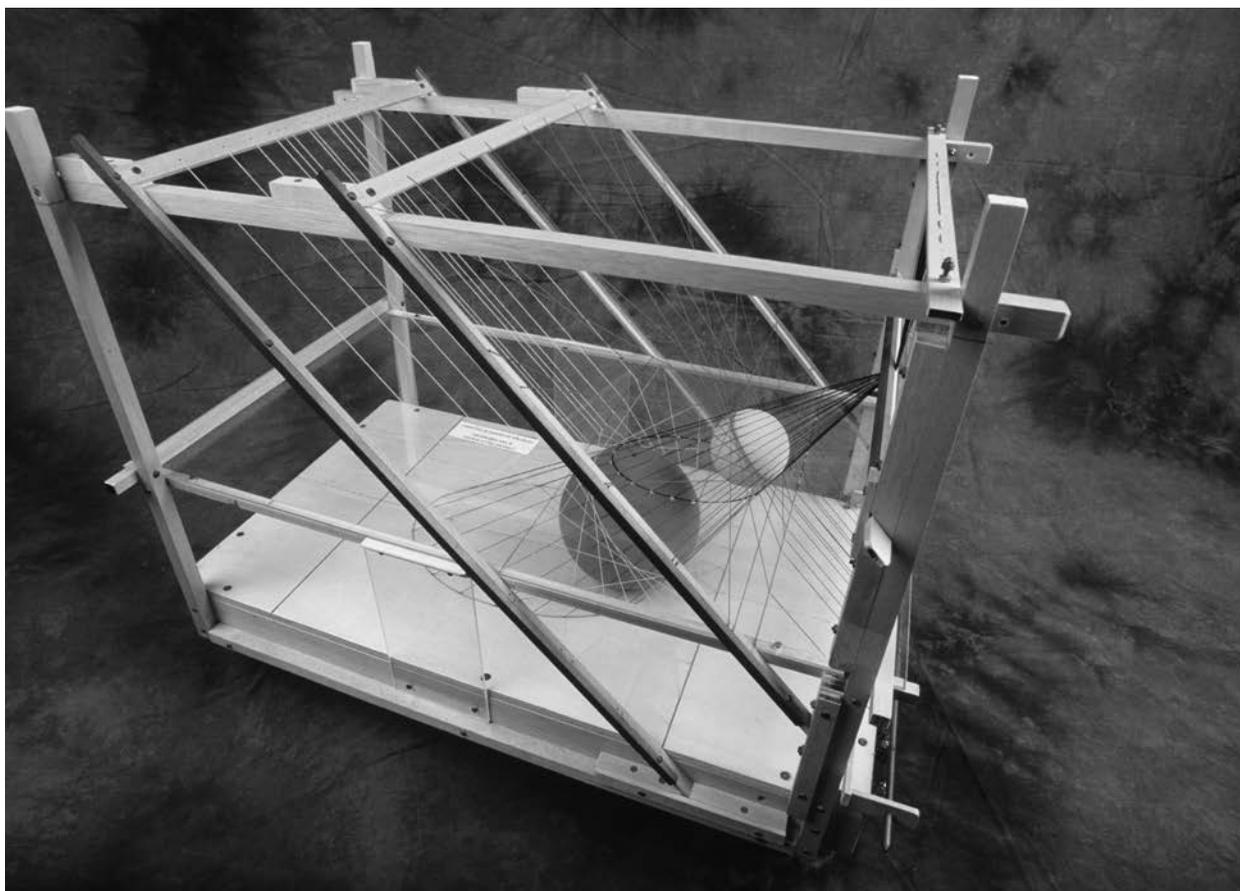
lecteurs à s'exprimer. Les sciences, quant à elles, rapportent des faits et dégagent des lois, qui laissent peu de place à la liberté d'expression.

A cela s'ajoute la difficulté qui tient à la disparité des centres d'intérêt auxquels la revue fait appel et, par conséquent, à la disparité des dispositions d'esprit chez ses jeunes lecteurs. Certains prennent un réel plaisir à résoudre des problèmes de maths, d'autres s'ouvrent à la physique grâce à la découverte des réalisations de la technologie, d'autres encore s'émerveillent en observant les plantes ou les animaux, d'autres, enfin, font de l'observation du ciel et de la prévision du mouvement des astres un passe-temps familier. Chez les jeunes lecteurs, le courrier est avant tout un lieu d'échange et la dispa-

- le premier a été la découverte de l'électricité et des forces cachées de l'électromagnétisme. L'apparence tranquille du monde inanimé – et du monde du vivant – repose sur l'équilibre de charges dont les forces colossales sont sans commune mesure avec ce qu'on observe habituellement. Les équations de Maxwell ont marqué le point de départ d'une voie de recherche très spécialisée ;

- Le deuxième événement est la découverte de la relativité générale, c'est-à-dire du fait que ni le temps ni l'espace n'existent, en dehors de l'usage que l'observateur en fait, dans son propre système de référence ;

- Le troisième événement, enfin, a été la mise en évidence, par la physique quantique, de particules qui



© Massimo Brega/LOOK AT SCIENCES

Un enfant peut découvrir par le jeu des notions mathématiques complexes (machine en bois décrivant l'intersection de sphères avec un cône, Université de Modène).

rité de leurs centres d'intérêt représente peut-être un obstacle.

Existe-t-il une unité de la science, qui puisse offrir des bases communes à toutes ces curiosités ?

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, on n'avait pas de raison d'en douter. Buffon avait pu commencer sa carrière comme mathématicien, dans un cercle proche de l'Académie, puis se signaler par des travaux en cristallographie et accomplir, ensuite seulement, son œuvre éminente de naturaliste. Mais trois événements (au moins) ont ébranlé l'unité de la culture scientifique :

remontent le temps, renversant l'ordre connu du lien de causalité.

Précédemment, la démarche scientifique (dans sa consistance, et dans sa légitimité) reposait sur les données *a priori* de la connaissance, définies par Kant : celles de la sensibilité (que sont le temps et l'espace) et le cadre inné de la connaissance (qui constitue le principe de causalité). A partir du XX^e siècle, le développement de la science a fait appel à une nouvelle démarche, moins intuitive, et plus formelle que celle qui avait servi de lien jusqu'alors entre les différentes branches du savoir. De ce fait, les promoteurs d'une physique rédui-

te à l'abstraction mathématique ont voulu l'imposer, non sans véhémence. Ainsi d'un Heisenberg, qui jugeait répugnante toute tentative d'expliquer la physique quantique en faisant appel aux données de la perception. Dans ce mouvement, les mathématiques ont, plus que jamais, affirmé l'existence de leur discipline pour elle-même.

Dans le passé, les mathématiques s'étaient nourries à deux sources : l'invention de concepts (qui permettaient de décrire avec précision les phénomènes observés expérimentalement et, grâce à un raisonnement déductif, d'établir des prédictions) et les jeux de l'esprit (pour lesquels les mathématiciens inventaient parfois des problèmes, créaient parfois de nouvelles entités, sources de nouveaux développements, qui ne trouvaient pas, le plus souvent, d'application immédiate). Le Père Mersenne et Pascal ont donné l'exemple de ces jeux gratuits. Certaines inventions trouveront une utilité, ultérieurement (par exemple : les équations de groupe, la géométrie de Riemann, les nombres complexes...).

Fortement sollicitées par la physique, au XX^e siècle, les mathématiques ont constitué un univers cohérent, une logique à l'état pur, un jeu de concepts définissant à la perfection un langage universel exempt d'ambiguïté et d'imprécision, sans aucune référence à la réalité. Il est évident qu'un tel modèle ne sera jamais globalement applicable au monde réel, dont l'observation sera toujours entachée d'imprécision, d'autant que les extrapolations mathématiques finissent toujours par être elles-mêmes source d'imprécision.

Mais aujourd'hui, l'univers mathématique ne demeure pas seulement une admirable construction de l'esprit. L'enseignement public l'a en effet imposé dans les programmes scolaires – aussi hermétique et abstrait soit-il – comme une entité qui doit pénétrer sans concession l'esprit des élèves. Pascal distinguait l'esprit de finesse et l'esprit de géométrie. Autrefois, au cours de ses humanités, tout collégien lisait Pascal et prenait plaisir à reconnaître en lui-même ces deux aptitudes et, à travers elles, à trouver sa voie dans le dédale des tâches que lui proposait sa scolarité. L'enfant, par le biais de la découverte des philosophes, avait l'occasion d'être son propre pédagogue.

L'esprit de finesse est du domaine de l'intuition. L'esprit de géométrie, qui génère la rigueur des

démonstrations, est le support du langage scientifique : les mathématiques, telles qu'on les enseigne aujourd'hui, ne représentent rien d'autre que la construction d'un langage spécifique. Elles tuent l'esprit de finesse. Pour accompagner l'enseignement, *Cosinus*, à ses débuts, n'a fait qu'emprunter la voie étroite de développements inédits ou peu divulgués mais conformes à cet enseignement. Les sujets de mathématiques, considérés comme originaux et présentés dans la revue, ont porté sur les gnomons, les tangrams, le carré chinois, les graphes eulériens, les nombres de Fibonacci, l'invention des codes secrets et leur déchiffrement, un aperçu de la théorie des jeux. *Cosinus* a exhumé des entités géométriques un peu oubliées : les symédianes, la droite d'Euler, l'hexagramme de Pascal. Nous étions

dans le domaine des jeux de l'esprit, tels qu'ils ont distrait les mathématiciens pendant des siècles, et dont il est difficile de soutenir qu'ils sont utiles à l'avenir d'un collégien. Si l'on sort de cette logique, on prend ses distances avec les programmes scolaires, et la revue s'écarte de son propos initial. La question se pose d'un apport utile à des esprits de cet âge qui, sans s'opposer aux apports de l'enseignement, relèverait d'une démarche différente. Demandons-nous ce qui est naturel, conforme aux données de la biologie, quant à l'évolution de cerveaux qui en sont encore, à ces âges, dans les dernières années de leur développement morphologique.

Dès la naissance, le cerveau d'un individu suit une phase de développement conditionnée par ses rapports avec l'environnement et au cours de

laquelle s'effectuent une sélection parmi des neurones, alors surabondants, et, pour ceux qui subsistent, l'acquisition d'une plus grande capacité de connexion et d'une spécialisation dans la connaissance du monde extérieur. Dans leurs détails anatomiques, ces neurones se présentent comme une transcription du monde extérieur. A ce lien étroit avec la nature s'ajoute un autre trait du développement du cerveau : celui-ci reproduit, chez chaque individu, les différents stades de l'anthropogénèse, avec une faible évolution de ce qu'on peut appeler (en gros) le cerveau primitif, siège des fonctions vitales et des réactions intuitives, et un développement rapide du cortex, où se localisent les apprentissages complexes et les abstractions. Pour illustrer cette vision schématique de l'évolution, rappelons



Offrir aux jeunes lecteurs une approche amusante des maths et des sciences, tel était le pari engagé par le lancement de *Cosinus*, en novembre 1999.

que c'est le seul développement du cortex qui a fait passer la capacité crânienne, de 640 cm³ chez *Homo Habilis* à entre 1 200 et 1 400 cm³ chez *Homo Sapiens*, en passant par entre 800 et 1 200 cm³ chez *Homo Erectus*. Le cerveau de l'enfant, qui suit cette évolution à très grande vitesse, est, tant qu'il n'est pas totalement achevé, plus intuitif que celui de l'adulte.

On a de bonnes raisons de penser que, dans l'évolution de l'Homme, c'est l'acquisition du langage qui a été le moteur du développement du cortex. Cela signifie qu'à un âge où les organes sièges de l'intuition ont leur pleine capacité – alors que le cortex, siège de l'intelligence verbale et de l'abstraction, est encore en cours de développement –, il conviendrait de laisser l'enfant acquérir des connaissances intuitives, même approximatives et fragiles, mais s'insérant facilement dans la représentation du monde qu'il porte en lui.

La pédagogie dérive de schémas théoriques d'acquisition des connaissances. Quand les pédagogues finalisent des programmes en faisant passer l'esprit intuitif sous les fourches caudines du langage et d'un enchaînement préétabli des connaissances, ils proposent aux collégiens non pas de s'épanouir librement, mais de devenir les perroquets des pédagogues.

Feynman, dans son cours de physique, explique qu'un mathématicien qui voudrait faire progresser la physique uniquement grâce aux mathématiques apporterait en réalité peu de choses à la physique, parce que les situations physiques réelles dépassent la signification stricte des équations. Il cite ensuite cette phrase de Dirac : « *Je comprends ce que signifie une équation si j'ai le moyen de comprendre les caractéristiques de sa solution, sans la résoudre effectivement* ». Par ces propos, Feynman met en évidence les mérites de la démarche historique – celle qui explique la physique par l'enchaînement des découvertes. Pourtant, il annonce, d'emblée, que son cours suivra la démarche opposée : « *Nous préférons d'abord prendre les lois complètes, et revenir en arrière les appliquer à des cas simples, tout en développant, chemin faisant, les concepts physiques* ». Il s'adressait à des étudiants de 3^e cycle, déjà conquis par

la science et à même d'absorber d'emblée les « lois complètes ». En outre, comme il l'a dit lui-même, il disposait de trop peu de temps pour re-parcourir le chemin de deux cents ans de découvertes et aboutir à l'expression complète des connaissances actuelles. Mais, à l'opposé, quand on demanda au prix Nobel de participer à l'évaluation des manuels utilisés dans l'enseignement secondaire en Californie, il dénonça le manuel de géométrie, dans lequel il déclara n'avoir trouvé « que des mots », un seul fait étant rapporté dans tout l'ouvrage.

Certains de nos manuels scolaires, entièrement construits sur la logique des mots, sont à l'instar du livre de géométrie que Feynman jugeait dérisoire, et sans doute l'enseignement de certaines branches des mathématiques dans les collèges français est-il dérisoire, tant il reflète l'ésotérisme de fait de ceux qui en déterminent le contenu.

A la question : « Comment pourrait-on rendre accueillant, et vivant, l'enseignement des mathématiques ? », la réponse pourrait être la suivante :

- en réduisant l'enseignement spécifique des mathématiques à l'apprentissage des symboles – comme on apprend l'alphabet ou les notes du solfège – et à l'étude des théorèmes qui reviendront souvent dans les développements ultérieurs ;
- en incluant la présentation des mathématiques plus spécialisées dans l'histoire des découvertes de la physique et en introduisant, à chaque fois qu'on doit effectivement les utiliser, les notions mathématiques nouvelles (la trigonométrie, les propriétés de l'ellipse, le nombre de Neper, les transformations, les vecteurs...) – ce qui revient à faire appel à l'intuition, afin d'en montrer l'utilité.

Alors, il serait possible à une revue éducative d'accompagner l'enseignement par des anecdotes historiques, et d'imaginer des expérimentations simples. Peut-être faut-il admettre que cette démarche est utopique, tellement sont rares les auteurs qui sont intéressés à replacer les mathématiques utiles dans le contexte historique de leur invention.

Assosciences Midi-Pyrénées, des conférences scientifiques et techniques pour la ville et la région

Comment diffuser le savoir à des non-initiés tout en le préservant comme objet de débat ? Tel est le pari que semble réussir Assosciences à Toulouse. Le choix des sujets n'est pas toujours aisé, car le nucléaire ou les OGM suscitent davantage la bataille rangée que la discussion sereine. Cependant la plupart des sujets, exposés par les conférenciers idoine, permettent à la fois d'éclairer le public et de faire se rencontrer plusieurs publics, des lycéens aux retraités. La science diffusée reste ainsi plurielle, objet d'interrogations et d'échanges.

par **Paul COSTA**, Président d'Assosciences

L'association Assosciences Midi-Pyrénées est née à Toulouse en 2003. Inspirée de l'Université de Tous Les Savoirs de Paris, elle a pour objet de proposer des mises au point sur des questionnements scientifiques et techniques contemporains, en sollicitant des acteurs de la meilleure qualité possible dans leur spécialité.

Pour la constituer, les sociétés savantes scientifiques et techniques de la Région ont été sollicitées. Certaines vivaient leur vie à l'écart des autres ; la plupart d'entre elles ont donc accueilli très positivement l'initiative visant à les rapprocher.

Certes, une offre de conférences scientifiques et techniques existait déjà : l'Université Paul Sabatier, par exemple, en tient sur son campus de Rangueil ; les associations de l'aéronautique en proposent également (Académie nationale de l'Air et de l'Espace, Association Aéronautique et Astronautique de France). Il convient aussi de citer deux organismes qui bénéficient de l'essentiel des financements de la Ville et de la Région : la mission Agrobiosciences, liée à l'INRA, à l'extérieur de

la Ville, et le Centre régional de la Culture scientifique et technique «Sciences et Animation», qui organise, dans le centre international de conférences de Météo-France, des cycles de conférences-débats : les Découvertes. Néanmoins il n'y avait pas – mis à part le Grep (Groupe de recherche pour l'éducation et la prospective), groupement plutôt branché sur les débats de sciences sociales et économiques – de « lieu » emblématique qui offrit régulièrement, en centre-ville, des programmes de connaissances scientifiques et techniques portant sur des enjeux de recherche et de développement.

Depuis sa création, plus de trente conférences se sont tenues (voir tableau), avec des thématiques récurrentes (l'énergie, la génétique, les nanosciences, par exemple), ou des problématiques spécifiques. Chaque conférence est suivie d'un débat, entre l'orateur et le public.

Entre cinquante et cent cinquante personnes sont régulièrement présentes, avec un noyau de fidèles, et des publics variables, allant du lycéen de terminale ou de classe préparatoire scientifique et de l'étudiant en droit

ou en IUFM en quête d'une culture différente au retraité souhaitant se tenir au courant, en passant par des personnes concernées par le champ traité. L'ensemble constitue un fichier d'environ cinq cents personnes désireuses d'être informées, fichier qui s'étoffe progressivement.

Des ouvertures plus larges sur des villes voisines (vidéo-transmission, répétition de conférences, lorsque l'orateur est une personnalité locale), avec l'appui du Conseil régional, sont prévues, dès cette année ; des contacts ont d'ores et déjà été pris avec Cahors et Saint-Gaudens, et il est envisagé d'en nouer avec d'autres villes.

LA LOGISTIQUE DES CONFÉRENCES

L'association est en grande partie subventionnée par la Ville de Toulouse et marginalement par la Région.

Depuis l'année dernière, une cotisation de 10 euros est sollicitée des personnes qui souhaitent adhérer à l'association, mais cette adhésion n'a pas de caractère obligatoire, l'accès aux conférences étant libre et gratuit.

Ces moyens ne couvrent que les frais de transport et d'hébergement des conférenciers non Toulousains – tout en les limitant au maximum – ainsi que le tirage d'affiches et de tracts. Il est difficile de solliciter des mécènes qui, de fait, seraient considérés comme parties prenantes dans le contenu des conférences (quand bien même ça ne serait pas le cas, certains publics risqueraient de l'interpréter ainsi).

Les salles, mises à disposition de l'Association par la municipalité, ne permettent pas le prolongement des discussions au-delà d'un certain horaire. De ce fait, les pots qui font suite aux conférences, où les échanges peuvent se prolonger et des réseaux se retrouver ou se mettre en place, sont gérés indépendamment des conférences, à titre privé.

Les choix de l'heure et du jour des conférences ont donné lieu à certains tâtonnements. Nous avons finalement décidé de les fixer à 18 heures 45 : ce compromis permet à la fois à des jeunes, à des retraités et aux actifs, après leur journée de travail, d'y assister (mais c'est un peu tôt, pour ceux qui travaillent en banlieue). Le choix du mercredi a permis d'éviter la concomitance avec d'autres programmes de conférences, mais nous passerons sans doute au jeudi, qui paraît préférable (les loisirs du mercredi après-midi se prolongeant manifestement en soirée...).

Choix des salles, des jours, des horaires : tout cela n'est pas si anodin qu'on pourrait le croire : il suffit d'entendre les conversations entre participants...

A chaque conférence, les personnes présentes qui le souhaitent peuvent inscrire leur adresse mél (ou, à défaut, leur adresse postale) sur un bloc : leurs coordonnées sont ajoutées à celles des correspondants déjà enregistrés.

La Dépêche du Midi – le grand journal régional – relaie très efficacement l'information. Des affiches et des

tracts sont déposés dans un nombre important d'endroits stratégiques, annonçant à l'avance chaque conférence, avec, notamment, l'aide des relais municipaux, la Mairie de Toulouse étant partie prenante. Le problème posé est parfois celui du renouvellement du public : un nouveau thème ou un nouveau sujet exigeant que l'on avertisse d'autres personnes potentiellement intéressées. C'est assez difficile, car on ne dispose pas des moyens spécifiques pour ce faire, et, souvent, le regret « c'est dommage, je ne l'ai pas su » remonte jusqu'à nous.

QUELS SAVOIRS DIFFUSE-T-ON ?

Les réseaux des uns et des autres sont sollicités pour procéder au choix des sujets et des auteurs. Ils sont proposés par les membres du bureau, par des scientifiques locaux assistant aux conférences. Celles-ci sont inspirées par l'actualité scientifique et technique, ou par des lectures ou d'autres voies : repérages de conférenciers, lors de colloques, par exemple. Dans l'ensemble, l'idée partagée est celle du choix d'un sujet utile, présenté par un orateur à la parole efficace. Une part de subjectivité est évidente mais, apparemment, les choix opérés et les évaluations quant à la qualité des orateurs sont assez consensuels. Il n'a pas été procédé à des évaluations systématiques (ce qu'il faudra faire, à l'avenir), mais le nombre des personnes présentes et les appréciations en retour, souvent spontanées, sont satisfaisants.

Certains sujets (très rares, heureusement) sont difficiles à gérer, le défaut de tolérance ou les *a priori* de quelques auditeurs faisant (malheureusement) qu'ils réagissent à l'« étiquette » du conférencier, ou à des mots considérés « tabous » dans l'intitulé de telle ou telle conférence. Il y a eu, ainsi, un problème pour une conférence portant sur l'avenir de l'énergie nucléaire, donnée par l'un des principaux responsables des programmes nucléaires civils du CEA – quelques détracteurs, bien organisés, ont voulu la saboter – et nous aurions certainement eu le même problème pour les OGM, si nous ne nous étions pas adressés à un conférencier connu localement pour la prise de distance dans son discours...

Il faut bien voir que les savoirs scientifiques et techniques sont à la source de débats, de connaissances discutées, d'apprentissages et de contestations. Mais il est difficile de faire partager l'idée qu'ils sont une culture, des voix plurielles – au même titre que la littérature, la musique ou encore le théâtre. Par exemple, alors que l'on considère que, dans ces domaines culturels classiques, il n'y a jamais trop de manifestations (en nombre, et en diversité) dans une ville ou une région données, on redoute très vite de possibles redondances, dès lors qu'il s'agit de sciences et de techniques. Ceci a conduit Assosciences à éviter des sujets qui pourraient être traités par ailleurs. Nous avons toutefois fait quelques exceptions, pour quelques conférences, dont on savait qu'elles seraient passionnantes et instructives.

Assosciences Midi-Pyrénées Conférences prévues pour l'année 2007

8 01 07 – L'Intelligence artificielle et l'intelligence du vivant

par Manuel Samuelidès, Directeur des Etudes à l'Ecole nationale de l'Aéronautique et de l'Espace

25 01 07 – Plasticité du cerveau humain

par François Chollet, Professeur à l'UPS/Purpan

6 02 07 – L'incroyable rapidité de notre système visuel

par Simon Thorpe, Directeur de Recherches au CNRS

28 02 07 – Villes, territoires et internationalisation

par Pierre Veltz, Professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées et à l'Institut des Sciences politiques. Paris

14 03 07 – Qu'est-ce qu'un gène, aujourd'hui ?

par Jérôme Cavallé, CNRS, Laboratoire de Biologie moléculaire des Eucaryotes

28 03 07 – Condition urbaine et mondialisation

par Olivier Mongin, Directeur de la Revue Esprit

18 04 07 – Catégorisation visuelle et processus de reconnaissance visuelle

par J.L. Nespoulous, Directeur du Laboratoire de Neuropsycholinguistique Jacques Lordat

23 05 07 – La sécurité alimentaire

par Catherine Geslain-Laneelle, Directrice de l'Agence européenne pour la Sécurité alimentaire

Risques, expertise et technologies

par Olivier Godard, Directeur de Recherches. Ecole polytechnique/CNRS ; Laboratoire d'Econométrie 2008, à confirmer)

Les techniques récentes d'extraction du pétrole (à confirmer)

Par Armand Lattes, Professeur émérite, Président de la Société française de Chimie

Les différents phénomènes physiques à l'origine de la couleur des objets (à confirmer)

par Jacques Livage, Professeur au Collège de France

LE SAVOIR, OBJET DE DÉBAT

Si l'on se fonde sur le nombre de participants, il est certain que certaines annonces font mouche, du fait de l'orateur et/ou du sujet. Si l'on se fonde sur les contributions au débat, certaines conférences, s'adressant à un public *a priori* plus restreint, ont connu de vifs échanges.

La difficulté, de fait, réside dans la définition d'un niveau idoine : pas trop vulgarisateur, pour ne pas être en concurrence avec d'autres moyens d'information tels que la presse ; pas trop spécialisé, pour ne pas décourager ; pas trop large, afin d'éviter que l'intervention ne soit pas assez cadrée ; pas trop pointu, pour que l'auditeur puisse situer clairement l'exposé dans son contexte. La deuxième difficulté tient à une maîtrise pédagogique que tous les scientifiques (entre autres) n'ont pas forcément. Pour intéresser un large public, la structuration d'un discours n'est pas forcément identique à celle d'un article écrit pour des pairs. Mais, bien souvent, ce sont les plus grands scientifiques qui maîtrisent le mieux la présentation de leur sujet à un public peu averti !

Par contre, il est clair que la conférence-débat a sûrement de beaux jours devant elle : elle représente sans doute « une sortie », comme un concert ou une pièce de théâtre et, en cela, elle se rapproche de toutes les autres manifestations culturelles. Elle est aussi, pour les participants, un lieu de fabrication de réseaux, d'amitiés, de statut partagé. Sans doute est-elle aussi une référence pour les apprentissages traditionnels : certains y retrouvent « le cours » et ses discussions. Enfin, on peut penser que la distance entre conférencier et participants est la bonne : ce n'est pas celle du rapport à la presse ou à Internet, qui sont, de fait, déshumanisés ; ça n'est pas non plus une familiarité totale, qui peut, parfois, être comme dans certains « cafés » plus un entre soi qu'un lieu d'acquisition, d'interrogation ou de réflexion, mais bien la possibilité d'un échange avec un spécialiste, un expert. Tout cela, bien sûr, à la condition expresse que l'orateur ait été identifié clairement, dans les appartenances qui lui sont propres : chercheur au CNRS, responsable technique ou industriel, voire président de l'association « anti-X », le cas échéant.

Les défis se trouvent sûrement à ces niveaux : faire entendre des paroles plurielles, fabriquer des lieux de références, éviter l'illusion des discours généraux, brillants mais de peu de substance, tisser des lieux de confiance pérennes, surmonter les problèmes de moyens et de disponibilité, afin d'établir des maillages et de faire en sorte qu'associations, enseignants, chercheurs, entrepreneurs répercutent les informations auprès de leurs communautés respectives et stimulent l'intérêt pour les savoirs scientifiques et techniques.

Prendre la science en conte...

Les contes scientifiques trouvent leur origine dans une rencontre entre la littérature, la psychanalyse, les sciences et la didactique. Conçus dans la plus pure tradition des contes de fées, leur objectif premier est de permettre à des non-scientifiques de comprendre aisément un certain nombre de phénomènes. Au-delà de leur aspect ludique, ces contes s'avèrent de puissants outils au service de la médiation et de l'enseignement.

par Francine PELLAUD, Richard-Emmanuel EASTES, Nathalie SENÉ et Bérénice COLLET (*)

VULGARISER :
DE L'INFORMATION
AU MERVEILLEUX

« **P**as de sciences sans histoires » pourrait-on dire. Histoire de l'Homme, bien sûr, dont la science fait partie intégrante et dans laquelle elle écrit ses propres pages. Histoire et épistémologie des sciences, récit et compréhension de leur évolution et de celle de la pensée humaine qui les entoure, qui les forge, et qu'elles modèlent en retour. Mais aussi, petites histoires, anecdotes, mythes et légendes, qui naissent souvent de la grande Histoire. Enfin, histoires et tracasseries, jalousies de toutes sortes qui, souvent, portent préjudice à l'évolution tant des sciences que des technologies qui leurs sont liées. Dès lors, « prendre la science en conte » devient presque un jeu d'enfant...

Au-delà des jeux de mots que permet le double sens du mot « histoire », le choix du récit, et plus particulièrement celui du conte, n'est pas dû au hasard. En effet, son « *Il était une fois* » ouvre toutes les portes, permet tous les rêves, autorise le dépassement de tous les interdits. Les fous peuvent devenir des rois, les bergères être épousées par de riches princes, et les plus démunis accéder à de puissants trésors.

Mais, si le récit imaginaire permet ainsi la réalisation virtuelle de nos fantasmes, il peut également servir *l'apprendre* dans son sens le plus large et participer à une réflexion pertinente, notamment en ce qui concerne les savoirs complexes.

Les *contes scientifiques*, récits contemporains interactifs, présentés tant à des classes que lors de manifestations « grand public », ont été créés pour devenir de véritables outils au service de l'enseignement et de la médiation des sciences et du développement durable. C'est leur création et leur utilisation qui feront l'objet du présent article (1, 2).

POURQUOI, DES CONTES ?

Une tradition d'oralité et de transmission des savoirs

Avant d'être complétés par un adjectif, les contes, qui datent d'une époque où les savoirs se transmettaient avant tout de manière orale, avaient pour fonction de

(*) Francine Pellaud, Docteur en Sciences de l'éducation, Laboratoire de Didactique et Epistémologie des Sciences (LDES), Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation – Université de Genève – Uni Pignon – 40 bd du Pont d'Arve – CH-1211 Genève (Suisse) – Secrétariat : +41 22 379 96 18 – Ligne directe : +41 22 379 97 58 – Fax : +41 22 379 98 28. francine.pellaud@pse.unige.ch – www.ldes.unige.ch

Richard-Emmanuel Eastes, Professeur agrégé de Sciences physiques – Président de l'Association Les Atomes Crochus, Département d'Etudes Cognitives – Ecole normale supérieure – 45 rue d'Ulm – 75005 Paris – Ligne directe: +33 1 44 32 26 79 – Assistante : +33 8 74 59 87 41 – Fax : +33 1 44 32 26 86. richard-emmanuel.eastes@ens.fr – <http://cognition.ens.fr>

Nathalie Sené, Professeur des Ecoles, Ecole primaire de l'Arbalète, Rue de l'Arbalète – 75005 Paris. nathalie.sene@voila.fr

Bérénice Collet, Comédienne et metteur en scène, *Les Atomes Crochus*, 10, rue de Lyon – 75012 Paris. berenicocollet@neuf.fr – www.atomes-crochus.org

(1) *Des contes... Scientifiques !*: <http://atomes.crochus.free.fr/spectacles/DesContesScientifiques.htm> (consulté le 11 septembre 2006). Ecrits par F. Pellaud, ils sont interprétés par B. Collet pour l'association *Les Atomes Crochus*.

(2) D'autres contes scientifiques ont été écrits, tels que *Les énigmes de Shéhérazade* (Smullyan, 1998) dans le domaine des mathématiques.

donner à l'imaginaire « matière à penser ». De l'analyse de plusieurs psychanalystes (Bettelheim (1976), Estes (2001), Bloch (1981) (pour ne citer que les plus connus), il ressort que les savoirs ainsi transmis sont essentiellement de l'ordre du développement personnel : ils participent à la construction de l'individu, à son intégration au sein de la société, à l'élaboration de l'image qu'il se forme de lui-même. « *Les contes de fées, à la différence de toute autre forme de littérature, dirigent l'enfant vers la découverte de son identité et de sa vocation et lui montrent aussi par quelles expériences il doit passer pour développer plus avant son caractère. Les contes de fées nous disent que, malgré l'adversité, une bonne vie, pleine de consolations, est à notre portée, à la condition que nous n'esquions pas les combats pleins de risques sans lesquels nous ne trouverions jamais notre véritable identité* » (Bettelheim, 1976).

Les contes nous parlent de sexualité, de tabous, de devoirs, de droits, de ressentis, en fonction des différentes grilles de lecture auxquelles ces auteurs se sont référés. Ces éléments, présentés sous une forme métaphorique à l'auditoire (et désormais au lecteur), paraissent tellement universels qu'ils ont permis aux contes de traverser les époques. Aujourd'hui comme hier, il semble bien que leur message soit perçu de manière identique par les enfants – les adolescents et les adultes refusant souvent cette forme littéraire, considérée comme enfantine – et ceci, malgré un contexte fortement décalé : nous ne vivons plus au temps des princes et des princesses ; les fous des rois ont depuis longtemps disparu en tant que tels, et rares sont les enfants de bûcherons vivant dans la forêt ou se vêtant d'un chapeau, fût-il rouge, ou non. Les digicodes ont depuis longtemps remplacé sur les portes les chevilletes, et les loups eux-mêmes ont quasiment disparu du paysage...

Des vertus pédagogiques intrinsèques

Empruntant cette universalité aux contes traditionnels, les contes éducatifs tels que nous les proposons jouent avec la métaphore pour introduire, en plus de la construction de l'individu, de la « matière à penser le monde », à se l'approprier, voire à l'approprier. Car, pour beaucoup trop d'enfants encore, la connaissance n'est perçue qu'à travers sa fonction d'agent sélecteur. Dès lors, c'est un véritable travail de réhabilitation qu'il faut entreprendre. Dans ce cadre-là, le fait que les contes soient perçus comme des histoires destinées à de très jeunes enfants représente un atout, car cela laisse penser à l'auditeur ou au lecteur que le contenu en sera accessible et compréhensible (3). Cet effet est d'ailleurs

(3) *A contrario*, il arrive que certains adolescents ironisent sur « ces histoires pour bébés » qui ne les intéressent pas. Il faut alors user de persuasion pour qu'ils se laissent entraîner par l'histoire et « baissent leur garde ». Si cet inconvénient s'est présenté à plusieurs reprises lors de manifestations publiques, les plus rétifs se sont toujours laissés emporter par le rêve... et par les intrigues, qui ont eu raison de leur défiance !

bien connu des muséologues et des médiateurs scientifiques en général, les expositions destinées aux enfants étant avant tout le lieu de prédilection des parents...

Les vertus pédagogiques des contes se retrouvent d'ailleurs jusque dans leur forme. Ainsi, l'entrée dans l'imaginaire, grâce à des formules consacrées telles que « Il était une fois », « Il y a très longtemps », « A l'époque où les bêtes parlaient », etc. offre le côté rassurant du rituel, voire du repère culturel. De plus, une des caractéristiques du conte de fées étant d'avoir une fin heureuse, il offre une dimension extrêmement sécurisante, qui participe au dépassement de la peur de ne pas être « à la hauteur ». Il montre également qu'affronter un problème est le seul moyen de le résoudre et qu'une fois ce stade atteint, l'auditeur(lecteur)-héros aura accès au bonheur.

Des justifications psychanalytiques

De son côté, la psychanalyse met en évidence plusieurs éléments fondamentaux si, plus encore que l'apprentissage, on vise l'appropriation de la science par l'auditeur ou le lecteur. Dans les contes traditionnels, par exemple, la description du ou des personnages principaux reste toujours vague et évasive (leur sexe même n'est pas toujours explicitement défini). Ce flou permet à chacun de se projeter dans l'histoire et d'en devenir le héros. Néanmoins, certains détails évitent une trop grande identification. Il est ainsi peu probable qu'un enfant vive dans les mêmes conditions matérielles que Cendrillon mais, s'il se sent abandonné par ses parents au profit d'un frère ou d'une sœur, l'enfant pourra quand même s'identifier à l'héroïne abandonnée. En outre, le conte présente toujours son héros en état d'infériorité, comme l'est l'enfant, face à ses problèmes... ou face à la science, comme nous le verrons plus loin. De plus, les héros des contes ne sont pas toujours de « gentils petits enfants sages ». Au contraire, ils peuvent être menteurs, paresseux ou même voleurs. Ce détail est important, car, si on ne lui présente que des personnages exemplairement bons, l'enfant (et surtout l'enfant en échec affectif, scolaire, personnel, etc.) se sentira dévalorisé par rapport à ce modèle ; il risque alors de se mettre en opposition à l'image que l'on attend de lui. Une forte culpabilité peut ensuite naître de cette situation. La réussite finale de ces anti-héros, qui implique souvent une transformation radicale de leur comportement au cours du récit, contribue également à montrer à l'enfant qu'il est capable, lui aussi, de changer, de persévérer, d'apprendre.

Enfin, contrairement aux héros, les personnages secondaires du conte sont généralement présentés de manière très typée et manichéenne : ils sont bons ou mauvais, beaux ou laids, malins ou bêtes. Cette absence d'ambivalence permet à l'enfant de constater que les personnes réelles qui l'entourent sont beaucoup plus complexes. Là encore, cela contribue à éviter que l'identification

aux personnages et aux situations ne soit tout à fait complète.

POURQUOI DES CONTES « SCIENTIFIQUES » ?

Des applications dans toutes les formes de la médiation scientifique

D'une manière générale, l'utilisation d'une histoire offre un contexte concret, tangible à un savoir qui peut être abstrait. Elle permet de donner des repères, un fil rouge qui favorise la création de liens entre les différents éléments, en même temps que leur mémorisation. Cette « trame narrative » est souvent utilisée par les muséographes, depuis que Cummings (1940) a observé son efficacité, dans le cadre d'une évaluation réalisée lors de l'exposition internationale de New York en 1939. « *Prônée par les concepteurs d'expositions soutenant qu'il fallait proposer au public une interprétation, une médiation* » (Bradburne, 1998, p. 40), la trame narrative a le grand avantage d'apporter une certaine homogénéité au sujet traité.

Mais les qualités pédagogiques du récit ne se réduisent pas à la muséologie, et leur analyse peut être étendue à toutes les formes de médiation scientifique. Ainsi, lorsque Jacobi écrit : « *Vulgariser, c'est traduire la science pour la rendre accessible au plus grand nombre* » (Jacobi, 1999), il propose implicitement de réécrire la science sous des formes plus digests et plus habituelles, et il justifie *a priori* l'utilisation du récit comme outil de médiation. Dans le domaine de la communication scientifique, Caro va même jusqu'à montrer que cette transformation de la science en récit est indispensable pour la rendre acceptable auprès des médias, lorsqu'il écrit : « *Les médias [...] ne s'intéressent aux matières scientifiques que dans la mesure où elles peuvent permettre de composer un récit attractif, capable de retenir l'attention des lecteurs. Il y a des règles pour la composition de tels récits qui, en général, font appel aux procédés littéraires mis en œuvre dans la littérature populaire et notamment dans les contes* » (Caro, 2004, p. 27) (4).

L'exploitation pédagogique des vertus du conte scientifique

Comme nous venons de l'évoquer, le fil conducteur que constitue le récit facilite la mémorisation. Nous profitons donc de cet abaissement de la charge cognitive pour proposer un contenu nécessitant une attention particulière. Nous postulons même que l'intrigue, le

(4) Voir aussi *Science in the Media between Knowledge and Folklore* (Caro, 1996, p. 111-132) ou *Les procédés littéraires du récit dans la vulgarisation scientifique écrite et télévisée* (Agostini, 1994, p. 125-140).

défi, la situation dans laquelle se trouve le héros, et dont il doit sortir vainqueur, favorisent la compréhension du message scientifique. En effet, le récit ne fait pas que capter l'attention : il stimule l'auditeur ou le lecteur à réellement comprendre, afin de rester à la même « hauteur » que le héros de l'histoire. Car, autant l'incompréhension est excusable lorsque l'explication est apportée par des scientifiques ou autres « adultes » – par définition plus érudits et porteurs de plus de connaissances – autant il serait presque vexant de ne pas pouvoir suivre dans leur logique et leurs explications un fou, une princesse ingénue ou un enfant, qui pourrait être un camarade de classe. Cette dimension sera d'ailleurs, par la suite, extrêmement importante pour l'enfant car, s'il ne peut suivre le héros, il ne pourra pas non plus s'identifier à lui et profiter des autres vertus pédagogiques du conte.

CONFIANCE EN SOI ET MOTIVATION À APPRENDRE

Ainsi, si dans les contes traditionnels, le malin Petit Poucet ou Jack le garçon intrépide viennent à bout des ogres et des géants, dans les contes scientifiques, c'est le fou du roi ou la princesse ingénue qui, par leur bon sens et leur créativité, viennent à bout des défis les plus complexes. Une identification des enfants à ces héros, si proches d'eux par leur manque de connaissances scientifiques, rend ainsi les sciences abordables par tous. Elle permet le développement d'une certaine confiance en soi (5) favorable à l'apprendre, car elle favorise le « lâcher prise » nécessaire à la transformation des conceptions.

D'autre part, par les intrigues, les défis ou les épreuves que le (ou les) héros doivent traverser, le conte interpelle, questionne, stimule la curiosité. Ainsi, dans *Histoire de fou* (Pellaud, 2001), lorsque le fou du roi propose à son souverain un concours pour le distraire de l'ennui qui le ronge, il lance, en même temps qu'au roi, un défi aux auditeurs et aux lecteurs : « *Seigneur, vous êtes le plus grand savant de ce royaume et de tous les royaumes que porte cette terre. Vous connaissez les secrets de l'énergie et de la matière. Vous possédez les machines les plus performantes, les moteurs les plus puissants, mais vous ne possédez pas une seule machine qui soit capable de transformer de l'énergie en une matière palpable, consistante, que l'on puisse toucher et voir* ».

Mais le récit ne se réduit pas à cette dimension cognitive, liée à une meilleure mémorisation. Il fait directement appel à l'émotionnel et à l'affectif et, de ce fait, il contribue, davantage encore, à une appropriation des problématiques abordées. Dès lors, nous pouvons même nous permettre d'aller au-delà des connaissances

(5) Les termes typographiés en italique gras sont repris de manière plus approfondie dans la suite du texte (notamment, dans la partie portant sur les mécanismes d'apprentissage et les paramètres favorisant l'apprendre).

scientifiques, réputées « compliquées », et aborder des savoirs complexes, comme c'est le cas des thèmes se rapportant au développement durable. En effet, ce « fil rouge émotionnel », couplé aux aspects magiques qu'offre le conte, permet de tisser des liens entre des éléments qui peuvent paraître extrêmement éloignés les uns des autres. Ainsi, dans *Les Trois Mondes* (Pellaud, 2005), l'héroïne, Julie, grâce à l'absorption d'une potion magique, s'envole par delà les continents et voit ses projets se concrétiser instantanément. Ces pouvoirs surnaturels lui permettent ainsi de parler aux animaux, de débattre avec un magnat du pétrole ou de rencontrer le président du Kazakhstan.

Une nécessaire interactivité avec le public

Si la curiosité favorise la motivation, élément essentiel à tout apprentissage, elle est souvent également insuffisante. Afin d'être sûr que le message soit compris (et pas seulement entendu), un *accompagnement* est nécessaire. Celui-ci est en partie apporté par le conte lui-même, par la manière dont les éléments sont amenés et par la simplicité du vocabulaire utilisé. Mais lorsque le conte est mis en scène, cet accompagnement s'opère également à travers l'interactivité que nous proposons à nos publics. En effet, qu'ils soient utilisés dans un cadre scolaire ou pour le « grand public », des moments interactifs ponctuent le récit, durant lesquels l'ensemble de l'auditoire est convié à réfléchir aux problèmes posés ou aux connaissances scientifiques abordées.

L'intemporalité dont bénéficie le conte offre, en outre, l'avantage de pouvoir faire appel simultanément à des éléments ou à des événements qui, historiquement, peuvent être très éloignés les uns des autres. Dans *Histoire de fou*, quand le roi organise un concours dont l'enjeu est de créer une machine qui puisse transformer de l'énergie en matière, il est tout à fait possible de faire apparaître, en même temps les miroirs paraboliques d'Archimède et l'accélérateur de particules du CERN : « Si, dans la réalité quotidienne, passer de la matière à l'énergie était chose courante (on connaissait moult moyens de transport et de chauffage utilisant des matières telles le pétrole, l'hydrogène, le charbon, etc.), le contraire n'avait encore pu être réalisé. Seuls, de lointains savants d'Occident, en faisant accélérer des particules jusqu'à une vitesse proche de celle de la lumière, puis en les faisant entrer en collision entre elles, avaient réussi cet exploit. Malheureusement, la durée de vie de cette matière était si brève qu'il était impossible d'en rendre compte au roi. (...) Dans le meilleur des cas, certains ingénieurs avaient réussi à transformer de l'énergie en une autre forme d'énergie. Ainsi, on voyait l'énergie du Soleil, ou celle du vent, devenir de l'électricité à travers des sortes de moulins à vent, ou de grands panneaux ressemblant aux miroirs paraboliques d'Archimède, mais qui, au lieu de réfléchir la lumière de l'astre, l'absorbait pour mieux la transformer en chaleur à faire rougir le feu ou bouillir de l'eau. Mais à aucun

moment, ces savants inventeurs ne parvinrent à passer de l'énergie à la matière ». Dans ces cas-là, l'interactivité permet de supprimer toute ambiguïté, en reprecisant les repères historiques réels, par une stimulation de l'esprit critique du public au sujet de ce qu'il vient d'entendre.

Il en va de même dans *Le grand livre de la connaissance* (Pellaud, 2003). Alors que tout le contexte propose une quête du Graal située à une époque où sorciers et alchimistes se côtoyaient, « *Un étrange objet, énorme, s'installe alors au milieu du groupe. Un petit billet, fixé dessus, indiquait : « microscope électronique ».*

Ainsi, puisant à plusieurs registres simultanément, le conte est source d'anecdotes. Qu'elles soient tirées de l'histoire des sciences, ou inventées, il s'agit d'aides à penser favorables à l'apprentissage.

Une approche des sciences nécessairement phénoménologique

Enfin, le conte est un objet littéraire. En tant que tel, il utilise un langage qui n'est pas celui des scientifiques. Cet aspect oblige à une description des phénomènes convoqués qui s'éloigne définitivement des formules et autres démonstrations mathématiques. De plus, puisque les héros ne sont pas des hommes de science, il serait malvenu de leur octroyer des capacités de théoriser des savoirs qui proviennent avant tout d'une observation assidue du quotidien, et du bon sens. Loin d'être un handicap, cette « obligation littéraire » nous pousse à développer un aspect de la pédagogie scientifique des plus intéressants : l'approche phénoménologique (6).

Celle-ci nécessite d'élaborer « avec les mains » des interprétations exemptes de concepts, de lois, de formules, de théories, d'équations ou autres formalismes scientifiques. Et elle mène à une compréhension qualitative, souvent largement suffisante pour appréhender les comportements et les propriétés de l'univers.

Cette approche n'est pas nouvelle et constitue presque un passage obligé dans l'élaboration du savoir scientifique. C'est la raison pour laquelle on la trouve dans les sciences très récentes, tout simplement parce que les concepts et modèles qui peuvent étayer ce savoir n'ont pas encore été imaginés. C'est le cas de la physique des milieux granulaires, où des phénomènes tels que la *ségrégation* (7), le *chant des dunes* ou la *dilatance de*

(6) Une présentation plus développée de cette approche qui trouve ses fondements théoriques dans les sciences cognitives, a été développée récemment par les auteurs (Eastes & Pellaud, 2004, p. 113-120 et Eastes & al., 2006).

(7) La *ségrégation* est cette propriété qu'ont des mélanges de grains de tailles hétérogènes de se séparer spontanément en couches constituées de grains de tailles homogènes, sous l'effet de vibrations ou d'une agitation par exemple. Notons que, dans ce cas, les plus gros grains se retrouvent au-dessus des petits (on parle aussi, à ce sujet, d'*effet noix du Brésil*).

Reynolds (8) sont encore expliqués sans formule mathématique ni modèle, faute d'approches thermodynamiques, mécaniques ou numériques élaborées.

Pour reprendre l'exemple tiré du texte *Histoire de fou*, évoqué précédemment, la photosynthèse (dont le nom même n'est même pas prononcé dans l'histoire) est amenée de la façon suivante : grâce à l'observation d'une plante ayant souffert d'un manque de lumière, le fou du roi propose à ce dernier une rose, métaphore de « la seule machine capable de transformer de l'énergie en une matière que l'on puisse toucher et voir » : « *Mais, Seigneur* », bredouilla le fou, « *vous savez que les fleurs, et toutes les plantes ont besoin d'eau pour vivre, car c'est dans l'eau qu'elles trouvent les sels minéraux dont elles ont besoin. Mais si on les prive de soleil, elles ne peuvent survivre, même si on les arrose. Cela veut dire que la lumière – et donc l'énergie du soleil – leur est tout aussi vitale que l'eau. Comme cette énergie ne leur sert ni à se déplacer, ni à se réchauffer, elle doit leur servir pour pousser et se développer. Elles sont donc capables d'absorber l'énergie que représente la lumière comme s'il s'agissait de nourriture et d'utiliser celle-ci pour assembler la matière dont elles ont besoin pour grandir, fleurir et donner des fruits. Je pense donc que les plantes sont les seules machines capables de transformer de l'énergie en une matière que l'on peut toucher et voir.* »

LES MÉCANISMES DE L'APPRENDRE DANS L'ÉLABORATION DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES

Les conceptions

Présenter des contenus scientifiques, tout en se préoccupant d'éléments touchant essentiellement à l'inconscient : voilà qui peut paraître incongru. Mais ce serait oublier que les *conceptions* (Giordan, 1998) font également partie de ces éléments ancrés au plus profond de nous-mêmes, qui modèlent notre manière de comprendre et de donner du sens au monde.

En effet, les conceptions constituent à la fois les briques élémentaires du savoir et les fondements de la pensée, sièges de l'ensemble des mécanismes nous permettant de produire du sens pour mieux appréhender notre environnement et agir sur lui.

Bien plus que de simples représentations ou images mentales, elles font donc appel à des modes de raisonnement, à des réseaux de références et à des signifiants variés. L'ensemble de ces éléments est directement issu du vécu de chacun, influencé par les multiples environnements dans lesquels nous baignons quotidiennement,

(8) La *dilatance* est la propriété qu'a le sable mouillé de s'assécher autour de zones soumises à une pression, comme, par exemple, autour des pieds lorsqu'on marche sur une plage léchée par les vagues.

et dont les aspects affectifs vont souvent jouer un rôle déterminant.

Ces conceptions ne sont jamais évidentes et elles sont rarement exprimées de manière explicite.

Tel l'iceberg repéré par la petite fraction qui en affleure au-dessus de l'eau, elles ne sont révélées que par des gestes, des attitudes, l'expression de valeurs, de croyances ou de connaissances, qui peuvent apparaître de manière tout à fait anodine au cours d'une discussion, d'une réponse à une question, d'un dessin.

Le modèle allostérique de l'apprendre

Le modèle allostérique (Giordan, 2002, Pellaud & al., 2005) décrit l'apprendre comme relevant de mécanismes, eux-mêmes le plus souvent inconscients, qui interviennent sur nos dispositions à élaborer notre savoir. En effet, considérant l'apprendre comme la transformation des conceptions par un processus de déconstruction-reconstruction, on réalise que les conceptions, si elles sont des outils indispensables à ce processus, sont également des obstacles, au sens bachelardien de ce terme (Bachelard, 1993), pouvant conduire à de véritables inhibitions.

La figure 1 montre comment l'information nouvelle est « filtrée ». Durant cette phase, elle peut être déformée par la conception, ou induire sa transformation en une conception plus opératoire.

Si l'adaptation de la nouvelle information proposée à l'apprenant n'est pas possible, alors elle peut être, purement et simplement, rejetée. Pour qu'elle ait quelque chance de passer « directement » (sans intervention didactique), il faut en effet qu'elle entre en résonance avec l'ensemble des connaissances antérieures de l'apprenant. Pour Vygotsky (1933), cela signifie qu'elle doit se trouver dans sa *zone proximale de développement*, ce qui n'est susceptible de se produire que pour un pourcentage très restreint d'élèves. Pour tous les autres, il est nécessaire de mettre en place des interventions didactiques appropriées (en d'autres termes, un « enseignement »), tenant compte des conceptions et permettant de s'approcher au maximum de cette zone proximale de développement (9). Dès lors, il importe de chercher à savoir quels peuvent être les paramètres susceptibles de permettre cette déconstruction – reconstruction du réseau de conceptions.

(9) Cet enseignement, pour être efficace et conduire à un véritable apprentissage, doit être pensé et construit en fonction même des conceptions des apprenants. Celles-ci ne se transformant que rarement par une seule intervention, un « environnement didactique » spécifique est préférable. Ce concept n'est pas développé dans le présent article, mais des précisions peuvent être trouvées, à ce sujet, dans *Faut-il encore enseigner les sciences ?* (Pellaud & Giordan, 2002, p. 20-22).

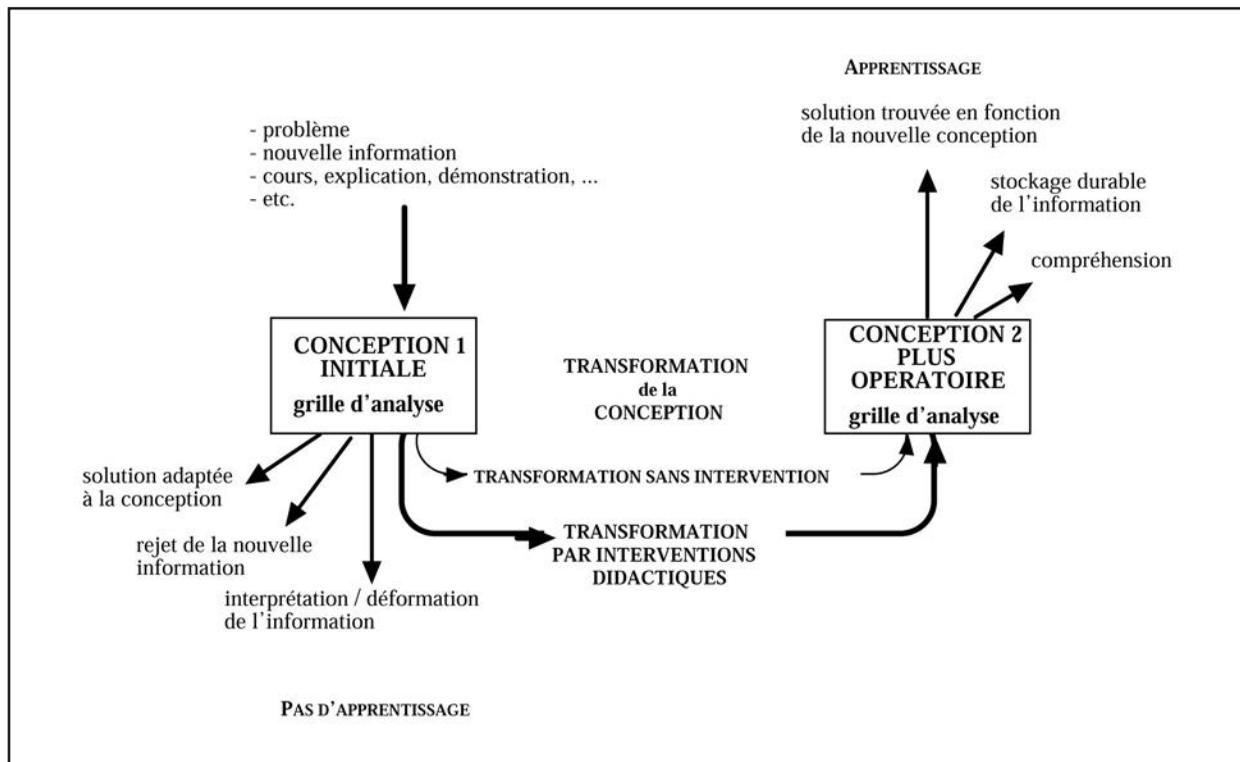


Figure 1 – Processus de transformation des conceptions (Giordan, Pellaud & Eastes, 2002).

De la « matière à penser la science »

Sur cette base théorique, les diverses recherches menées sur l'apprentissage des sciences nous ont conduit à définir plusieurs paramètres, qui s'avèrent complémentaires et indispensables à une appropriation durable du savoir (voir le premier niveau de la figure 2 ; l'ovale en grisé). En fonction de ce que nous avons défini plus haut, mais également en nous basant sur les observations menées en classe et lors des représentations grand public (voir partie suivante), nous pouvons constater que le conte permet d'atteindre tous ces objectifs, grâce à ses spécificités intrinsèques.

Nous avons déjà évoqué les paramètres traitant du sens donné au savoir à travers la contextualisation et le questionnement. Nous avons également touché du doigt quelques éléments qui participent à l'appropriation d'aides à penser, et nous avons développé assez largement l'importance qu'il y a à avoir confiance, qui permet d'oser se lâcher. Nous pouvons ajouter que les héros, qui sont obligés d'imaginer des solutions nouvelles pour dépasser des situations insolubles, sont des exemples, qui peuvent stimuler l'enfant à développer une imagination créatrice et une capacité d'innovation. Enfin, nous avons vu que, si la psychanalyse contribue, à sa manière, à l'acquisition de cette confiance, un accompagnement est nécessaire, dès lors que l'on quitte la sphère privée du développement personnel, pour entrer dans l'apprendre. Il reste que l'accompagnement, élément décisif dans l'apprendre, ne peut être pris en charge uniquement par un texte, aussi questionneur et explicite soit-il. Il faut donc un

médiateur entre le texte et l'auditoire. C'est sur cet aspect particulier que nous avons travaillé la mise en scène de ces contes.

Retour sur l'importance de l'interactivité avec le public

Contrairement à la tradition populaire, qui place le conteur en situation de communication exclusivement frontale, nous avons cherché à développer une interactivité forte entre le comédien (sur scène) et le public. Ainsi, à certains moments-clés, le conteur s'arrête et interpelle le public. Au-delà des premières raisons évoquées plus haut, ces intermèdes ont des objectifs multiples ; ils visent, indifféremment, à :

- clarifier un terme ou un concept : « *Que signifie « déforestation » ?* », « *C'est quoi, un microscope électronique ?* », etc. Cette clarification est importante, car elle garantit une bonne compréhension de l'histoire en elle-même. Elle l'est d'autant plus qu'un terme inconnu « bloque » l'auditeur, qui perd ainsi, momentanément du moins, le fil de l'histoire ;
- Connaître les conceptions du public : « *L'énergie, qu'est-ce que c'est ?* » ; « *Pourriez-vous me donner des exemples d'énergie ?* », etc. Ce type d'intervention permet de mieux situer le niveau général de compréhension du public et de pouvoir agir en conséquence, en tentant de déconstruire certaines conceptions erronées, par la confrontation ou l'argumentation entre pairs, mais également par l'utilisation d'un vocable mieux adapté,

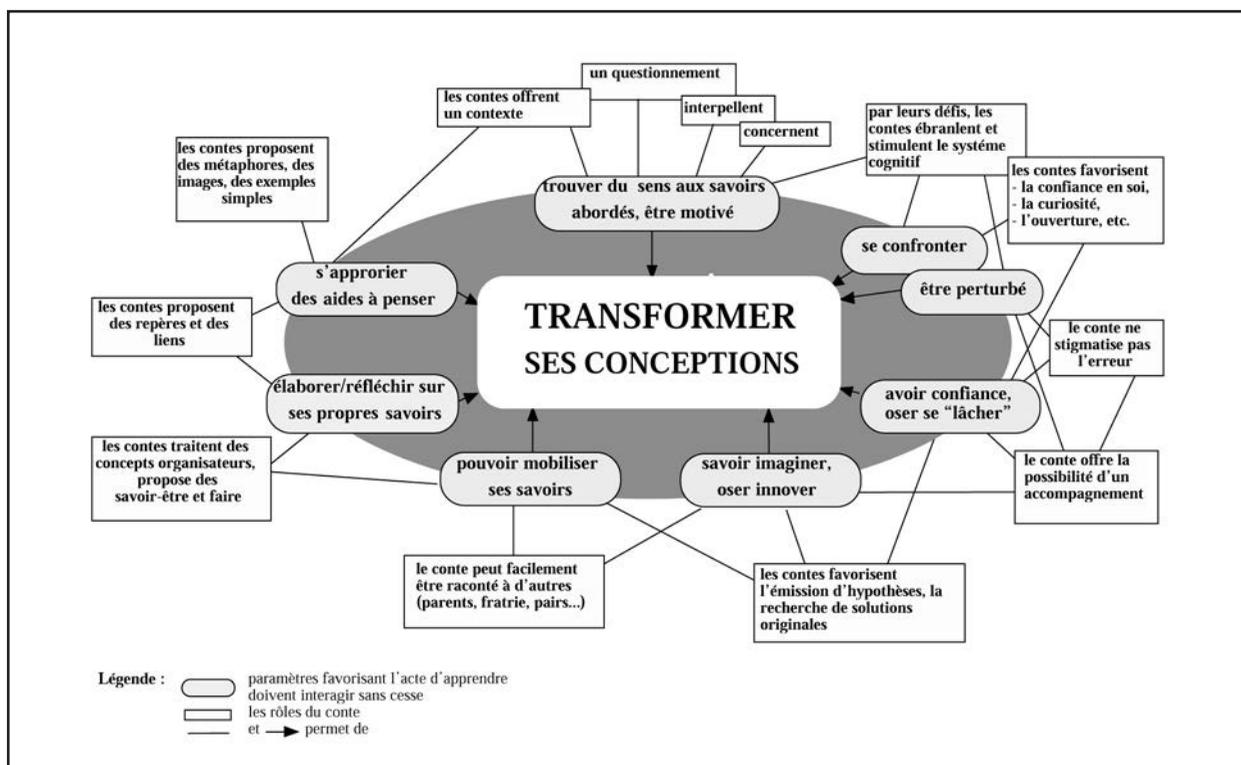


Figure 2 – Environnement didactique favorisant l'acte d'apprendre. Pellaud-Giordan (2006).

d'une explication plus approfondie, de redondances, voire de répétitions. La confrontation entre plusieurs conceptions favorise également la prise de distance du spectateur avec son propre système explicatif et une remise en question de celui-ci ;

- Stimuler l'imaginaire, la formulation d'hypothèses et l'élaboration de solutions originales : cette manière d'interpeller le public, de le solliciter pour « aider » le héros dans sa quête est extrêmement importante car elle mobilise l'auditeur, capte son attention, stimule la création de liens entre lui et l'histoire, participe à son identification avec le héros.

Il va sans dire que le conteur ne stigmatise pas les réponses erronées ou farfelues et qu'il aide, au contraire, à aller *au-delà* des conceptions, pour entrer dans un système de raisonnement plus « juste » d'un point de vue scientifique. Certaines propositions peuvent être discutées, soumises au jugement des autres, évaluées, et même retenues et intégrées dans l'histoire. C'est ainsi que le conte scientifique peut devenir un véritable outil d'enseignement.

CONCLUSION

Malgré l'intérêt que nous lui reconnaissons et que nous défendons dans cet article, comme toutes les stratégies et les outils pédagogiques, l'utilisation du conte ne doit pas devenir une habitude dans la classe. Quand son utilisation est trop fréquente, il perd de sa magie, de son intérêt, tant ludique que didactique. La panacée n'existe pas,

et quelles que soient les vertus du conte, même scientifique et interactif, il finit par lasser.

BIBLIOGRAPHIE

- Agostini F. (1994). Les procédés littéraires du récit dans la vulgarisation scientifique écrite et télévisée. In *Science en bibliothèque*. Paris : Éditions du Cercle de la Librairie, p. 125-140.
- Bachelard G. (1993), *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Paris : Bibliothèque des textes philosophiques, Vrin.
- Bettelheim B. (1976). *Psychanalyse des contes de fées*. Paris : Editions Robert Laffont.
- Bloch D. (1981). *Comme ça, la sorcière me mangera pas ! Les fantasmes et les terreurs secrètes de l'enfant*. Paris : Editions Robert Laffont.
- Bradburne J. (1998). Problématique d'une création : Newmetropolis. In *La révolution de la muséologie des sciences*, sous la direction de Schiele et Koster. Lyon – Ste-Foy (Québec): Editions Pul et Multimondes, p. 40.
- Caro P. (1996). Science in the Media between Knowledge and Folklore. In *The Communication of Science to the Public, Science and the Media*. Milano : Fondazione Carlo Erba, p. 111-132.
- Caro P. (2004). Vulgariser la chimie, entre le savoir et l'imaginaire. In *Le Chimiste et le Profane : Partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner...* L'Actualité

- Chimique, n° 280/281, sous la direction de Eastes R.-E. et Pellaud F, p. 27.
- Eastes R.-E. & Pellaud F. (2004). *Comment « déconceptualiser les sciences » ou Les vertus de « l'approche phénoménologique », de la vulgarisation des concepts scientifiques à leur enseignement.* Actes des XXV^{es} JIES, Giordan A., Martinand J.-L. & Raichvarg D., p. 113-120.
- Eastes R.-E. (2004). Des chercheurs dans les classes ! In *Le Chimiste et le Profane : Partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner...* L'Actualité Chimique, n° 280/281, sous la direction de Eastes R.-E. et Pellaud F, p. 56-59.
- Eastes R.-E., Pellaud F. & Sené N. (2006). De la physique naïve à l'approche phénoménologique. In *La culture scientifique.* Les Cahiers Pédagogiques, n° 443, sous la direction de Giordan A.
- Giordan A. (1998). *Apprendre !* Paris : Editions Belin.
- Giordan A. (2002). *Une autre école pour nos enfants,* Paris : Editions Delagrave.
- Jacobi D. (1999). *La communication scientifique : discours, figures, modèles.* Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Pellaud F. & Giordan A. (2002). *Faut-il encore enseigner les sciences ?* L'Actualité Chimique, n° 255, p. 20-22.
- Pellaud F. (2004). *Les enseignants doivent apprendre à éduquer à la responsabilité* in *La Revue Durable*, n° 8.
- Pellaud F., Eastes R.-E. & Giordan A. (2005). *Un modèle pour comprendre l'apprendre : le modèle allostérique.* Gymnasium Helveticum, n° 01/05.
- Pellaud F. & Muths D. (2006). *Plus loin que le bout de son nez...* Les Cahiers pédagogiques, n° 443, sous la direction de Giordan A.
- Pinkola Estes, C. (2001) *Femmes qui courent avec les loups.* Paris : Livre de Poche.
- Smullyan R. (1998). *Les énigmes de Shéhérazade,* Paris : Flammarion.

L'effet *Père Noël* dans la relation science- société

Avec son double besoin de rationalité et de merveilleux, la société entretient un rapport ambigu avec la science. Trop rationaliste, la vulgarisation scientifique détournerait de la science. Trop ésotérique, elle en troublerait le message. Dans les deux cas, elle risquerait de faire le jeu des para-sciences. Comment concilier le besoin de merveilleux avec la nécessité de transmettre une information scientifique exacte et rationnelle ? C'est ce qu'explique « l'effet Père Noël », qui démontre la nécessité de préserver une part de rêve et d'imaginaire dans la construction d'une culture scientifique épanouissante.

par **Richard-Emmanuel EASTES**, **Francine PELLAUD** (*)

Au sein de la communauté scientifique (et pour les adeptes du partage de la culture du même nom), il est une certitude bien établie, quant au rôle de la vulgarisation scientifique : celle de l'émerveillement que procure celle-ci à ceux qui ont le privilège d'en bénéficier. Au profane, la science apporte des données contrôlées, des connaissances et des explications, des méthodes et des modes de raisonnement, voire, plus généralement, une certaine *Weltanschauung* (vision du monde), mais elle possède également « *le pouvoir extraordinaire de transformer la vision en regard, l'ouïe en écoute, le goût et l'odorat en imprégnations et, plus généralement, les perceptions en plaisirs* » (Eastes, 2004) [1].

N'éprouve-t-on pas une jouissance particulière à déguster un bon vin lorsque l'on parvient à en distinguer les arômes subtils et la provenance, après avoir appris à les reconnaître ? La capacité de pouvoir différencier les plantes, les coquillages, les oiseaux, les roches et les parfums lors d'une randonnée ne procure-t-elle pas une satisfaction supplémentaire, une véritable impression d'appartenance à l'Univers ? Ainsi, Hubert Reeves, dans sa préface au *Petit guide du ciel* de Bernard Pellequer (1990) [2], écrit :

« Reconnaître les étoiles, c'est à peu près aussi utile (ou inutile...) que de savoir nommer les fleurs sauvages dans les bois. [...] La vraie motivation est ailleurs. Elle est de l'ordre du plaisir. Le plaisir de transformer un monde inconnu et indifférent en un monde merveilleux et familier. Il s'agit d'« apprivoiser » le ciel, pour l'habiter et s'y sentir chez soi. »

Les productions techniques et technologiques offrent, elles aussi (le plus souvent, sans le recours à la vulgarisation scientifique), des enchantements sans cesse renouvelés : de la magie des effets spéciaux cinématographiques à celle des jeux vidéo en ligne, des images de l'infiniment grand (qu'offrent les sondes spatiales et les télescopes satellitaires) à celles de l'infiniment petit (que révèlent les microscopes électroniques à balayage),

(*) Richard-Emmanuel Eastes, Professeur agrégé de Sciences physiques – Président de l'Association Les Atomes Crochus, Département d'Etudes Cognitives – Ecole normale supérieure – 45 rue d'Ulm – 75005 Paris – Ligne directe : +33 1 44 32 26 79 – Assistante : +33 8 74 59 87 41 – Fax : +33 1 44 32 26 86. richard-emmanuel.eastes@ens.fr – <http://cognition.ens.fr>

Francine Pellaud, Docteur en Sciences de l'éducation, Laboratoire de Didactique et Epistémologie des Sciences (LDES), Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation – Université de Genève – Uni Pignon – 40 bd du Pont d'Arve – CH-1211 Genève (Suisse) – Secrétariat : +41 22 379 96 18 – Ligne directe : +41 22 379 97 58 – Fax : +41 22 379 98 28. francine.pellaud@pse.unige.ch – www.ldes.unige.ch

VULGARISER : DE L'INFORMATION
AU MERVEILLEUX

des plaisirs de la musique numérique à ceux de la communication sans fil... en matière d'émerveillement, les applications de la science ne sont pas en reste.

C'est donc une certitude et une source d'inspiration pour les vulgarisateurs : la science, mise en scène comme objet de culture, pourra presque toujours donner accès à une certaine intelligibilité du monde, qui, à son tour, procurera des plaisirs nouveaux. Les non-scientifiques eux-mêmes n'en doutent pas, comme en témoigne ce dialogue entre un écrivain et un alpiniste, en pleine montagne, dans *Sur la trace de Nives* (de Luca & Valin, 2006) [3] :

« *Lorgner l'infini fait augmenter l'espace, la respiration, la tête de celui qui l'observe. A force d'étonnement, la science a progressé. Éprouver de l'émerveillement est une qualité scientifique essentielle, parce qu'elle incite à découvrir. J'ignore s'il en est encore ainsi, je ne connais rien à la science et je ne connais pas de scientifique. Le terme même de scientifique me rend soupçonneux. Pourtant, s'il n'y a plus d'étonnement dans le déclin de celui qui s'enferme dans un laboratoire, tant pis pour lui et tant pis pour la science.* »

UNE VISION DE LA SCIENCE LOIN D'ÊTRE CONSENSUELLE

Mais est-ce bien toujours le cas ? Au-delà des effets pervers bien connus de leurs applications, les connaissances scientifiques elles-mêmes et leur divulgation ne risquent-elles pas d'exercer un jour sur le monde une action désenchantée ? Quel étonnement, pour un scientifique, que la découverte de ces pamphlets anti-science qui fleurissent dans des cercles toujours plus diversifiés, souvent accompagnés par l'apologie de régimes de pensée semblant osciller entre ésotérisme et obscurantisme ? Quelle réaction avoir, devant ce texte de Georges Brassens (extraits, 1964) [4], qui, pourtant, était lui-même hostile à toutes les doctrines aliénantes ? (Cf. encadré).

Dont acte. La science émerveille peut-être les scientifiques, mais elle peut également briser les rêves de ceux qui ne le sont pas. L'histoire ne s'arrête d'ailleurs pas là... Qu'aurait écrit Brassens, s'il avait eu le temps de prendre connaissance des recherches sur les interprétations cognitives, physiologiques, voire chimiques de l'amour ? Nous-mêmes, bien que scientifiques, avons-nous vraiment besoin d'en savoir autant ? Et finalement, qu'y perdons-nous, nous tous, à gagner ce type de compréhension ?

L'EFFET PÈRE NOËL

Pour répondre à cette question, attardons-nous quelques instants sur une analogie susceptible de nous éclairer : celle de la croyance au Père Noël.

Tous les enfants, ou presque, y croient, et ils trouvent, à cela, une immense source de plaisir et de rêve. Pourtant, un jour ou l'autre, leurs parents devront leur révéler la vérité. Une vérité qui pourra parfois les blesser, non seulement parce qu'ils réaliseront qu'ils ont été « bernés » pendant de longues années mais aussi – surtout – parce qu'il leur faudra faire le deuil d'un personnage merveilleux, qu'ils avaient imaginé, chacun à leur façon, parcourant le ciel tiré par un attelage de rennes, descendant dans l'étroit conduit de la cheminée, malgré sa forte corpulence – sans se salir, qui plus est !...

Ce deuil sera aussi celui de toute une atmosphère, de toute une démarche qui, soudain, perdra une grande partie de son sens : il fallait être sage pour mériter ses présents, lui écrire une lettre, garnir le sapin, déposer ses souliers sous la cheminée, attendre, patienter, découvrir enfin l'explosion de lumières et de couleurs après son passage, ne pas comprendre comment il avait fait... Et lorsque le mensonge aura été remplacé par une vérité plus indiscutable, lorsque la croyance se sera écroulée face à l'autorité (scientifique) parentale, c'est bien la déception qui, en effet, prévaudra.

Ainsi, la vérité scientifique déçoit, dès lors qu'elle fait fuir le merveilleux, et c'est bien dans cet effet (que nous nommerons *effet Père Noël*) que réside la clef de notre réflexion. Car, lorsqu'elle fait reculer les frontières de l'inconnu, lorsqu'elle révèle les secrets de l'univers, de la matière, de la vie, du corps et du cerveau, la science tue, dans nos esprits d'adultes, comme autant de Pères Noël, qui, jusque-là, peuplaient notre intimité, nos rêves, nos croyances et notre imaginaire.

Georges Brassens, 1964 (extraits)

« [...] »

*Quand deux imbéciles heureux
S'amusaient à des bagatelles,
Un tas de génies amoureux
Venaient leur tenir la chandelle.
Du fin fond du champ Elysées
Dès qu'ils entendaient un « Je t'aime »,
Ils accouraient à l'instant même
Compter les baisers.*

(...)

Mais en se touchant le crâne, en criant « J'ai trouvé »

*La bande au professeur Nimbus est arrivée
Qui s'est mise à frapper les cieux d'alignement,
Chasser les Dieux du Firmament.*

LE MERVEILLEUX : UN BESOIN RÉSURGENT

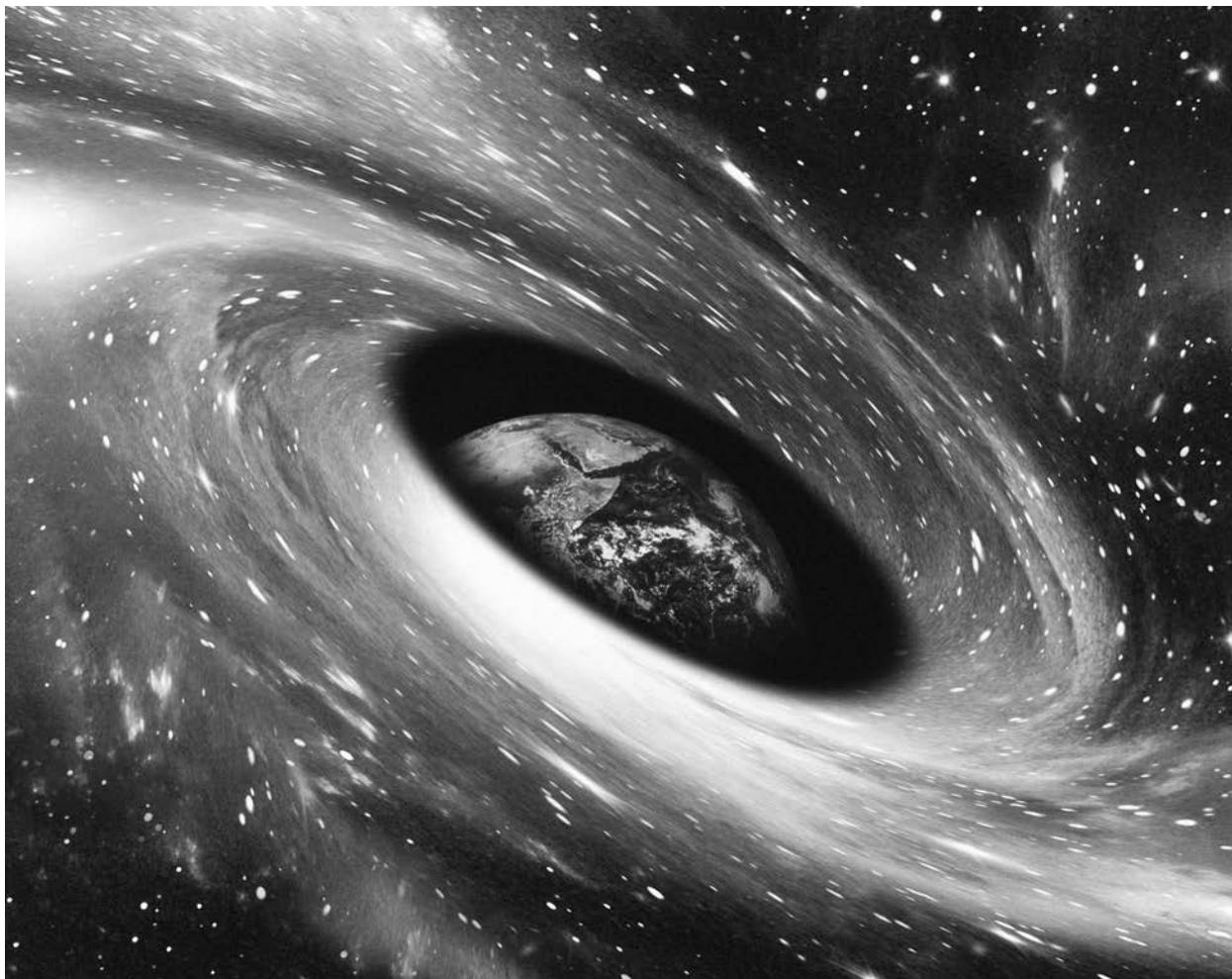
« *Si une chose me frappe dans l'histoire du monde et de l'humanité, c'est ce besoin insatiable qu'ont toutes les sociétés de rechercher le merveilleux, de se hisser jusqu'à toucher la voûte sous laquelle nous sommes enfermés, afin de débusquer un autre monde. (...) Les grands récits – des*

sagas finlandaises au Mahabharata indien, des mythes germaniques aux épopées chinoises – proclament cette quête impérieuse d'un ailleurs qui enchante et émerveille.»

Ainsi s'exprime Jean-Claude Carrière (2006), dans une interview récente [5]. Le phénomène n'est pas nouveau : en tant que genre littéraire, le merveilleux apparaît au Moyen Âge (Chrétien de Troyes) et il se développe jusqu'aux XVII^e et XVIII^e siècles (Charles Perrault, Voltaire et Montesquieu, avec leurs contes

actions extraordinaires, au sens premier du terme. Le merveilleux, c'est ce qui se situe hors de l'humain, ou plutôt au-dessus de lui. On le rencontre dans les contes de fées, dans le fonds des vieilles légendes, des mythes et des épopées. Il vous laisse ému, emporté, ravi. Angoissé aussi, car cette fréquentation des dieux, des démons et des merveilles n'est pas de tout repos.»

Or, plus que jamais, le besoin de merveilleux se fait sentir dans une société placée chaque jour un peu plus sous le contrôle des sciences et des techniques. La chaîne



© Mehau Kulik/SCIENCE PHOTO LIBRARY-COSMOS

Dans les animations destinées à vulgariser la science, le merveilleux parfois peut être catastrophique (trou noir absorbant la Terre, image informatique).

philosophiques). Issu du latin *mirabilia*, « choses étonnantes, admirables », le terme *merveilleux* caractérise des situations dans lesquelles le surnaturel est considéré comme normal (contrairement au fantastique, où il est redouté et combattu). Personne ne s'étonnera, par exemple, de la présence de dragons ou de sorcières dans un conte de fées et, dans la suite de notre article, ce point sera fondamental pour l'élaboration d'une vulgarisation scientifique susceptible de réconcilier le rationnel et le merveilleux. Jean-Claude Carrière poursuit : « Le mot même renvoie à quelque chose d'étonnant, à un monde magique qui échappe à toute explication rationnelle ; à des créatures, à des personnages, à des lieux et des

éducative France 5 signait d'ailleurs, au même moment (en 2006), un programme intitulé *Le retour du merveilleux*, qu'elle présentait ainsi [6] :

« En ce début de XXI^e siècle flotte, à nouveau, un parfum de merveilleux dans les sociétés occidentales. Le public s'enthousiasme pour les récits initiatiques, les aventures féeriques, les créatures magiques et les légendes de tout poil. En témoigne le formidable succès de fictions telles qu'Harry Potter, Le Seigneur des anneaux, Le Monde de Narnia ou encore Eragon [...]. Plus qu'un phénomène de mode, le merveilleux représente une parenthèse enchantée, à l'heure où rationalité et raison semblent devoir répondre à toutes les questions. »

LA PERPÉTUATION DE LA CROYANCE, OU LE *SECOND EFFET PÈRE NOËL*

On comprend ainsi pourquoi les parents continuent à prendre le risque du choc émotionnel qu'ils font courir à leurs bambins en perpétuant la croyance au Père Noël : justement parce qu'ils se souviennent de leur propre plaisir qui, finalement, allait largement compenser la douleur de la révélation finale. Des scientifiques, eux-mêmes conscients de la magie que fait flotter ce gros bonhomme rouge sur les rêves éveillés des enfants, ont conçu des sites d'information relatant ses déplacements et ses intentions [7] :

« *Le Commandement de la défense aérospatiale nord-américaine (Norad) a commencé, dimanche 24 décembre, à suivre les tribulations du père Noël, qui a commencé son long périple autour du monde pour distribuer ses cadeaux. Le Norad, qui surveille l'espace aérien d'Amérique du Nord, a mis à la disposition du public un site Internet, en six langues, qui permet de savoir où se trouvent précisément le père Noël et ses rennes, [...] une tradition qui a débuté en 1955. Le site contient aussi les renseignements sur le père Noël, que les spécialistes du Norad ont recueillis au fil des années. On y retrouve, entre autres, les collations que le père Noël et ses rennes aiment prendre, on y explique comment le père Noël réussit à apporter des cadeaux à tous les enfants du monde en une seule nuit et comment les satellites du Norad réussissent même à détecter le nez rouge de Rudolphe.* »

Bien plus : lorsque la science, par de nouvelles élucidations du monde, contribue à le désenchanter, elle ne tarde pas à faire renaître l'émerveillement en lançant, par le biais de la vulgarisation scientifique, des problématiques fantastiques alimentées par moult contradictions (jumeaux de Langevin, paradoxe de Fermi), par des concepts à larges *affordances* (effet papillon, effet tunnel, principe d'incertitude) et par des objets mystérieux (attracteurs étranges, trous noirs). Autant de chemins empruntés ensuite par la métaphysique, la science-fiction, les arts, les para-sciences ; autant de soupapes de sécurité dans une conception scientifique du monde qui ne souffre pas la présence du merveilleux mais qui, par l'invention de ces problématiques et par leur vulgarisation, semble s'assurer que ses frontières en demeurent constamment imprégnées. C'est ce que nous nomons le *second effet Père Noël*.

LE MERVEILLEUX ET LA SCIENCE

Les vulgarisateurs d'aujourd'hui, conscients de la nécessité de rendre une science parfois austère accessible à un public qui ne leur est pas acquis d'avance, n'hésitent pas à employer les techniques les plus spectaculaires pour susciter passions et vocations. Expériences contre-intuitives [8] et métaphores enthousiasmantes [9], phénomènes naturels et objets de la vie quotidienne, grands

savants et rhétoriciens géniaux sont alors convoqués pour faire naître, en chacun des profanes auxquels ils s'adressent, l'émerveillement qui vaincra toutes les réticences...

Toutes ? Ce serait oublier cet impérieux besoin de merveilleux, qui resurgit parfois sous les formes les plus incompréhensibles pour la communauté scientifique elle-même. C'est ce que fait remarquer Jean-Marc Lévy-Leblond (2003) lorsqu'il écrit [10] :

« *Selon des études détaillées, une formation scientifique ne garantit que de façon tout à fait relative contre les croyances para-scientifiques, lesquelles montrent au demeurant une corrélation forte avec l'intérêt pour la science.* »

La vulgarisation scientifique doit alors relever un double défi : non seulement il n'est pas joué d'avance que l'émerveillement procuré par la connaissance puisse suffire à compenser la perte du merveilleux qu'elle engendre, mais il semblerait même que l'attrait pour le merveilleux, conjugué à la connaissance scientifique vulgarisée, conduite tout aussi facilement (voire même, plus facilement encore) vers les para-sciences que vers une vision du monde rationnelle et objective. Le vulgarisateur scientifique en est donc apparemment réduit à jouer un rôle d'équilibriste : trop rationaliste, il risque de détourner de la science et d'alimenter des attitudes de rejet (1) ; trop proche des frontières métaphysiques et des contradictions aguicheuses de la science, il en troublera le message et fera le jeu des para-sciences.

Notons au passage que notre thèse explicite la puissance séductrice des para-sciences par le fait qu'elles comportent, comme la science elle-même, une dimension explicative et une *vision du monde*, mais qu'en outre, elles n'écartent jamais le merveilleux, dans la mesure où leur survie est assurée par la perpétuelle réouverture des controverses qu'elles suscitent (contrairement à la science, dont le régime de vérité consiste en la recherche du consensus de la communauté scientifique afin de clore ses propres controverses, dans toute la mesure du possible).

LE MERVEILLEUX EN TANT QUE *FORME DE DISCOURS* DE LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE

La tâche n'est pourtant pas insurmontable, si l'on veut bien prendre la peine de s'interroger sur la possibilité d'introduire du merveilleux dans la culture scientifique, sous une forme qui n'induit pas l'ouverture de voies trop directes vers les para-sciences. Nous l'avons vu ; les curiosités scientifiques et les frontières métaphysiques de la connaissance ne sont pas, de ce point de vue, de très bons candidats. Mais si, au lieu d'introduire le merveilleux dans le *fond* et les *contenus* du discours de la

(1) On consultera notamment avec amusement le site ultra-rationaliste de l'association *Sense about Science* [11].

vulgarisation scientifique, on le pense comme *forme* de discours et comme *moyen*, les mêmes écueils perdurent-ils ?

Souvenons-nous de la principale caractéristique du merveilleux en tant que genre littéraire : là où le fantastique échoue parce qu'il fait intervenir le surnaturel dans le monde réel (ce qui rend la science-fiction inutilisable en tant que forme de vulgarisation scientifique, même si elle le demeure en tant qu'objet d'étude), l'intérêt du merveilleux réside, au contraire, dans la possibilité qu'il offre de situer l'action dans des mondes imaginaires – des mondes dont le lecteur, l'auditeur ou le spectateur peuvent prendre acte, dès le début, et dont ils peuvent saisir les règles, sans risquer de les confondre plus tard avec celles de l'action qui s'y déroulera. Car, cette fois-ci, rien n'empêchera cette action de respecter la rationalité et l'objectivité des faits, des méthodes et des raisonnements scientifiques, que le vulgarisateur souhaite partager avec son auditoire.

LA JUSTIFICATION DE TOUT UN PAN DE LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE

C'est ainsi que l'on comprend l'engouement récent pour des formes *a priori* marginales de vulgarisation scientifique, qui constituent autant de formes de discours susceptibles de se construire sur les bases du merveilleux. De fait, on voit fleurir, depuis une dizaine d'années, une multitude de structures de culture scientifique qui n'hésitent plus à emprunter aux arts, à la littérature et à la dramaturgie les approches et les techniques les plus diverses.

Des compagnies théâtrales (2) proposent par exemple des spectacles dans lesquels la science n'est plus seulement mise au service du théâtre, sous forme de thématiques ou d'effets spéciaux, mais où la dramaturgie est elle-même mise au service de la pédagogie scientifique ou du dialogue entre la science et la société. Récemment, le *Muséum d'Histoire Naturelle* de Paris montait quant à lui une exposition entière sur le thème des dragons [13], tandis que la chaîne de télévision britannique *BBC* se singularise, depuis plusieurs années, en produisant des reportages animaliers dans lesquels de très doctes explorateurs déambulent dans des paysages imaginaires peuplés de dinosaures représentés en images de synthèse [14].

Une troupe particulière exploite, depuis cinq ans, le merveilleux sous toutes les formes possibles et imaginables : les *Atomes Crochus*, créés en 2001 à l'École normale supérieure de Paris par trois universitaires passionnés de sciences, d'art et de pédagogie (3), qui ont

(2) Consulter notamment les pages du site [<http://www.emse.fr/larotonde/>] du CCSTI de Saint-Etienne (*La Rotonde*), initiateur d'un festival de théâtre de science, à l'origine d'un fantastique appel d'air dans ce domaine, ces dernières années. [12].

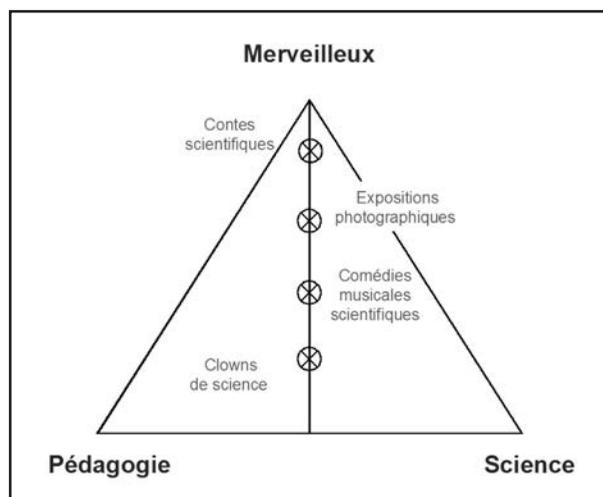


Figure – Le merveilleux : entre science et pédagogie. Les Atomes Crochus, Paris.

commencé par produire des spectacles de clowns de science, où des univers complètement artificiels servent de décor aux expériences les plus spectaculaires et démonstratives [15]. Par ailleurs, avec leurs *Contes scientifiques*, les *Atomes Crochus* mettent en scène des concepts clés tels que l'énergie, la matière, l'espace et le temps, ou encore des problématiques complexes telles que la photosynthèse, les mouvements perpétuels ou le développement durable, s'aventurant même parfois dans les arcanes de thèmes délicats, telles la dualité onde / corpuscule ou la critique du développement. Mais, toujours, ces histoires prennent place dans des mondes merveilleux, peuplés de princesses, de rois, de magiciens et de bergers et, toujours, elles respectent les règles empiriques des contes de fées (4). De même, lorsqu'ils élaborent des comédies musicales scientifiques avec de jeunes enfants, les *Atomes Crochus* apportent toujours le plus grand soin à imaginer avec eux les univers dans lesquels leurs personnages évolueront, avant même d'y inscrire les problématiques scientifiques qu'ils se proposent d'illustrer. Dans leurs travaux photographiques, enfin, ils reproduisent des phénomènes naturels ou artificiels, mais sans nécessairement chercher le mode explicatif, lui préférant l'évocation et l'émotion. [Ces différentes activités, parmi d'autres, trouvent leur place sur la ligne médiane d'un triangle qui illustre particulièrement bien leur démarche (Cf. figure)].

Parmi ces diverses activités, l'utilisation du conte scientifique, comme mode d'expression de la science, nous semble particulièrement pertinente. En effet, non seulement le conte est très étroitement lié au merveilleux (« *Le merveilleux, c'est quand on se frotte les yeux, quand le conte de fées s'immisce dans le quotidien* » [5]), mais il permet surtout de dire, de raconter, de relater avec moult détails et arguments. Comme le rappelle Jean-Claude

(3) Richard-Emmanuel Eastes (Paris), Francine Pellaud (Genève) et Catherine Bied (Montpellier).

(4) Consulter notamment la référence [16].

Carrière [5], lorsqu'au XVII^e siècle les certitudes apportées par la science commencent à s'imposer, c'est bien le conte qui vient panser les plaies d'un merveilleux mis à vif par un rationalisme par trop oppressant :

« *C'est justement au moment où le monde se désenchanté, où la science moderne commence à saper les illusions et les croyances religieuses, que le conte de fées entre en littérature et acquiert ses lettres académiques. Grâce, entre autres, à Charles Perrault (1628-1703), paradoxalement le chef de file des Modernes. Le merveilleux s'efface au temps des philosophes, mais renaît plus tard avec le romantisme et la floraison de la littérature gothique.* »

Par un amusant retournement de situation, c'est à présent au secours de la science elle-même que le conte de fée est appelé, pour y réintroduire un peu du merveilleux qu'elle avait chassé.

NUANCES CONCLUSIVES : POUR UN USAGE CONTRÔLÉ DU MERVEILLEUX

La dernière citation ci-dessus nous interroge. Au temps des philosophes, le merveilleux s'efface, comme si le besoin d'enchantement était comblé par le regard différent, plus doux, de la philosophie. Peut-être y a-t-il là quelque enseignement à retirer : si le besoin de merveilleux devait se faire plus aigu face à une science trop triomphante, n'hésitons pas à le rechercher dans la forme de la culture scientifique, puisque nous savons désormais que dans ses contenus il peut s'avérer délétère. Mais ne nous privons pas non plus d'exercer un regard critique sur la science et une veille salutaire : face aux sciences « inhumaines et asociales » évoquées par Jean-Marc Lévy-Leblond, probablement les sciences humaines et sociales telles que la sociologie, l'épistémologie, l'histoire des sciences et la philosophie ont-elles quelques éléments de réflexion à nous proposer pour que la science demeure source d'émerveillement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Eastes, R.-E. *Contribuer au partage de la culture scientifique*, numéro spécial de L'actualité Chimique, n° 280-281, in *Le chimiste et le profane : partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner*, novembre-décembre 2004, page 29. Sommaire et résumés disponibles sur www.lactualitechimique.org/larevue_som.php?cle=40
- [2] Pellequer B., *Petit guide du ciel*, Éditions du Seuil, 1990, Paris.
- [3] de Luca, E. Valin D. *Sur la trace de Nives*, Gallimard, 2006, Paris.
- [4] Brassens, G. *le Grand Pan*, in *Les copains d'abord*, Philips, 1964. Texte intégral et autres chansons du

même type sur : www.cognition.ens.fr/traces/interet.htm#chansons

- [5] *Un homme à fables*, interview de Jean-Claude Carrière, *Télérama* n° 2971, 23 décembre 2006. Interview intégrale sur www.telerama.fr/livres/M0612181021333.html
- [6] www.france5.fr/cdanslair/008100/86/
- [7] *La défense aérospatiale américaine sur la piste du père Noël*, *Le Monde*, 24 décembre 2006. Consulter également le site www.noradsanta.org/fr
- [8] Eastes, R.-E. Pellaud, F. *Un outil pour apprendre : Intérêts, limites et conditions d'utilisation de l'expérience contre-intuitive*, Bulletin de l'Union des Physiciens spécial didactique, juillet-août-sept. 2004, p. 1197-1208. Annexe expérimentale de l'article précédent : <http://udppc.asso.fr/bup/866/08661197.zip>
- [9] Eastes, R.-E. *Les pièges de la médiation scientifique : proposition de « bonnes pratiques »*, numéro spécial de L'actualité Chimique, n° 280-281, in *Le chimiste et le profane : partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner*, novembre-décembre 2004, page 63. Sommaire et résumés disponibles sur www.lactualitechimique.org/larevue_som.php?cle=40
- [10] Levy-Leblond, J.-M. *Science, culture et public*, AECYA, janvier 2003 et Quaderni 46, 95-103. Voir également Boy, D. *Les Français et les para-sciences : vingt ans de mesures*, *Revue Française de Sociologie*, 2002, 43 :1, pp. 35-45.
- [11] www.senseaboutscience.org.uk/pdf/ScienceForCelebrities.pdf
- [12] Théâtre de science à *La Rotonde* : www.emse.fr/larotonde/theatre-de-sciences.html – Dernière consultation le 29/01/07.
- [13] www2.mnhn.fr/dragons/ – Dernière consultation le 29/01/07.
- [14] www.bbc.co.uk/sn/prehistoric_life/ – Dernière consultation le 29/01/07.
- [15] Les Atomes Crochus – Ecole normale supérieure – 45 rue d'Ulm – 75005 Paris. www.atomes-crochus.org et atomes.crochus@ens.fr
- [16] Pellaud, F. Eastes, R.-E. Sené, N. Collet, B. *Prendre la science en conte*, *Revue Grand N*, à paraître.

REMERCIEMENTS

Nos plus sincères remerciements aux étudiants de la formation C₂S₂ (*Communication Scientifique, Cognition, Société*) du groupe TRACES (*Théories et Réflexions sur l'Apprendre, la Communication et l'Éducation Scientifiques*) à l'Ecole normale supérieure. C'est en effet lors d'une discussion entreprise au sein de ce cours (<http://cognition.ens.fr/traces/>) qu'est né le concept d'*effet Père Noël*.

FOR OUR ENGLISH-SPEAKING READERS

SHARING SCIENTIFIC KNOWLEDGE: ISSUES AND RISKS

Editorial

François Valérian

Foreword: Is telling showing or informing?

Marie-Josèphe Carrieu-Costa

THE ISSUES AND RISKS OF A PUBLIC DEBATE ABOUT SCIENCE

Can scientific knowledge legitimately be brought before public opinion?

Olivier Godard

The demand to submit science to public debate sometimes covers manipulatory strategies for validating claims that have not stood the test of scientific criticism. Administrations, manufacturers, NGOs, etc., tend to use science and its expertise for their own purposes. More openness and accountability in scientific appraisals would help pacify the relations between science and society, but there are risks...

Silencing fears about food safety: Information about the risks

Catherine Geslain-Lanéelle

Circulating scientific information is especially important in matters of food safety. The European Authority of Food Safety has to provide independent scientific appraisals to the EU institutions that manage health risks. This assignment is caught in the crossfire between the complexity of science and public anxiety.

Scientific expertise in public debates: Thoughts drawn from the French experience

Pierre-Benoît Joly

It is not easy to bring scientific expertise into public debates. The expert's advice no longer immediately arouses confidence. It has been necessary to set up procedures for adapting the communication of knowledge to the requirements for a "democracy of opinions". In the light of problems and the adjustments to them over the past twenty years, several models can be distinguished in the relations between science and politics.

Open science but without distorting it

Georges Debrégeas

Science can open toward firms and the public, but this should be done without sacrificing the accuracy of scientific work.

The dynamics of knowledge and innovation

Florence Charue-Duboc

Research departments must produce original products or processes, and a whole stream of new knowledge. And they must also manage a stock of knowledge accumulated by scientists from their training, experiments and networks. Research must be organized so as to manage this interrelation between the stock and flow of knowledge. Temporary structures should put the knowledge capitalized by permanent structures at the service of a project.

From poles of growth to poles of competitiveness: A new way to share cognitive resources

Bernard Pecqueur

The driving force underlying the economy differs from, and sometimes contradicts, the rationales of local authorities. During the

"thirty years of mutation" that have followed "the thirty glorious years" of economic growth in France after WW II, many local areas have suffered from increasingly "global" developments in the economy. The "poles of competitiveness" set up in France are trying to attract global economic development in specific fields and fit it in with the local context.

The regional press and scientific and technological knowledge

Jean-Jacques Rouch

Toulouse, the "technopolis" in southwestern France, is a home to several prestigious regional newspapers. It is no surprise that scientific knowledge and public information are closely related in this region. Journalists try to develop contacts with experts. These relations raise problems, there as elsewhere, as proven by the AZF accident.

Cognitive blockages in perceiving nanotechnology

Alexei Grinbaum

Most people know nothing about nanotechnology. This is annoying since this field, so fertile in scientific developments, has such a potential for changing our lives. Given this ignorance and fear, the first targeted message will carry the most weight. How to formulate it? How to deliver it?

Circulating scientific knowledge: Realizations and reflections

Alexandre Moatti

Scientific knowledge during the 20th century underwent acceleration — unlike its circulation in the public sphere. Internet and modern means of communication open possibilities for a widespread sharing of knowledge; but they also raise new problems. Overshadowed by the often lively discussions about its applications, basic science is toiling to find a way to reach the mainstream public.

POPULARIZING SCIENCE: MARVELS, WONDERS AND INFORMATION

Learning while playing: A cultural creed?

Serge Chaumier

Centers for scientific exhibitions have appropriated the idea, much lauded in 1968, of learning while playing. This new creed is a unanimously shared commonplace. Despite the warm feelings underlying it and its justified criticism of stern, grim methods for acquiring knowledge, it has had deviant effects. Problems in the school system cannot be separated from a cultural crisis. An over-reliance on the "teach through play" creed risks turning cultural institutions into playgrounds or recreational theme parks. This trend draws attention to questions about conveying scientific knowledge.

Scientific knowledge: A machine for weaving dreams

Florence Belaïh

The institutions for popularizing science and technology have become full-fledged firms that have to find a place in the trend toward the industrialization of culture. An overview of the recent history of planetariums in France illustrates current tendencies in the relations between science and society. More than ever, the choice is a dilemma: should science be a part of culture, or be put on show?

Rolling up our sleeves: Renovating education in the sciences*Pierre Léna*

Ten years ago, strong actions conducted by the Academy of Sciences along with several partners sought to renovate scientific education in French primary schools. Given its success, several other countries were soon associated with this undertaking, first outside and then inside Europe. Today, a new project is being launched in middle schools — the weak link in the French school system — with the aim of decompartmentalizing scientific education, bringing science and technology together, and correcting pupils' too often erroneous perceptions.

The Cité des Sciences et de l'Industrie and the circulation of scientific and technological information*Jean-François Hébert*

The Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris is both a museum, a center for meetings, and a place for staging "happenings". Its success is amazing given how young it is. It can probably be set down to the huge need for the diffusion of scientific and technological knowledge and to the Cité's role as a middleman between advances in knowledge and public expectations.

"Curiosity is leaven for the mind, resourcefulness is leaven for action": The Petits Débrouillards*Pascal Desjours and Jean Matricon*

The linkage between human intelligence and experimentation has been recognized since Ancient times, but scientific education sometimes tends to overlook it by emphasizing theory. Young people want to learn from concrete experiences; their curiosity springs out of their resourcefulness. This is the idea underlying the Petits Débrouillards. Having spread from Quebec to France, this movement is trying to prove that science can be studied "manually".

Cosinus and increments in French education*Louis Faton*

Mathematics holds a very important place in French education. Some pupils are happy about this while others toil at learning a discipline that

seems so cut off from the real, material world. How to reconcile young people with math? By showing them how theorems and proofs can be put to practical use...

Assosciences Midi-Pyrénées: Science for the city and region*Paul Costa*

How to impart knowledge to those who lack it while showing that it is subject to controversy? Assosciences in Toulouse, France, has apparently managed to do this. The choice of topics is not always easy, given that atomic power and genetically modified organisms stir up intense feelings rather than lending themselves to calm discussions. Treated by competent lecturers, most topics enlighten the public and bring diverse groups, ranging from secondary school students to retirees, into contact. The science thus put into circulation is pluralistic, subject to question and exchanges.

Science as a tale*Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes, Nathalie Sené and Bérénice Collet*

Scientific tales originated in a meeting between literature, psychoanalysis, science and education. Designed in the purest fairy tale tradition, their primary objective is help nonscientists understand certain phenomena. Beyond the pleasure of play, these tales turn out to be powerful educational tools.

The Santa Clause effect in the relation between science and society*Richard-Emmanuel Eastes and Francine Pellaud*

Given its need for both rationality and marvels, society has an ambiguous relation with science. When it is too rationalistic, the popularization of science deviates from science. When it is too esoteric, it blurs the message. In both cases, it risks succumbing to parasience. How to make the need for wonders and marvels compatible with the necessity of conveying exact, rational scientific information? The "Santa Claus effect" shows how necessary it is, in the effort to build a "scientific culture", to make room for a sense of wonder, for dreaming and the imagination.

AN UNSERE DEUTSCHSPRACHIGEN LESER

DIE TEILHABE AN DEN WISSENSRESSOURCEN, HERAUSFORDERUNGEN UND RISIKEN

Leitartikel
François Valérian

Vorwort

Unterhalten oder belehren, die neuen Leitbilder
Marie-Josèphe Carrieu-Costa

ZIELE UND RISIKEN ÖFFENTLICHEN DEBATTIERENS ÜBER DIE WISSENSCHAFT

Ist es legitim, wissenschaftliche Erkenntnisse öffentlichen Debatten zu unterwerfen?
Olivier Godard

Hinter der Forderung, öffentlich über wissenschaftliche Themen zu debattieren, verbergen sich bisweilen manipulative Strategien, die darauf abzielen, behaupteten Sachverhalten Wahrheitsgehalte zuschreiben zu lassen, obwohl sie der kritischen Überprüfung durch wissenschaftliche Methoden nicht standhalten. Die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteure (Verwaltungen, Industrien, Nichtregierungsorganisationen) tendieren dazu, die Wissenschaft und den Sachverstand für ihre Ziele zu instrumentalisieren. Mehr Transparenz und Überprüfbarkeit der Expertise könnte die Beziehungen zwischen den Wissenschaften und der Gesellschaft befrieden, doch dieser Weg könnte auch mit Risiken verbunden sein.

Gegen die Ängste vor der Nahrungsmittelindustrie :
Information über die ernährungsbedingten Risiken
Catherine Geslain-Lanelle

Wenn es ein Gebiet gibt, auf dem die Verbreitung wissenschaftlicher Informationen besonders wichtig ist, dann ist dies die Sicherheit im Nahrungsmittelsektor. Die EU-Behörde für Nahrungsmittelsicherheit hat die Aufgabe, den europäischen Institutionen, die für Gesundheitsrisiken zuständig sind, unabhängige wissenschaftliche Standpunkte mitzuteilen. Es handelt sich um eine schwierige Mission, denn sie muss zwischen der Komplexität der Wissenschaft und den Ängsten der Öffentlichkeit vermitteln.

Wissenschaftliche Expertise im öffentlichen Raum
Überlegungen auf der Basis der französischen Erfahrung
Pierre-Benoit Joly

Die Einführung wissenschaftlicher Expertise in die öffentliche Debatte versteht sich nicht von selbst. Äußerungen von Experten können nicht, oder nicht mehr, mit sofortigem Vertrauen rechnen, und deshalb war es notwendig, Verfahrenweisen zu entwickeln, durch die sich die Wissensvermittlung den Erfordernissen der Meinungsdemokratie anpassen ließ. In den Beziehungen zwischen Wissenschaft und Politik lassen sich unter Berücksichtigung der Krisen und Veränderungen der letzten zwanzig Jahre mehrere Modelle unterscheiden.

Eine zugängliche Wissenschaft, aber ohne Verfälschung
Georges Debrèges

Die Wissenschaft soll den Unternehmen und dem breiten Publikum näher gebracht werden, aber nicht um den Preis wissenschaftlicher Strenge.

Dynamik durch Erkenntnisse und Dynamik durch Innovation
Florence Charue-Duboc

Forschungsabteilungen müssen für Innovationen sorgen, Produkte oder originale Prozesse bereitstellen, den Fluss neuer Erkenntnisse in Gang halten. Gleichzeitig müssen sie einen Bestand an Kenntnissen verwalten, der von den verschiedenen Forschern auf der Basis ihrer Ausbildung und Erfahrung und im Rahmen ihrer Disziplin akkumuliert wurde. Die Organisation der Forschung muss diese Verbindung aus Bestand und Fortschritt aufrecht erhalten und zeitlich begrenzte Strukturen in die Lage versetzen, die von fortbestehenden Strukturen kapitalisierten Kenntnisse für die Durchführung von Projekten zu mobilisieren.

Von den Wachstumszentren zu den Wettbewerbszentren :
eine neue Teilhabe an den kognitiven Ressourcen
Bernard Pecqueur

Die Wirtschaft und die Territorien unterliegen unterschiedlichen, bisweilen einander widersprechenden Logiken. Im Verlauf der „Dreißig veränderlichen Jahre“, die auf die „Dreißig Glorreichen“ folgten, wurde vielen Territorien durch die Wirtschaft, die sich in zunehmendem Maße globalisierte, Schaden zugefügt. Die Wettbewerbszentren bemühen sich darum, am globalen Wachstum in einem Sektor teilzuhaben, und versuchen, diesen in den lokalen Kontext eines bestimmten Territoriums zu integrieren.

Der Zugang der regionalen Presse zum wissenschaftlichen und technischen Wissen
Jean-Jacques Rouch

Toulouse, als technologisches Zentrum in Südfrankreich und als Sitz einer renommierten regionalen Presse, bietet die besten Voraussetzungen für die Entwicklung bedeutender Beziehungen zwischen der Welt der Wissenschaft und den Informationsmedien. Diese Beziehungen verstehen sich, wie woanders auch, nicht von selbst. Der Journalist scheut keine Mühe, um Zugang zu Sachverständigengutachten zu finden, was nicht immer einfach ist, wie es unter anderem die Katastrophe von AZF gezeigt hat.

Kognitive Barrieren in der Wahrnehmung der Nanotechnologien
Alexei Grinbaum

Der Großteil der Menschen weiß nichts über die Nanotechnologien. Das ist ärgerlich, denn es handelt sich um ein zukunftsträchtiges Wissensgebiet, das sich entscheidend auf unsere Lebensweise auswirken wird. In einem solchen Kontext, der von Unwissenheit und Furcht geprägt ist, ist die erste strukturierte Erklärung von größter Bedeutung. Wie soll sie konzipiert und wie vermittelt werden?

Die Verbreitung der wissenschaftlichen Kultur :
Möglichkeiten und Überlegungen
Alexandre Moatti

Der sich beschleunigende Wissenszuwachs im 20. Jh. wurde nicht von einer Beschleunigung der Vermittlung dieses Wissens an das Publikum begleitet. Doch das Internet und die modernen Kommunikationsmittel bieten die Möglichkeit eines breiten Zugangs zu den Wissensgebieten, auch wenn sie neue Schwierigkeiten verursachen. Die oft heftig ausgetragenen Debatten über die Anwendung der Fundamentalwissenschaft können nicht darüber hinwegtäuschen, dass es ihr noch nicht gelungen ist, das breite Publikum zu erreichen.

POPULÄRWISSENSCHAFT : VON DER INFORMATION ZUM WUNDERBAREN

Lernen durch Spaß : das Credo für die Kultur ?

Serge Chaumier

In den zentralen wissenschaftlichen Einrichtungen hat die Idee des spielerischen Lernens, die um 1968 in den Himmel gehoben wurde, an Bedeutung gewonnen. Dieses neue Credo, das zum Allgemeinplatz geworden ist, findet einhellige Zustimmung. Es entsprang zwar einem wohlmeinenden Gefühl und einer berechtigten Kritik an strengen und trockenen Methoden der Wissensvermittlung, hatte aber auch abwegige Ergebnisse zur Folge. Die Krise der Schule und der Kultur sind unlösbar miteinander verbunden. Wird dem spielerischen Zugang zum Wissen zu viel Platz eingeräumt, so besteht die Gefahr, dass die kulturelle Institution zur Spielwiese d.h. zum Freizeitpark wird. Die Thematik der Vermittlung wissenschaftlicher Kultur scheint im besonderen Maße kennzeichnend für diese Tendenz zu sein.

Wissenschaftliche Kultur : eine Traumfabrik ?

Florence Belaën

Die Institutionen der populärwissenschaftlichen Wissensvermittlung sind zu regelrechten Unternehmen geworden, die ihren Teil zur Kulturindustrie beitragen wollen. Eine synthetische Darstellung der jüngeren Geschichte der Planetarien in Frankreich veranschaulicht die gegenwärtige Entwicklung des Verhältnisses zwischen den Wissenschaften und der Gesellschaft. Die wissenschaftliche Kultur ist mehr denn je mit einem Dilemma konfrontiert : soll die Wissenschaft als Kultur oder als Gegenstand der Unterhaltung dargestellt werden ?

Mit der Methode „La main à la pâte“ (Hand ans Werk) könnte der Unterricht in den wissenschaftlichen Fächern reformiert werden

Pierre Léna

Vor zehn Jahren gründete die Académie des sciences mit zahlreichen Partnern ein wirkungsvolles Programm zur Reform des technologischen und wissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule. Aufgrund des Erfolgs schlossen sich schon bald viele – zuerst nichteuropäische, dann europäische – Länder dieser Initiative an. Heute wird auf der Stufe des Collège- (Mittelstufe), dem schwachen Glied des französischen Schulsystems, ein neues Projekt in Angriff genommen, das Brücken zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen schlagen, Wissenschaft und Technologie einander annähern und das Bild, das Schüler sich allzu oft fälschlicherweise von diesen Fächern machen, verbessern soll.

Die Cité des sciences et de l'industrie und die Verbreitung wissenschaftlicher und technischer Information

Jean-François Hébert

Die Cité des sciences, die gleichzeitig Museum, Informations- und Konferenzzentrum ist, in dem auch künstlerische und kulturelle Veranstaltungen stattfinden, verzeichnet einen Erfolg, der für eine so junge Einrichtung erstaunlich ist. Dieser Erfolg ist sicherlich auf den hohen Bedarf an wissenschaftlicher und technischer Bildung sowie auf das Bestreben der Cité zurückzuführen, auf zahlreichen Gebieten zwischen hochspezialisierten Wissensbereichen und den Erwartungen der Öffentlichkeit eine Vermittlerrolle zu spielen.

„Die Neugier ist das Ferment des Denkens, die Experimentierlust das Ferment des Handelns“ : „Les petits débrouillards“ (Die kleinen Schlauköpfe)

Pascal Desjours, Jean Matricon

Der Zusammenhang zwischen Intelligenz und Experimentierlust ist von alters her bekannt, doch in der schulischen Vermittlung der Naturwissenschaften hat man oft die Tendenz, dies zugunsten eines

theoriebetonten Lernens zu vernachlässigen. Doch die Jugend ist sehr an konkreter Erfahrung interessiert und zeigt sich sehr aufgeschlossen für Entdeckungen, die ihrer Experimentierlust entspringen. Dies ist der Grundgedanke der in Québec konzipierten Methode „Petits débrouillards“ (Kleine Schlauköpfe), die nun auch in Frankreich zu beweisen versucht, dass sich der Zugang zu den Wissenschaften auf manuelle Weise erschließen kann.

Kosinus und Partikel im Land der Pädagogen

Louis Faton

In Frankreich nimmt die Mathematik einen sehr großen Platz im Schulwesen ein. Manche Schüler haben ihre Freude daran, andere hingegen machen sich nur mühsam mit dieser Disziplin vertraut, die von der Welt der Tatsachen abgeschnitten zu sein scheint. Wie können diese Schüler mit der Mathematik wieder ausgesöhnt werden ? Indem man ihnen den konkreten Nutzen der Theoreme und der Logik vorführt.

Assosciences Midi-Pyrénées

Vorträge über Wissenschaft und Technik für die Stadt und die Region

Paul Costa

Wie soll Wissen an Laien vermittelt und trotzdem als Gegenstand von Debatten ernst genommen werden ? In Toulouse scheint es Assosciences zu gelingen, diesem doppelten Anspruch gerecht zu werden. Die Wahl der Themen ist nicht immer einfach, denn Gegenstände wie Kerntechnik oder gentechnisch veränderte Organismen lösen eher heftige Zusammenstöße als nüchterne Diskussionen aus. Doch die meisten Themen werden von geeigneten Vortragsrednern behandelt, denen es gelingt, das Publikum aufzuklären und auch die Begegnung zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen, beispielsweise zwischen Schülern und Rentnern, zu fördern. Eine solche Wissensvermittlung bleibt der Vielheit verpflichtet und garantiert, dass die Wissenschaft Gegenstand von Befragungen und unterschiedlichen Anschauungen bleibt.

Erzählkunst im Dienste der Wissenschaft

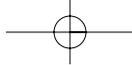
Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes, Nathalie Sené, Bérénice Collet

Wissenschaftliche Erzählungen haben ihren Ursprung in der Begegnung von Literatur, Psychoanalyse, Wissenschaft und Didaktik. Sie stehen in der reinsten Tradition der Märchen und ihr oberstes Ziel ist es, Nichtwissenschaftlern gewisse Phänomene auf eingängige Weise verstehbar zu machen. Sie zeichnen sich nicht nur durch ihren spielerischen Aspekt aus, sondern erweisen sich zudem als wirksames Medium im Dienst der Wissensvermittlung und der Erziehung.

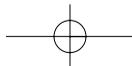
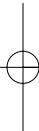
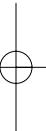
Der „Weihnachtsmann-Effekt“ im Verhältnis zwischen Wissenschaft und Gesellschaft

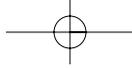
Richard-Emmanuel Eastes, Francine Pellaud

Neben der Rationalität spielt auch das Wunderbare eine wichtige Rolle in der Gesellschaft, und deshalb unterhält diese zur Wissenschaft eine von Ambivalenzen geprägte Beziehung. Wäre die populärwissenschaftliche Wissensvermittlung zu rationalistisch, würde sie abschrecken. Wäre sie zu esoterisch, so würde sie die eigentlichen Inhalte verfälschen. In beiden Fällen bestünde die Gefahr, den Parawissenschaften Vorschub zu leisten. Wie lässt sich der Bedarf an Wunderbarem mit der Notwendigkeit vereinbaren, dass die Information wissenschaftlich exakt und rational zu sein hat ? Dies bringt der „Weihnachtsmann-Effekt“ klar zum Ausdruck, denn er beweist, dass die Entwicklung einer blühenden Wissenschaftskultur auch dem Traum und dem Imaginären einen gewissen Platz einräumen muss.

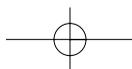
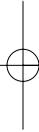
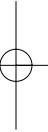


Encart page 113





suite Encart page 114



A NUESTROS LECTORES DE LENGUA ESPAÑOLA

LA REPARTICIÓN DEL SABER CIENTÍFICO, PROBLEMAS Y RIESGOS

Editorial

François Valérian

Prólogo

See-how o know-how, los nuevos elementos en juego

Marie-Josèphe Carrieu-Costa

PROBLEMAS Y RIESGOS DE LOS DEBATES PÚBLICOS SOBRE LA CIENCIA

¿Es legítimo someter la opinión científica al debate público?

Olivier Godard

La petición de debate público de la ciencia cubre en ocasiones estrategias de manipulación que buscan que se reconozca cierta verdad a las alegaciones que no pasaron la prueba de la crítica científica. Los actores económicos y sociales (administraciones, industriales, ONG) tratan de instrumentalizar la ciencia y el conocimiento al servicio de sus objetivos. Una mayor transparencia y apertura del conocimiento podrían apaciguar las relaciones entre ciencias y sociedad, pero este proceso también encierra sus riesgos.

Para que los miedos alimentarios cesen. Informar de los riesgos relacionados con la alimentación

Catherine Geslain-Lanéelle

Si existe un campo en el que la difusión de la información científica es particularmente importante, es la seguridad alimentaria. La Autoridad europea de seguridad alimentaria está encargada de proporcionar opiniones científicas independientes a las instituciones europeas responsables de la gestión de los riesgos sanitarios. Una misión que se encuentra en el cruce de la complejidad de la ciencia y las angustias del público en general.

La opinión científica en el espacio público

Reflexiones sobre la experiencia francesa

Pierre-Benoît Joly

La introducción de la opinión científica en el debate público no es algo fácil. La opinión del experto no suscita, o no suscita más, la confianza inmediata. Por ello, se ha tenido que instituir procedimientos para adaptar la comunicación de un saber a las exigencias de la democracia de opinión. En las relaciones entre ciencia y política, varios modelos pueden distinguirse, a la luz de las crisis y de los ajustes de los últimos 20 años.

Abrir la ciencia sin que pierda su esencia

Georges Debrégeas

Actualmente se quiere abrir la ciencia a las empresas y al público en general. Ahora bien, no por ello se debe perder el rigor del trabajo científico.

Dinámicas del conocimiento y de la innovación

Florence Charue-Duboc

Los departamentos de investigación deben producir innovación, productos o procesos originales, todo un flujo de conocimientos nuevos. Al mismo tiempo, deben administrar una reserva de conocimientos acumulados por los diferentes investigadores a partir de su formación y experiencia propia, y de la red de su disciplina. Una organización de investigación debe gestionar esta articulación entre reserva y flujo, y permitir que estructuras temporales movilicen el

conocimiento capitalizado por las estructuras perennes en torno a un proyecto.

De los polos de crecimiento a los polos de competitividad: una nueva repartición de los recursos cognitivos

Bernard Pecqueur

La economía y los territorios obedecen a lógicas diferentes, incluso contradictorias. Durante los « treinta mutantes » que sucedieron a los « treinta gloriosos », muchos territorios se vieron afectados por una economía cuyo desarrollo era cada vez más mundial. Los polos de competitividad se esfuerzan por captar el crecimiento mundial en un campo, e insertarlo en el contexto local de un territorio en particular.

La prensa regional frente al saber científico y técnico

Jean-Jacques Rouch

Toulouse, polo tecnológico del sur francés y sede de un prestigioso diario regional, no podía escapar al desarrollo de las relaciones entre saber científico e información del público. Como en otros campos, estas relaciones no son nada fáciles. Los periodistas se esfuerzan por acceder al conocimiento, lo que no siempre es fácil, como lo demostró, entre otras, la catástrofe de la empresa AZF.

Barreras cognitivas en la percepción de las nanotecnologías

Alexei Grinbaum

La mayoría de la gente no conoce nada sobre la nanotecnología. Es una lástima cuando se trata de un campo lleno de desarrollos científicos y cambios de nuestra manera de vivir. En dicho contexto de ignorancia y miedo, el primer mensaje estructurado es de mucha importancia. ¿Cómo crearlo y comunicarlo?

La difusión de la cultura científica: realizaciones y reflexiones

Alexandre Moatti

La aceleración del conocimiento científico en el siglo XX no se acompañó de una aceleración de la difusión de dicho conocimiento entre el público en general. No obstante, Internet y las herramientas modernas de comunicación ofrecen la posibilidad de una vasta difusión del saber, al mismo tiempo que se crean nuevas dificultades. La ciencia fundamental, eclipsada a menudo por los debates sobre sus aplicaciones, no logra encontrar su camino hacia el público.

DIVULGAR: DE LA INFORMACIÓN A LO MARAVILLOSO

Aprender divirtiéndose, ¿un credo por la cultura?

Serge Chaumier

Los centros de ciencia han integrado la idea, que alcanzó su punto máximo en el 68, de una apropiación lúdica del saber. Esta nueva idea banalizada se comparte de forma unánime. Aunque sus intenciones son buenas y expresa una crítica justificada hacia un enfoque austero y aburrido de la adquisición del conocimiento, también produce efectos perversos. Las crisis de la escuela y de la cultura son indisolubles. Cuando se quiere enseñar jugando, la institución cultural corre el riesgo de transformarse en terreno de juego; es decir, en parque de atracciones. El problema de la transmisión de la cultura científica, más que cualquier otro, parece ser emblemático en esta tendencia.

La cultura científica, ¿una máquina fabricadora de sueños?

Florence Belaën

Las instituciones de divulgación científica o técnica se han convertido en verdaderas empresas que deben ocupar su lugar en el movimiento de la industrialización de la cultura. Una presentación sintética de la

historia reciente de los planetarios en Francia ilustra la evolución actual en este contexto de las relaciones entre las ciencias y la sociedad. Más que nunca, la cultura científica se ve confrontada a un dilema: ¿la ciencia se debe convertir en cultura o en espectáculo?

Renovar la enseñanza de las ciencias con *La main à la pâte*
(*Manos a la obra*)

Pierre Léna

Desde hace diez años en Francia, una acción desarrollada por la Academia de las ciencias en asociación con varios patrocinadores, ha emprendido la renovación de la enseñanza científica y tecnológica en la escuela primaria. El éxito llevó rápidamente a varios países, primero no europeos, luego europeos, a asociarse a esta iniciativa. Hoy en día, se lanza una nueva obra al nivel de la educación secundaria obligatoria (el eslabón débil del sistema educativo francés) para romper las barreras de la enseñanza científica, acercar ciencia y tecnología, y mejorar la percepción errónea que los alumnos tienen frecuentemente de éstas.

La Cité des sciences et de l'industrie (Ciudadela de ciencia e industria de París) y la difusión de la información científica y técnica
Jean-François Hébert

La Cité des sciences, a la vez museo, centro de recursos y conferencias, y sala de espectáculos y eventos, goza de un éxito sorprendente para un establecimiento de su corta edad. Este éxito se explica tal vez por la gran necesidad de una cultura científica y técnica, y el papel de mediador que la Cité trata de desempeñar en varios campos, entre el saber de punta y las expectativas del público.

«La curiosidad es el fermento del pensamiento, la habilidad el fermento de la acción». Los *Petits débrouillards*

Pascal Desjours, Jean Matricon

El vínculo entre la inteligencia y la experimentación humana se reconoce desde la antigüedad, pero la enseñanza científica a veces tiende a olvidarlo, para dar la prioridad a un aprendizaje teórico. Sin embargo, los jóvenes están a la espera de experiencias concretas y de un saber que nacerá de la habilidad. Esta es la idea de los *Petits débrouillards*, que llegaron a Francia desde el Québec y tratan de mostrar que el estudio de las ciencias puede ser manual.

Coseno y Partícula en el país de los pedagogos

Louis Faton

En Francia, las matemáticas ocupan un lugar muy importante en la enseñanza. Para algunos esta es una ventaja, pero para otros es

difícil entrar en una disciplina aparentemente alejada de las realidades del mundo físico. ¿Cómo reconciliar estos jóvenes con las matemáticas? Mostrándoles la utilidad concreta de los teoremas y demostraciones.

Assosciences Midi-Pyrénées

Conferencias científicas y técnicas para la ciudad y la región

Paul Costa

¿Cómo difundir el saber a personas no expertas, al mismo tiempo que se le conserva como objeto de debate? Este parece ser el desafío que enfrenta y gana *Assosciences* en Toulouse. La elección de los temas no siempre es fácil, ya que la energía nuclear o los transgénicos provocan más la batalla de trincheras que la discusión serena. Aun así, la mayor parte de los temas, expuestos por los conferencistas adecuados, permiten informar al público y hacer que se encuentren diferentes públicos a la vez, desde los estudiantes de instituto hasta los pensionados. De esta manera, la ciencia difundida es plural, objeto de interrogaciones e intercambios.

Tomar la ciencia en cuenta

Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes, Nathalie Sené, Bérénice Collet

Los cuentos científicos tienen su origen en un encuentro entre la literatura, el psicoanálisis, las ciencias y la didáctica. Creados en la tradición de los cuentos de hadas, su objetivo es permitir que los no científicos entiendan fácilmente un cierto número de fenómenos. Más allá de su aspecto lúdico, estos cuentos resultan ser herramientas potentes al servicio de la mediación y la enseñanza.

El efecto Santa Claus en la relación ciencia-sociedad

Richard-Emmanuel Eastes, Francine Pellaud

Con su doble necesidad de racionalidad y de fantasía, la sociedad mantiene una relación ambigua con la ciencia. La divulgación científica, considerada como demasiado racionalista, se aparta de la ciencia. Es demasiado esotérica y por ello distorsiona el mensaje. En ambos casos, corre el riesgo de caer en el dominio de las para-ciencias. ¿Cómo conciliar la necesidad de fantasía con la necesidad de transmitir una información científica exacta y racional? Es lo que explica el «efecto Santa Claus», que demuestra la necesidad de preservar una parte de sueño y de imaginación en la construcción de una cultura científica enriquecedora.

Нашим читателям, говорящим по-русски

Раздел научных знаний – цели и риски

Редакционная статья
Франсуа Валериан

Предисловие

Показать или научить – новые задачи
Мари-Жозеф Каррье-Коста

Задачи и риски публичных дебатов о науке

Законно ли выносить научное знание на публичное обсуждение?

Оливье Годар

Требование публичного обсуждения науки зачастую прикрывает стратегию манипулирования, целью которой является признание истинными утверждений, не прошедших испытание научной критикой. Экономические и социальные участники (администрации, промышленники, неправительственные организации) стремятся сделать науку и экспертизу инструментом, служащим их целям. Больше гласности и открытости экспертизы умиротворило бы отношения науки и общества, но этот демарш не лишен рисков.

Бороться со страхами, связанными с пищевыми продуктами: информировать о рисках, связанных с питанием

Катрин Жеслен-Ланезль

Если и есть область, где распространение научной информации особенно важно, так это безопасность продуктов питания. Европейский орган по безопасности продуктов питания должен представлять независимые научные заключения европейским учреждениям, ответственным за управление санитарными рисками. Эта миссия находится на скрещении научных трудностей и опасений населения.

Научная экспертиза в публичном пространстве Размышления на примере французской экспертизы Пьер-Бенуа Жоли

Введение научной экспертизы в публичные дебаты не является само собой разумеющимся. Слово эксперта не вызывает, или уже больше не вызывает немедленного доверия, и следовало разработать процедуры для адаптации передачи знания к требованиям демократии мнений. В отношениях между наукой и политикой можно различать несколько моделей, в свете кризисов и урегулированных двадцати последних лет.

Открыть науку без искажений

Жорж Дебрежас

Стремясь открыть науку предприятиям и широкой публике, не следует забывать о строгой точности научной работы.

Динамика знаний и динамика новаторства Флоранс Шарю-Дюбок

Департаменты научных исследований должны производить новаторство, оригинальные продукты или процессы, настоящий поток новых знаний. В то же время они должны управлять запасом знаний, накопленных различными исследователями на основе собственных знаний и опыта, а также всей их дисциплиной. Организация исследований должна управлять сочленением запасов и потоков, и позволять временным структурам мобилизовать вокруг проекта знания, накопленные постоянными структурами.

От полюсов роста к полюсам конкурентоспособности: новый раздел когнитивных ресурсов Бернар Пекер

Экономика и территории подчиняются разным, иногда противоречивым логическим законам. В ходе «тридцати

переходных лет», пришедших на смену «тридцати славным годам», многие территории пострадали от экономики, развитие которой становилось все более и более глобалистским. Полноценно конкурентоспособности стремятся выделить мировой рост в одной области, и включить его в местный контекст конкретной территории.

Региональная пресса перед лицом научного и технического знания

Жан-Жак Руш

В Тулузе – технологическом центре юга Франции и штаб-квартире престижной региональной ежедневной газеты, совершенно естественно развились прочные отношения между научным знанием и информированием общества. Эти отношения, впрочем как и в других областях, не являются само собой разумеющимся. Журналист стремится получить доступ к экспертизе, что не всегда просто, как показал пример катастрофы на заводе AZF.

Когнитивные барьеры в восприятии нанотехнологий Алексей Гринбаум

Большинство людей ничего не знают о нанотехнологиях. Это мешает, т.к. речь идет об области, перспективной для научного развития и для изменения нашего образа жизни. В этом контексте неведения и страхов начальная структурированная информация является крайне важной. Как разработать и передать ее?

Распространение научной культуры: достижения и размышления

Александр Моатти

Ускорение приобретения научных знаний в XX веке не сопровождалось ускорением их распространения в обществе. Однако Интернет и современные инструменты связи предоставляют возможность широкого обмена знаниями, создавая при этом новые трудности. Затмеваемая дебатами о прикладных применениях, фундаментальная наука с трудом находит путь к широкой публике.

Популяризировать: от информации к чуду

Учиться, забавляясь: кредо для культуры?

Серж Шомье

Научные центры интегрировали идею, превозносимую в шестьдесят восьмом году, об усвоении знаний играючи. Это новое кредо, ставшее банальным, единодушно приветствуется. Возникнув из добрых намерений и выражая справедливую критику суровых и скучных методов приобретения знаний, оно имеет и негативные последствия. Кризис школы и кризис культуры нераздельны. Стремясь к игровому обучению, институт культуры рискует превратиться в игровую площадку, т.е. в парк развлечений. В свете этой тенденции представляется символической проблема передачи научной культуры.

Научная культура: машина для производства грез? Флоранс Белаэн

Организации, занимающиеся популяризацией научных или технических знаний, стали настоящими предприятиями, которые должны найти свое место в тенденции к индустриализации культуры. Сводное представление недавней истории планетариев во Франции иллюстрирует эволюцию отношений между науками и обществом, происходящую в этом контексте. Больше, чем когда бы то ни было, научная культура сталкивается с дилеммой: следует ли сделать науку культурной или зрелищной?

«Самим приняться за работу» – обновить преподавание наук

Пьер Лена

Десять лет тому назад решительные действия, руководимые Академией наук в сотрудничестве с многочисленными партнерами, были предприняты для обновления научного и

технологического преподавания в начальной школе. Успех этого начинания воодушевил многие страны, вначале те, которые не входят в Европу, а затем и европейские. Сегодня новая площадка открывается в средней школе – слабом звене нашей системе преподавания – чтобы устранить преграды на пути научного обучения, сблизить науку и технологию и улучшить их имидж, часто искаженный в глазах учащихся.

Городок науки и промышленности и распространение научно-технической информации **Жан-Франсуа Эбер**

Городок науки – одновременно музей, центр ресурсов и конференций и место проведения спектаклей и мероприятий, пользуется успехом, удивительным для сравнительно недавней организации. Этот успех можно несомненно объяснить широкой потребностью распространения научной и технической культуры, и ролью посредника, которую Городок старается играть во многих областях между точными знаниями и ожиданиями широкой публики.

«Любознательность – это фермент мысли, сметливость – это фермент действия»

Паскаль Дежур, Жан Матрикон

Связь между умственными способностями и человеческим экспериментированием признана с античных времен, но научное преподавание имеет иногда тенденцию пренебрегать ею, отдавая предпочтение приобретению теоретических навыков. Но молодежь стремится к конкретным экспериментам и к знанию, рождающемуся из сметливости. Это – идея «юных находчивых», которые из Квебека пришли во Францию и пытаются продемонстрировать, что обучение наукам может происходить благодаря прикладной деятельности.

Косинус и частица в стране педагогов **Луи Фатон**

Во Франции математика занимает очень важное место в преподавании. Некоторым ученикам это очень нравится, другим трудно овладеть дисциплиной, на первый взгляд оторванной от реалий физического мира. Как примирить эту молодежь с математикой? Демонстрируя ей конкретную пользу теорем и доказательств.

Научная ассоциация департамента Юг – Пиреней **Научные и технические конференции для города и региона**

Поль Коста

Как распространять знание среди непосвященных, предохраняя его как предмет дебатов? С этой задачей неплохо справляется Научная ассоциация в Тулузе. Выбор сюжетов не всегда прост, т.к. атомная энергия или генетически измененные организмы вызывают скорее ожесточенные баталии, нежели спокойное обсуждение. Однако большинство сюжетов, представленных компетентными докладчиками, позволяют просвещать публику и одновременно давать возможность встречаться разным слоям населения, от школьников до пенсионеров. Таким образом наука – предмет вопросов и обменов – остается многоплановой.

Научные сказки

Франсин Пелло, Ришар-Эмманюэль Эст, Натали Сене, Беренис Колле

Истоки научных сказок лежат во встрече литературы, психоанализа, научных дисциплин и дидактики. Они составляют в лучших традициях волшебных сказок, и их первая цель – позволить обычным людям легко понимать определенные феномены. Кроме игрового аспекта, эти сказки становятся мощным орудием на службе опосредования и обучения.

Эффект Деда Мороза в отношении науки с обществом

Ришар-Эмманюэль Эст, Франсин Пелло

Общество поддерживает двусмысленные отношения с наукой, нуждаясь одновременно в рациональности и в чудесах. Слишком рационалистичная популяризация отталкивает от науки. Слишком эзотеричная, она искажает ее послыл. В обоих случаях она играет на руку паранаукам. Как примирить стремление к чудесному с необходимостью передавать точную и рациональную научную информацию? Это разъясняет «эффект Деда Мороза», демонстрирующий необходимость сохранить часть мечты и воображаемого в строительстве развивающейся научной культуры.