

## Les nanotechnologies : où nous mène la technique ?

### Introduction

Version 1 du 18-3-11

#### Que sont les nanotechnologies ?

C'est la synthèse, la manipulation, le contrôle de matériaux d'une **dimension nanométrique** (millionième de millimètre) plus particulièrement entre 1 à 100 nanomètres ( $10^{-9}$  m).

On y trouve :

**nano particules**, (déjà très utilisées), **nano objets**, (tubes, filtres, aérogels...),

**nano outils** (capteurs, vecteurs... en projets), **nano machines** (en projets)

On dispose pour les réaliser **d'outils** permettant d'agir directement sur les atomes et les molécules (nano lithographie par faisceau d'électrons, pointe tungstène de microscope à effet tunnel...)

#### Quels avantages sont attendus ?

#### Quel en est l'intérêt ?

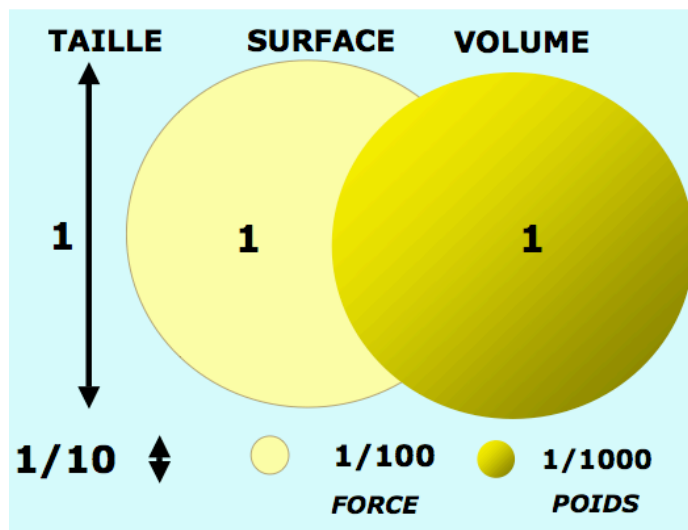
A cette échelle, on entre dans la **physique quantique**. Les matériaux et les éléments (graphite, argent, or, silice...) acquièrent des propriétés nouvelles car les lois qui régissent le nano-monde sont différentes de celles auxquelles nous sommes confrontés au quotidien :

**Forces et réactions** sont amplifiées (du fait d'un accroissement relatif de surface par rapport au volume lorsque la taille diminue...)

La gravité est supplantée par **d'autres forces** (tension de surface due aux interactions électriques...)

**L'agitation thermique** y est permanente,

**L'effet tunnel** déjoue les obstacles (une nanoparticule est aussi une onde)



#### Les secteurs-clés concernés

**Matériaux** (bétons, vitrages, nano tubes de carbone meilleurs conducteurs que le cuivre et 100 fois plus résistants que l'acier)

**Electronique** (miniaturisation accrue)

**Médecine** (reconstitution de tissus, transport de nano médicaments...)

**Environnement** (énergie, dépollution...)

**Défense** (robots, blindages, invisibilité...)

## Le constat citoyen

### Bienvenue aux nano particules !

Depuis plus de 15 ans, les nanomatériaux sont présents et s'imposent aux consommateurs sans qu'ils en soient informés :

Vêtements, machines à laver, aspirateurs antibactériens avec nano particules **d'argent**,

Dentifrices avec nano particules de **dioxyde de titane**, de **peroxyde** ou de **phosphate de calcium**,

Peintures et vernis avec nano particules de dioxyde de titane, **d'oxyde de silicium**, **silice** ou **céramique**,

Crèmes solaires avec nano particules de dioxyde de titane, de **cérium** ou de **zinc**,

L'alimentation n'y échappe pas. Les additifs alimentaires comme le **nano silice** sont employés comme anti-agglomérant.

La liste des nano produits est inconnue (plus de 500) et impossible à établir, **en l'absence d'obligation** pour les producteurs, industriels ou revendeurs d'en déclarer la présence.

### L'habituel constat

Il y a disproportion flagrante entre les **promesses faramineuses** des nanotechnologies et **l'imprécision sur les risques**.

Il y a dissémination des nanotechnologies sans aucune **traçabilité** ni aucune étude sanitaire ou environnementale réglementaire obligatoire.

Le progrès technique apparaît inéluctable, d'où la nécessaire **vigilance citoyenne** le suppliant d'être raisonnable !

On se demande s'il existe vraiment une **demande sociale** à l'origine de ces recherches.

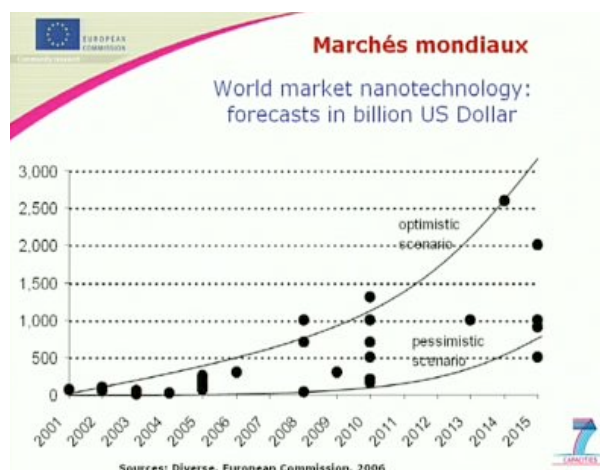
### Le vrai moteur : la finance

Le marché des nanotechnologies est estimé en 2010 à plus de **150 milliards** de dollars alors que dans les années 2006 on estimait qu'il atteindrait 1000 milliards de dollars !

Il devrait atteindre, en 2014 près de **2 600 milliards**, soit 15% de la production manufacturière mondiale et générer **10 millions** d'emplois (estimation Lux Research).

En réalité, il faut s'attendre au mieux pour 2014 aux prévisions minimales soit 500 milliards de dollars et 2 millions d'emplois.

Cette surestimation a pour but de renforcer l'acceptation sociale des nanotechnologies.



## Risques de pénétration

Les nanoparticules ont pour effet :

Une puissante **réactivité chimique** et une **pénétration** exceptionnelle, leur taille leur autorisant le franchissement de toutes « les barrières ». Les études mettent en évidence, un **stress oxydatif** (mort des cellules) et des effets **inflammatoires**.

Une **génétoxicité** indirecte, atteignant l'ADN à travers des barrières intactes, a été mise en évidence.

De façon générale, les nanoparticules se caractérisent par leur extrême **mobilité** dans l'environnement et dans les organismes. (1\*)

Verdict de l'**AFSSET** sur les nanoparticules dans les biens de consommations : en l'état actuel des connaissances, *"le risque ne peut pas être évalué, il ne peut donc pas être exclu"*.

## Risque de persistance

Le nano argent, abondamment utilisé comme **antibactérien**, risque, une fois libéré dans l'environnement, de rompre l'équilibre écologique en anéantissant les bactéries.

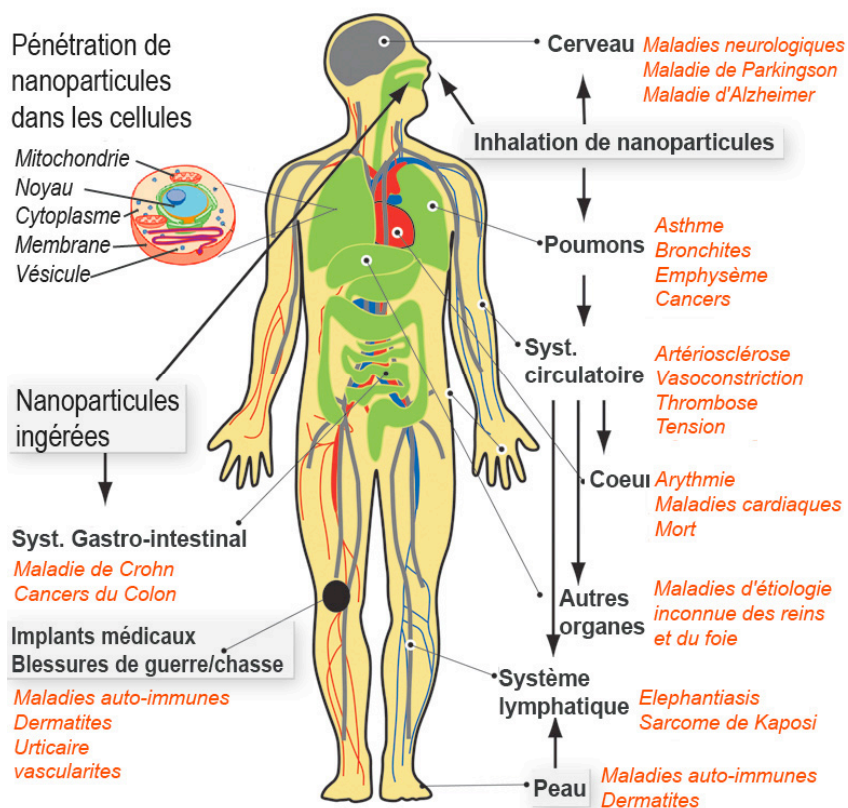
Des nanopréparations de **pesticides** sont déjà sur le marché (BASF Syngenta, Bayer), avec l'avantage de mieux **se dissoudre** dans l'eau et d'être efficaces plus longtemps avec un dosage réduit.

La plupart des nanoparticules sont déjà reconnues comme persistantes, toxiques, **bioaccumulables**, et capables de se mouvoir sans fin...

Pire, leur haute réactivité chimique leur permet de **se lier aux polluants** déjà en circulation (PCB, PFOS), leur conférant potentiellement une durée de vie encore plus longue. (1\*)

## Maladies associées à l'exposition à des nanoparticules

C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases 2 (2007) MR17-MR71



## Le cas du dioxyde de titane

On le retrouve dans les **peintures** et les **encres**, les **matières plastiques**, caoutchoucs, fibres synthétiques..., dans les **cosmétiques**, les **dentifrices**, les produits **pharmaceutiques**, les **crèmes solaires** ou encore comme **colorant alimentaire**...

En 2006, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé le dioxyde de titane **cancérogène** possible pour l'homme.

En 2007, la représentante de l'AFSSAPS disait aussi craindre des maladies **auto-immunes**, un "phénomène qui a été observé au niveau d'implants médicaux".

En 2009, plusieurs études ont montré que ces nano particules pouvaient **endommager l'ADN**, sans même pénétrer dans les cellules. D'où un possible effet cancérogène.

### Vers un contrôle total ?

Les nanotechnologies forment une révolution d'ensemble. Il s'agit d'élaborer un système appelé, "**NBIC**" convergence de plusieurs technologies : nanotechnologie, biologie, informatique et robotique, sciences cognitives (neurosciences).

Au-delà de l'alliance de la biologie, du vivant et de la nanotechnologie, se profilent les risques d'une humanité et d'une société entièrement **sous contrôle**, jusque dans ses comportements. (Ex : inhalation de nano particules psychotropes...)

### Où est le principe de précaution ?

#### Pas de progrès sans risque

Selon **Hannah Arendt** philosophe (1906-1975) :

« Le **progrès** et la **catastrophe** sont l'avert et le revers d'une même médaille : inventer le train, c'est inventer le déraillement... » (2\*)

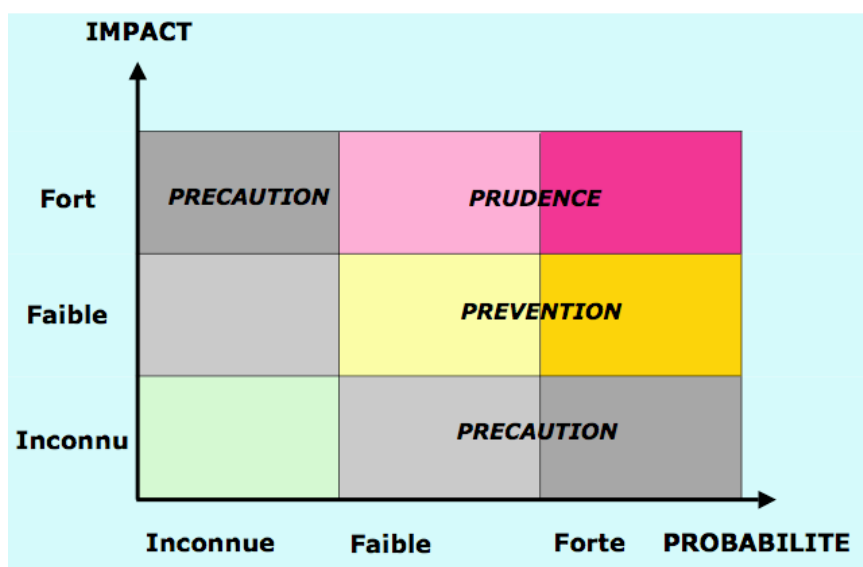
Toute découverte devient une nouvelle **cause** produisant à son tour plusieurs effets, certains positifs, d'autres négatifs... Peut-on en faire un tri ?

#### Principe de précaution ?

Le "**principe de précaution**" s'énonce ainsi :

Lorsqu'une activité humaine ou un développement technologique apparaît être porteur **d'un risque probable**, non quantifiable, non encore confirmé scientifiquement, mais dont la possibilité est identifiée, alors il vaut mieux **renoncer** à cette activité jusqu'à ce que le risque qu'elle engendre puisse être qualifié et quantifié.

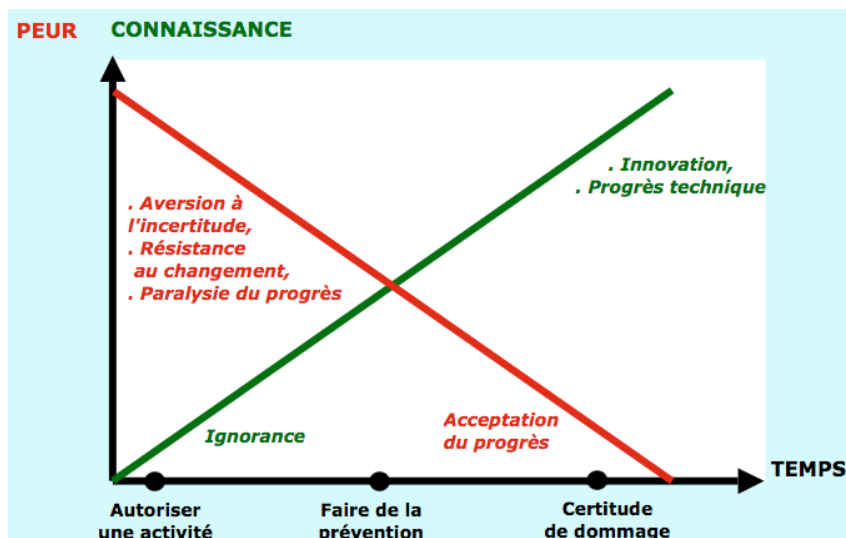
Cette définition est insuffisante car elle ne prend pas en compte le cas d'un impact fort avec une probabilité inconnue.



## Critique du principe de précaution

La précocité de la prise en compte du risque provoque par elle-même une **aggravation du risque perçu** ce qui engendre d'autres risques par non-adaptation aux évolutions. (Paradoxe d'Ellsberg)

Pour les détracteurs du principe de précaution : il n'est pas plus raisonnable **d'exiger des certitudes** sur l'absence d'un dommage avant d'autoriser une activité ou une technique qu'il ne le serait d'exiger des certitudes sur l'existence d'un dommage pour commencer à prendre des mesures de **prévention**.



## Croire ce que l'on sait

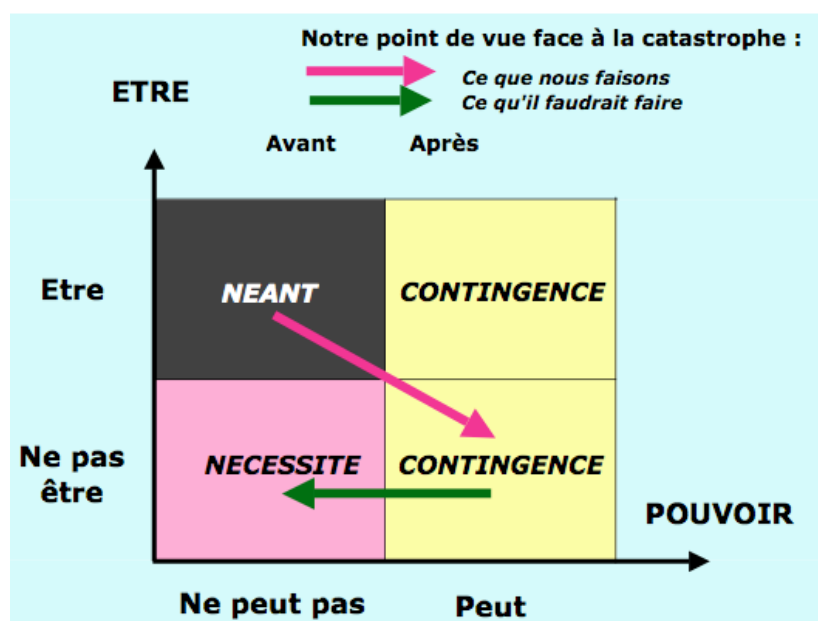
Pour **Jean Pierre Dupuy** (né en 1941) Ingénieur et Professeur de philosophie sociale et politique.

« Nous tenons la catastrophe **pour impossible** dans le même temps où les données dont nous disposons nous la font tenir pour **vraisemblable** et même certaine ou quasi-certaine ...

Ce n'est pas l'incertitude, scientifique ou non, qui est l'obstacle, **c'est l'impossibilité de croire** que le pire va arriver (on ne croit pas ce que l'on sait) ».

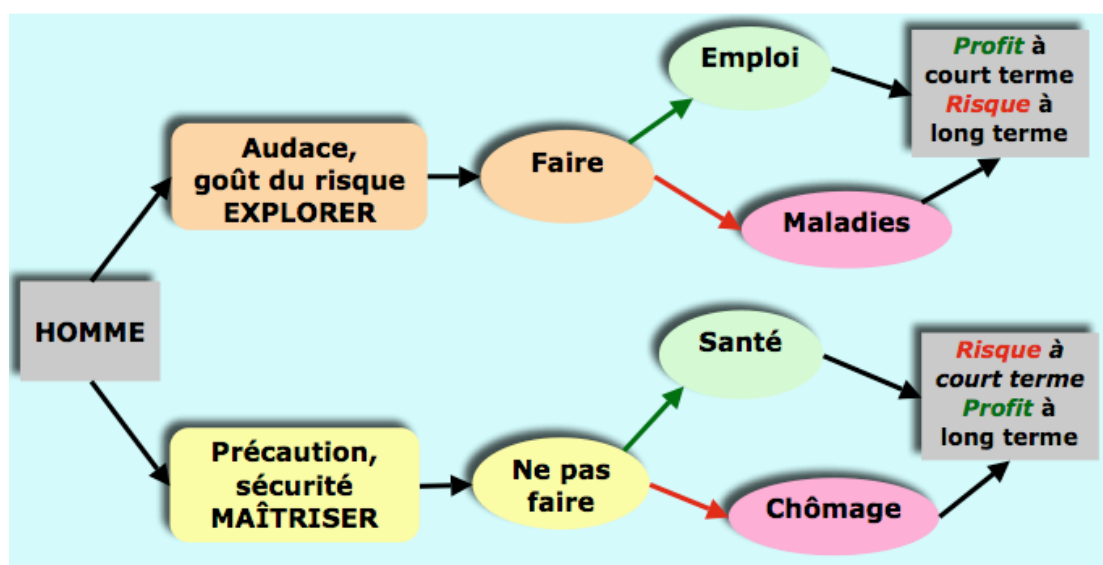
« Les cas ne sont pas rares où la communauté scientifique est **certaine**, mais à tort de **l'inexistence** d'un danger alors que celui-ci est objectivement **incertain**...

Il va donc falloir, explique l'auteur, apprendre à penser que, la *catastrophe apparue*, il était **impossible qu'elle ne se produise pas**, mais *qu'avant qu'elle ne se produise elle pouvait ne pas se produire*. C'est dans cet intervalle que se glisse notre **liberté** ». (3\*)



## Explorer l'inconnu ou maîtriser l'avenir ?

Mettre en œuvre ou non le principe de précaution, c'est une affaire de **tempérament**, mais c'est au final choisir **d'affronter** les risques en premier ou de les **reporter** plus tard, donc de les repasser aux générations futures.



### Politique de précaution

Pour **Corinne Lepage** Avocate, Députée européenne (née en 1951) :

« J'entends souvent dire que l'application du principe de précaution serait un **frein au développement économique**, mais bien au contraire ! Il doit devenir un principe structurant de l'industrie et ce, non seulement dans le secteur des nouvelles technologies mais aussi pour l'ensemble de la recherche, puisqu'il pousse les industriels à **produire autrement**.

Car en exigeant que les effets environnementaux ou sanitaires possiblement négatifs d'une innovation puissent être évalués avant sa commercialisation, le principe de précaution devient un **instrument de transformation de l'industrie**. Il se révèle un levier d'économies potentielles considérables pour la collectivité.

Enfin, maîtriser les risques sanitaires, c'est éviter que grandisse une **méfiance à l'égard du progrès technique**, laquelle se révèle, elle, être un redoutable frein à la croissance. » (4\*)

### Neutraliser les catastrophes ?

Pour **Paul Virilio** urbaniste et philosophe (né en 1932) :

« Plus qu'un principe de précaution, c'est d'un principe de **responsabilité** dont nous avons besoin. Une recherche qui ne recherche pas sa catastrophe, **ne recherche pas** ».

« Il ne s'agit pas de nier le progrès, mais de le **désarmer de ses catastrophes** ».

"Le progrès est un **sacrifice consenti**. Pour savoir jusqu'où doit aller ce sacrifice, il faut un musée ou un **observatoire des accidents** ». (5\*)

## Où nous mène la technique ?

### Omniprésence de la technique

Pour **Jacques Ellul** historien, théologien, sociologue (1912-1994) « Aujourd'hui, la technique **prolifère** au-delà de l'utile ». (6\*)

Elle est à ce point répandue qu'elle **s'interpose** désormais entre l'homme et la nature, entre l'homme et l'homme et entre l'homme et son intériorité. (7\*)

## Une technique prépondérante

Historiquement le **savoir faire**, l'outil, la technique pragmatique et utilitaire a précédé la science. A partir de Galilée et de la **mathématisation** de la nature, la technique est devenue une application de la science.

« Un renversement s'est produit aujourd'hui, la technique est devenue la **structure fondamentale** qui étaye la science .

Ce que la technique moderne a d'**essentiel** n'est pas une fabrication purement humaine ». (8\*)

La **transformation** de la nature afin d'améliorer la vie des hommes n'est qu'un prétexte, un rideau de fumée.

## Horizon de la technique

Pour **Martin Heidegger** philosophe (1889-1976 ) :

« La civilisation a pour but de cultiver, développer et protéger l'être-homme, son **humanité** ».

La **technique** contribue-t-elle à la culture humaine ?

« Le fondement de la technique moderne est la **sommation** provocante de la **nature** de se manifester dans une **objectivité calculable**.

Il se pourrait que s'exprime dans la technique moderne une **exigence** dont l'homme ne peut arrêter l'accomplissement et qu'il peut encore moins embrasser totalement du regard et maîtriser.

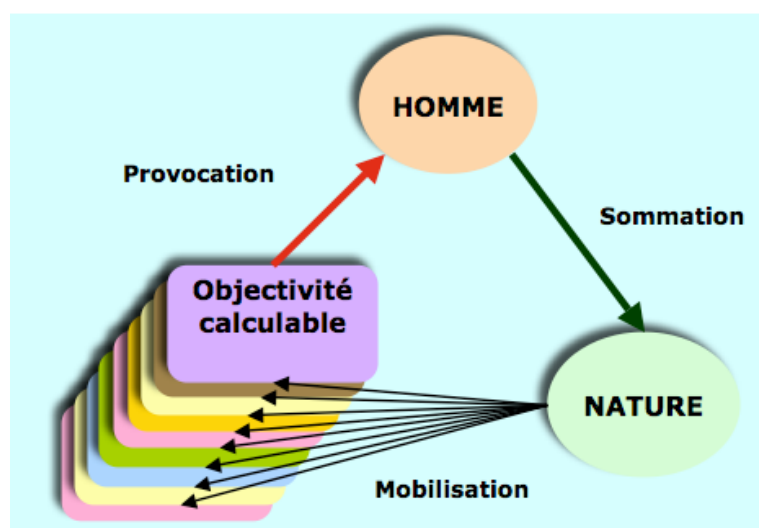
Cette soumission à l'inévitable se traduit alors par le triomphe d'un processus qui se réduit à préparer continuellement des **moyens** sans se soucier aucunement d'une détermination de **fins** ». (8\*)

## Vers l'homme technicisé

« Le **danger** grandissant qui menace l'homme au plus intime de son essence est un événement qui domine l'homme et ébranle sa **relation au monde**.

L'homme actuel remarque à peine les soubresauts de cet ébranlement car il est continuellement recouvert par les **dernières informations**.

**L'homme lui-même est provoqué** par l'exigence de provoquer la nature à la mobilisation ».



## Discussion :

### Explorer le monde est-il nécessaire à notre bonheur ? Est-ce un trait typiquement humain ?

- . L'homme a toujours eu le désir d'aller plus loin dans sa connaissance du monde.
- . C'est aussi par nécessité, par manque, en particulier de nourriture, que les hommes ont amorcé une dynamique d'exploration du monde.
- . Cette exploration du monde n'a pas toujours une visée mercantile et productiviste (technique), elle correspond aussi à une curiosité naturelle vis-à-vis du monde (science).
- . Les hommes ont sans doute pris conscience assez tôt de leur finitude et cela a pu avoir pour effet de les pousser à dépasser cette limite et à prendre ainsi des risques.
- . Le progrès des connaissances est devenu paradoxal en ce sens que toute nouvelle découverte pose de nouveaux problèmes et qu'ainsi les limites de l'inconnu s'éloignent au fur et à mesure où nous tentons de nous en approcher.
- . Lorsque les Portugais se sont lancés dans leurs explorations en direction de l'Afrique du sud, de l'Amérique du sud, ils étaient motivés par des raisons économiques, politiques et religieuses.

### Ce qu'il y a d'humain en l'homme requiert-il de prendre des risques, d'être audacieux ?

- . Il y a un aspect ludique dans l'exploration, la découverte qui peut expliquer la prise de risque.
- . Aujourd'hui, c'est la technique elle-même qui est à l'origine de nouvelles techniques, ainsi c'est parce que l'on a construit des immeubles de 300 étages où il est impossible d'aller nettoyer les vitres, que l'on a cherché à mettre au point des verres ayant des propriétés auto nettoyantes grâce à l'application de nano particules.
- . Il arrive également que l'on cherche à rentabiliser certaines machines coûteuses, élaborées pour fabriquer un produit donné, en recherchant pour elles de nouvelles applications. Celles-ci ne correspondent pas forcément à de nouveaux besoins pour les hommes, il suffit qu'elles fassent apparaître de nouvelles envies.
- . Tout ce qui est pensé, aussi inconnues et critiquées en soient les conséquences (clonage humain par exemple), finit par être réalisé un jour.

### Rechercher la sécurité, être très précautionneux, chercher à maîtriser sans cesse est-ce étranger à l'homme ?

- . Tous les hommes n'ont pas un esprit aventureux et le goût du risque, c'est une caractéristique qui n'est sans doute pas aussi répandue que cela.
- . Le monde est devenu plus complexe dans le sens où nous avons moins de maîtrise des événements qui s'y produisent. Aux catastrophes naturelles qui ont toujours existé, se sont rajoutés les accidents technologiques. Il en est résulté une situation où le besoin de protection est partout.
- . Du fait qu'en milieu urbain les accidents des vélos entraînent fréquemment des traumatismes crâniens, pour faire du vélo aujourd'hui, il faudrait porter un casque en toute circonstance, y compris à la campagne !
- . On parle beaucoup de « risque zéro » aujourd'hui, il est vrai pour admettre que l'absence totale de risque est impossible. Naître est un risque.
- . L'extension du calcul économique aux humains (le coût d'un accident mortel à la société par exemple) a été un élément d'intensification de la notion de prudence, de prévention et de précaution.

### Quelle doit être notre attitude vis-à-vis des objets monde\*, des technologies globales ?

(° Pour Michel Serres, il s'agit de techniques dont au moins une de leurs dimensions est équivalente à l'une des dimensions du monde (satellite artificiel, internet, bombe thermonucléaire, ITER, nanotechnologie, LHC...)

- . Le projet ITER (Réacteur Thermonucléaire Expérimental International) doit affronter des enjeux technologiques considérables comme la capacité de matériaux de confinement à résister à des



températures de quelques dizaines de millions de degrés et au bombardement par des neutrons à haute énergie, comme au coeur du soleil.

Ce projet est si coûteux, qu'un seul pays ne peut le financer, seul un financement international le peut encore. On parvient là aux limites de capacité du monde dans cette recherche. Le LHC (Grand collisionneur de hadrons) est un accélérateur de particules. En faisant entrer en collision frontale deux faisceaux de particules subatomiques de la famille des « hadrons » (des protons ou des ions de plomb) à une vitesse proche de celle de la lumière et à de très hautes énergies, le LHC va recréer les conditions qui existaient juste après le Big Bang.

Sa mise en service a soulevé des craintes, celles de la création de micro trous noirs susceptibles d'absorber la matière environnante s'ils n'étaient pas eux-mêmes soumis à un phénomène d'évaporation...

Malgré les divergences entre scientifiques eux-mêmes, la mise en service a bien eu lieu et depuis 2009, la montée en puissance se poursuit...

### Peut-on se fier à quelque chose comme la technique qui se développe sans finalité ?

. A la différence de la science qui occupe le domaine de la pensée et de la connaissance, la technique se déploie avant tout dans la fabrication d'objets, le « faire ».

Nous sommes envahis par tous ces objets techniques dont nous ignorons les principes physiques qui sont à leur base, nous sommes dépendants d'eux.

La science elle-même est dépendante dans ses recherches de la technique et c'est ce qui explique le renversement récent qui s'est produit et qui fait que la technique règne en maître sur nous.

. Nous sommes happés par la technique elle-même afin d'accroître son développement et sa puissance.

Tout se passe comme si nous étions devenus des moyens qu'utilise la technique pour continuer de se développer ...

. Les objets techniques nous aspirent vers une extériorité permanente à nous-mêmes, alors que nous aurions besoin pour notre équilibre d'humains de pouvoir rester en lien avec notre intériorité.

. La technique bénéficie d'importantes ressources économiques car elle est à l'origine d'importants profits, c'est beaucoup moins le cas de la science et des recherches fondamentales parce qu'elles rapportent moins de bénéfices, elles sont moins attirantes pour les jeunes étudiants.

. Il y a des exceptions telles que les laboratoires de l'armée américaine où la recherche fondamentale bénéficie encore de fortes ressources financières.

. Le fait que la technique ait pris le pas sur la science peut faire craindre que l'on s'appuie moins sur la connaissance, qui est un consensus sur la possible universalisation d'un savoir donné et davantage sur la croyance qui constitue une diversité d'opinions irréconciliables, donc facteur de dissensions. Les religions en particulier sont des croyances, mais il existe d'autres croyances que les religions.

### La nature elle-même ne s'est-elle pas, elle aussi, développée sans plan et donc sans finalité ? Il ne semble plus que l'homme soit le but de la nature.

. L'univers lui-même ne peut-il pas être considéré comme étant technique, une vaste machine mise en oeuvre par un Dieu facétieux ?

. La conception d'un univers machine n'est plus guère admise par la science. Elle supposerait un déterminisme intégral qui ne correspond plus aux dernières observations. Il semble en particulier que la vie ait des capacités d'auto organisation qui lui sont inhérentes et qui entraînent une réduction d'entropie (une complexité et une organisation de plus en plus grande) dans un univers où au contraire l'entropie soit croissante (extension, refroidissement et désorganisation).

. Le fait que la vie ait des capacités d'auto organisation n'est pas incompatible avec l'absence de finalité autre qu'une organisation de plus en plus complexe.

### La technique menace-t-elle la démocratie ?

- . Une technique particulière peut ponctuellement aider la démocratie, comme ce fut le cas d'internet durant les révolutions arabes.
- . Globalement la technique fait l'objet de décisions prises par une oligarchie technico-financière en toute opacité pour les citoyens. Il y a donc bien perte de contrôle par la démocratie.
- . Les citoyens n'étant pas associés aux grands choix de mise en oeuvre des technologies, ils sont les cibles principales des risques engendrés par ces technologies.
- . La consultation des citoyens n'est pas évidente, ils n'ont pas une connaissance suffisante des enjeux positifs et négatifs, ils répondent émotionnellement et souvent à côté des questions posées, ainsi pour le référendum sur la constitution européenne en 2005, combien avaient lu cette constitution ?
- . Aucune démocratie nationale n'est à même contrôler la technique qui est internationalisée. Il faudrait donc des instances démocratiques internationales. Or les organisations internationales existantes ne démontrent pas une grande efficacité, elles ne sont ni suffisamment transparentes ni assez rapides.

#### Qui devrait contrôler la technique ? Les politiques, les experts, les citoyens, des sages ?

- . La démocratie est en réelle difficulté pour opérer un contrôle sur la technique. Tout processus démocratique est lent, car il lui faut le temps nécessaire à l'établissement de compromis entre des avis divergents.
- . La démocratie de représentation qui est la nôtre n'est pas satisfaisante, les élus politiques ne sont pas indépendants des lobbys divers qui financent leurs réélections. Les experts eux aussi sont rarement indépendants des milieux industriels qui financent leurs recherches.
- . Devons nous élire des porte-parole de la voix populaire ou des sages ayant un discernement propre à qui l'on accorderait notre confiance ?
- . Il y a une véritable remise en cause de la démocratie qui se fait jour aujourd'hui vis-à-vis de la gestions des risques technologiques. Un climat de défiance envers les élites s'est installé.

#### L'instrument technique serait porteur d'une contre-finalité catastrophique ?

- . Ce n'est le cas qu'en raison de notre désintérêt actuel vis-à-vis de l'estimation des pertes associées aux bénéfices de nos maîtrises techniques.

### **Conclusion :** ce qu'il est utile pour nous de retenir

- . C'est l'usage de la technique qui pose problème, c'est donc l'homme qu'il faut améliorer dans ses facultés de discernement de l'intérêt global.
- . Nous devons exercer pleinement nos responsabilités sociales et individuelles.
- . Chez l'homme, l'économique et le financier ont pris la place de la conscience.
- . « A la devise cartésienne de la maîtrise de la nature, il faut substituer une nouvelle devise : maîtrisons notre maîtrise. » *Michel Serres*

### **Références :**

- (1\*) Anne-Corinne Zimmer - L'invasion des nanotechnologies - Site internet [piecesetmaindoeuvre](#)
- (2\*) Hannah Arendt - Condition de l'homme moderne - Calmann-Levy – 1983
- (3\*) Jean Pierre Dupuy – Pour un catastrophisme éclairé – Seuil - 2002
- (4\*) Corinne Lepage - Site internet [corinnelepage](#) – 2009
- (5\*) Paul Virilio - La tragédie fait partie de l'histoire - Le Monde, 2003
- (6\*) Jacques Ellul - Le bluff technologique - Hachette – 1988
- (7\*) Serge Carfantan. Site philosophie et spiritualité, <http://sergecar.perso.neuf.fr/> - 2002
- (8\*) Martin Heidegger - Langue de tradition et langue technique - Lebeer-Hosmann - 1990

