

L'ETHIQUE DES SCIENCES ET TECHNIQUES AUJOURD'HUI

ALEES, 2012

Thierry Magnin
UCLyon

PLAN

- **I. INTRODUCTION: quelques exemples**
- **II. LES BIOTECHNOLOGIES, LES NANO-BIOTECHNOLOGIES et les NBIC ou la maîtrise du vivant aujourd'hui et demain.**
- **III. QUESTIONS d' ETHIQUE**
- **IV. CONCLUSION: l'éthique peut favoriser l'innovation !**

L'ETHIQUE

« L'éthique...c'est le mouvement même de la liberté qui cherche une vie bonne, dans la sollicitude envers autrui et dans un juste usage des institutions sociales ».

Paul Ricoeur, *Soi-même comme un autre*
Seuil, Paris, 1990

- L'Art d'éclairer les comportements en s'appuyant sur un certain nombre de valeurs cooptées

Ethique

- Pour chacun de ces domaines, **l'éthique de conviction** est importante mais ne suffit pas.
- Il faut aussi une **éthique de responsabilité** (Max Weber, sociologue et économiste allemand, 1864-1920) qui prend en compte les effets non forcément voulus mais réels de ses actes dans une situation donnée.

Principe de responsabilité, principe de précaution

Avant d'entreprendre une action qui pourrait mettre en danger l'existence des générations futures, la qualité de l'existence future sur terre...

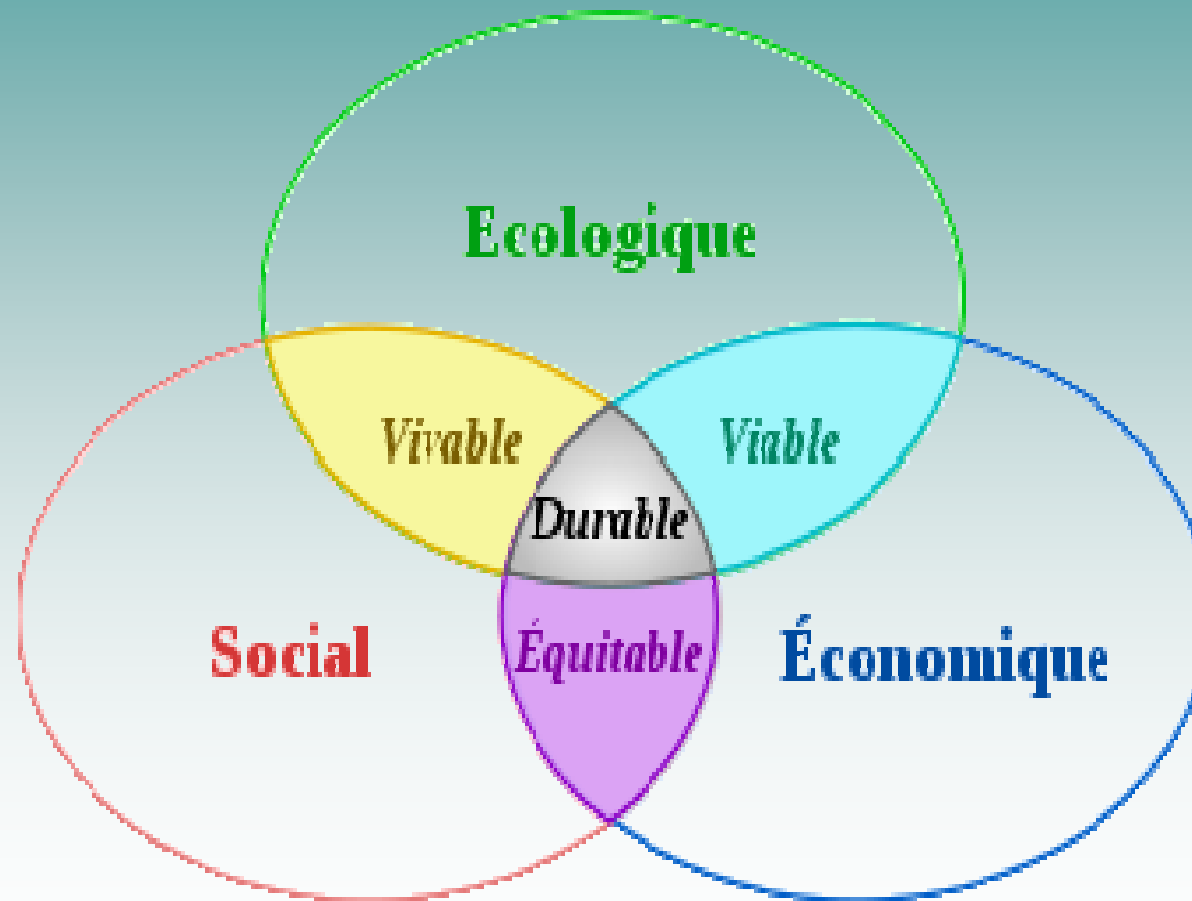
Avant d'utiliser une technologie, l'homme doit s'assurer que toute éventualité apocalyptique est exclue.

Innovation et Ethique

Dissiper un malentendu

- L'éthique n'est pas là pour stopper l'innovation.
- Mais pour aider à discerner et valoriser ce qui va dans le sens de l'humain, dans le sens d'un véritable progrès.

ASPECTS ETHIQUES DU DEVELOPPEMENT DURABLE



LES ANTINOMIES DE LA CONTROVERSE

Les arguments Pro	Les arguments Contra
<ul style="list-style-type: none">• L'énergie nucléaire n'est pas l'énergie la plus polluante (cf charbon, pétrole, ...), et elle se révèle pertinente pour une politique de réduction des émissions de gaz à effets de serre.• L'énergie nucléaire permet de produire de l'électricité en grande quantité et à moindre coût pour le plus grand nombre d'utilisateurs.• Les déchets radioactifs issus de l'exploitation des centrales nucléaires peuvent être considérés comme des produits valorisables ou retraitables par des techniques de nouvelle génération.• Les déchets radioactifs peuvent faire l'objet d'un stockage géologique irréversible qui permet une protection efficace des générations futures.• L'option du stockage géologique des déchets radioactifs garantit la viabilité de l'énergie nucléaire sans être incompatible avec d'autres solutions.	<ul style="list-style-type: none">• Il existe des sources d'énergie moins polluantes que l'énergie nucléaire (solaire, éolienne, ...), sur lesquelles il faudrait investir massivement en terme de R&D.• L'énergie nucléaire doit être évaluée en intégrant les coûts externes entraînés par la gestion à long terme des déchets radioactifs.• Les déchets radioactifs éventuellement valorisables ou retraitables impliquent un pari de recherche et de développement en faveur de l'énergie nucléaire qui au mieux ne sera productif que dans un futur lointain.• Les déchets radioactifs sont une charge pour les générations futures, <i>a fortiori</i> pour un stockage irréversible qui condamne leur liberté.• L'option du stockage géologique encourage le développement de l'industrie nucléaire et l'augmentation des déchets radioactifs.

Les trois dimensions d'un jugement éthique

- Dimension universelle
- Dimension particulière
- Dimension singulière

Ni idéalisme, ni légalisme, ni individualisme

I. Introduction

A l'heure des biotechnologies

- **Le pouvoir sur le vivant :
du séquençage du génome
à la « vie artificielle »**
- Qui s'inscrit dans la logique de la théorie synthétique de l'évolution

QUESTIONS

- Comment accueillir et promouvoir les progrès des technosciences comme une chance pour le service de l'humanité, notamment au niveau de la médecine, qui en bénéficie déjà, tout en discernant lesquels sont porteurs de sens et lesquels peuvent être deshumanisants ?
- Risques/bénéfices... mais aussi quels rapports aujourd'hui de l'homme au vivant et à la vie ?

II. LES BIOTECHNOLOGIES et les nano-biotechnologies

- sciences et ingénierie du vivant
- élaboration et mise en œuvre d'outils biologiques et de bioprocédés
- secteurs : alimentation, santé, environnement, chimie, matériaux, énergie

Les couleurs des Biotechnologies



Biotechnologies rouges

Applications médicales

*Protéines thérapeutiques,
diagnostics, thérapie génique...*

Biotechnologies vertes

Le végétal

agriculture, alimentation, biomasse



BIOTECHNOLOGIES

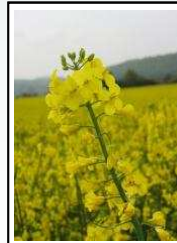


Biotechnologies bleues

La vie marine

Biotechnologies blanches

Biotech. industrielle



Biotechnologies jaunes

L'environnement

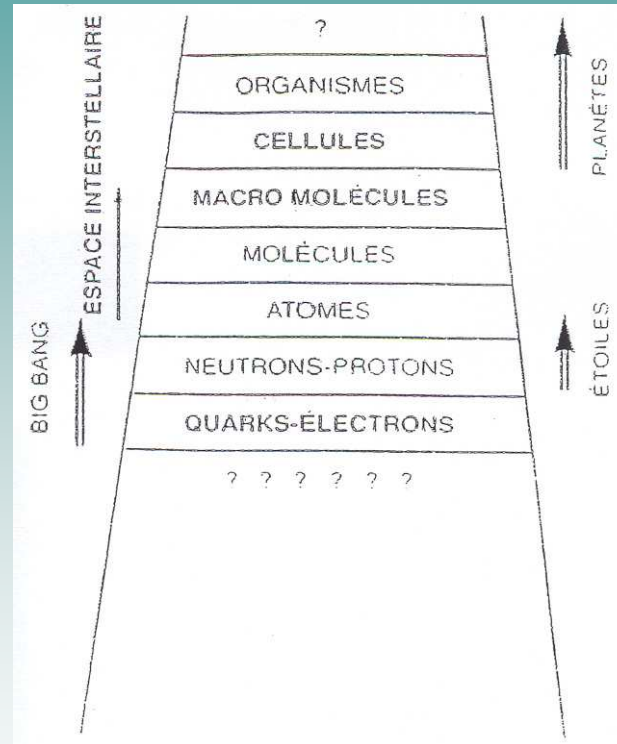
Des théories de l'évolution aux nano-biotechnologies

- Les théories de l'évolution et de l'auto-organisation de la matière semblent montrer que les constituants de l'univers, y compris les êtres vivants, ont « émergé » et « évolué » sans qu'il soit besoin de faire appel, au niveau du scientifique, à une quelconque énergie créatrice extérieure à la nature...
- La vie, une « qualité émergente » ?

L'homme prend-il le relais de l'évolution ?

- Si le monde a pu se créer par complexification croissante, mécanismes d'auto-organisation de la matière et sélection par les conditions d'existence, **la technologie humaine peut elle-même créer un nouveau monde, s'inscrivant alors dans la suite de l'évolution naturelle.**
- Biologie de synthèse notamment, avec la fabrication de vivants artificiels.

La montée de la complexité



**Le cerveau humain comme « produit
exemplaire de la complexité »**

La question de l'émergence du vivant à partir de l'inerte, l'émergence de la conscience « mind-body problem »

- Qu'est-ce qui émerge ?
- D'où cela émerge-t-il ?
- Reste aujourd'hui encore un « mystère de la vie » pour le scientifique

Les Nano-Biotechnologies et la convergence NBIC:

**la maîtrise du vivant
aujourd'hui et demain.**

Dimensions

A l'échelle du millimètre (millième de mètre)

- Fourmi : 5 mm
- Tête d'épingle : 1-2 mm

A l'échelle du micromètre (millionième de mètre)

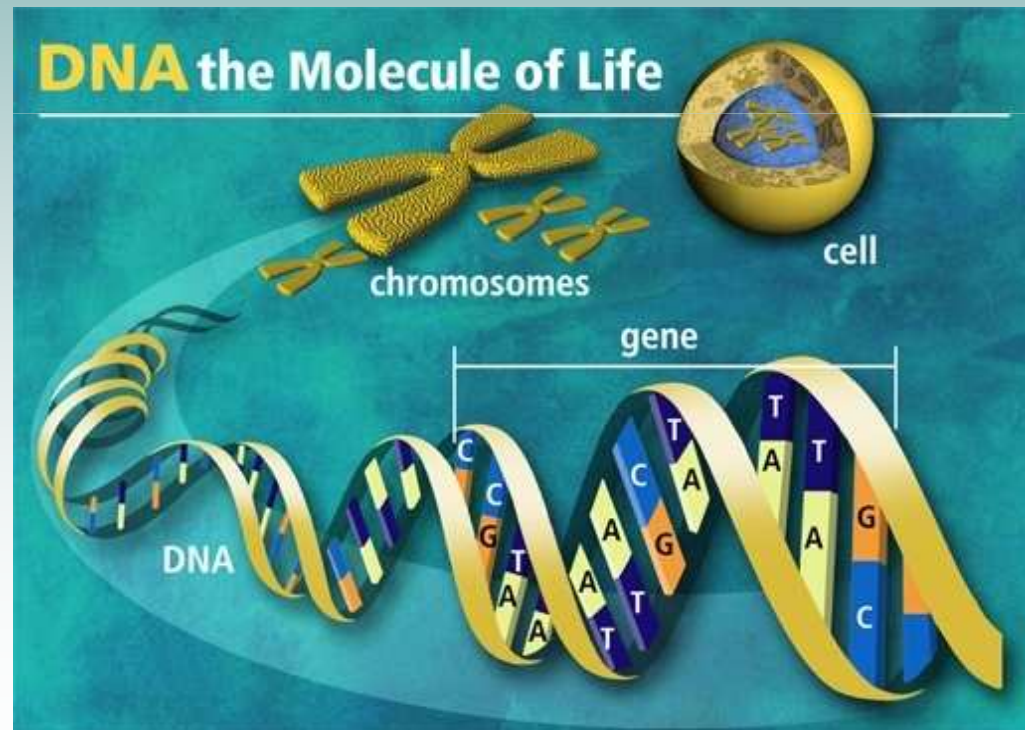
- Très grosse bactérie : 80 μm
- Cheveu humain : 10-50 μm
 - Neurone : 10-50 μm
- Globule rouge : 2-5 μm
- Liposome moyen : 0,4 μm
- Petite bactérie : 0,1-0,2 μm

A l'échelle du nanomètre (milliardième de mètre)

- Virus : 12-300 nm
- Nanoparticules : 0,01 nm - 100 nm
 - Petit liposome : 10 nm
 - ADN : 2 nm
- Nanotube de carbone : 2 nm

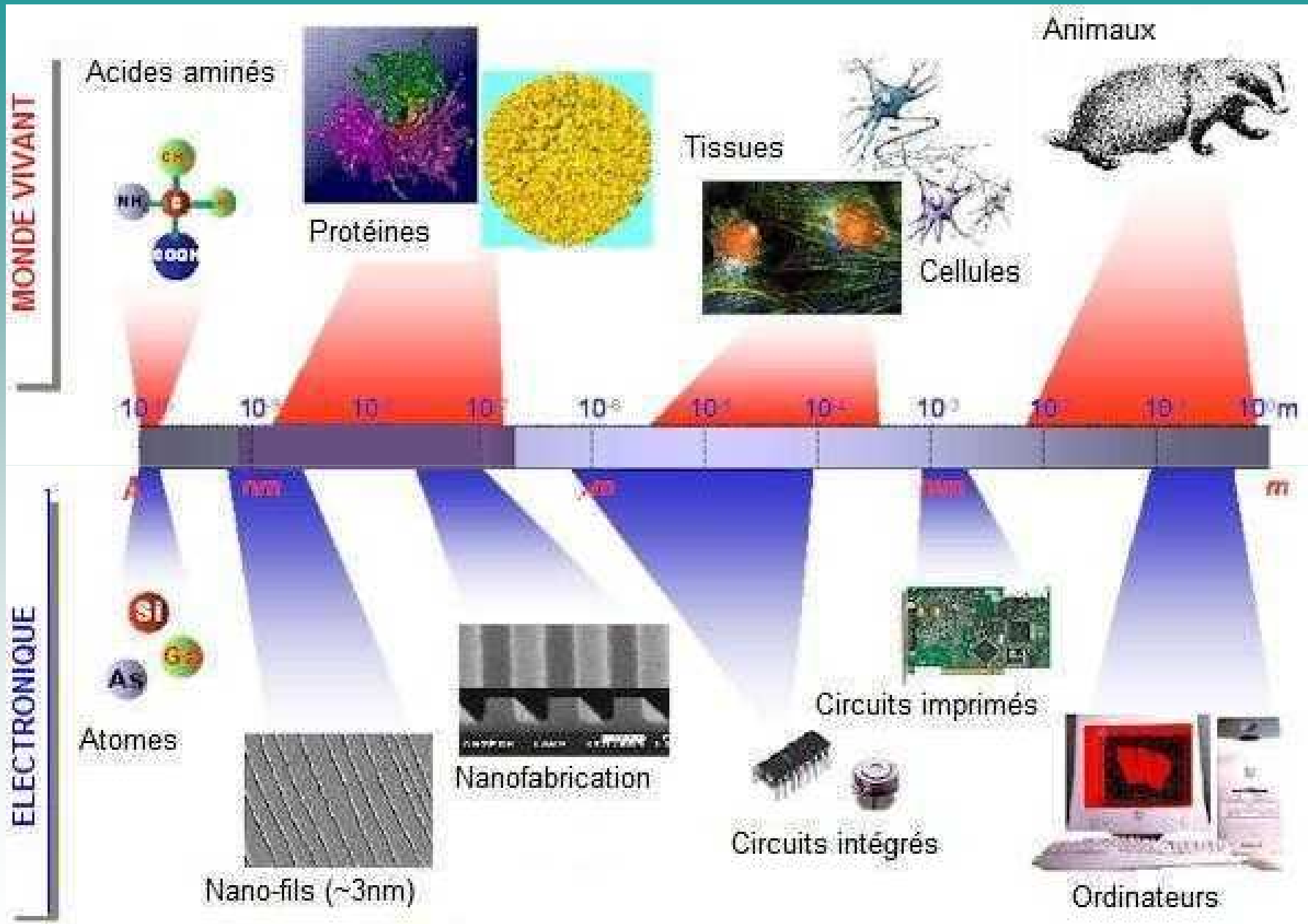
Nano-biotechnologies

En 2003 des chercheurs parviennent non seulement à séquencer le génome humain, mais aussi à orthographier, à rédiger chaque gène, avec les 4 lettres chimiques (**A**dénine, **T**ymine, **C**ytosine, **G**uanine) de l'alphabet génétique, grâce à la bio-informatique qui établit des relations entre code génétique et succession des acides aminés dans les protéines.



LA NANOBIOLOGIE SYNTHETIQUE Ingénierie du vivant

- La biologie synthétique utilise les organismes vivants comme une réserve de composants ou « biobriques » pouvant être assemblés à la manière de Legos.
- Elle offre des outils pour « fabriquer » des virus ou des bactéries artificiels, des organismes vivants inédits, des enzymes synthétiques, des biomatériaux.



Nano-biotechnologies-biologie de synthèse

**génomomes artificiels, implants,
nanopuces, nanorobots,
nanosystèmes reproductifs**

***Les gens de la cognition peuvent le
penser, les gens des nanos peuvent le
construire, les biologistes peuvent le
développer et les gens de l'information
le contrôler (rapport NSF, pIX).***

NBIC-BANG

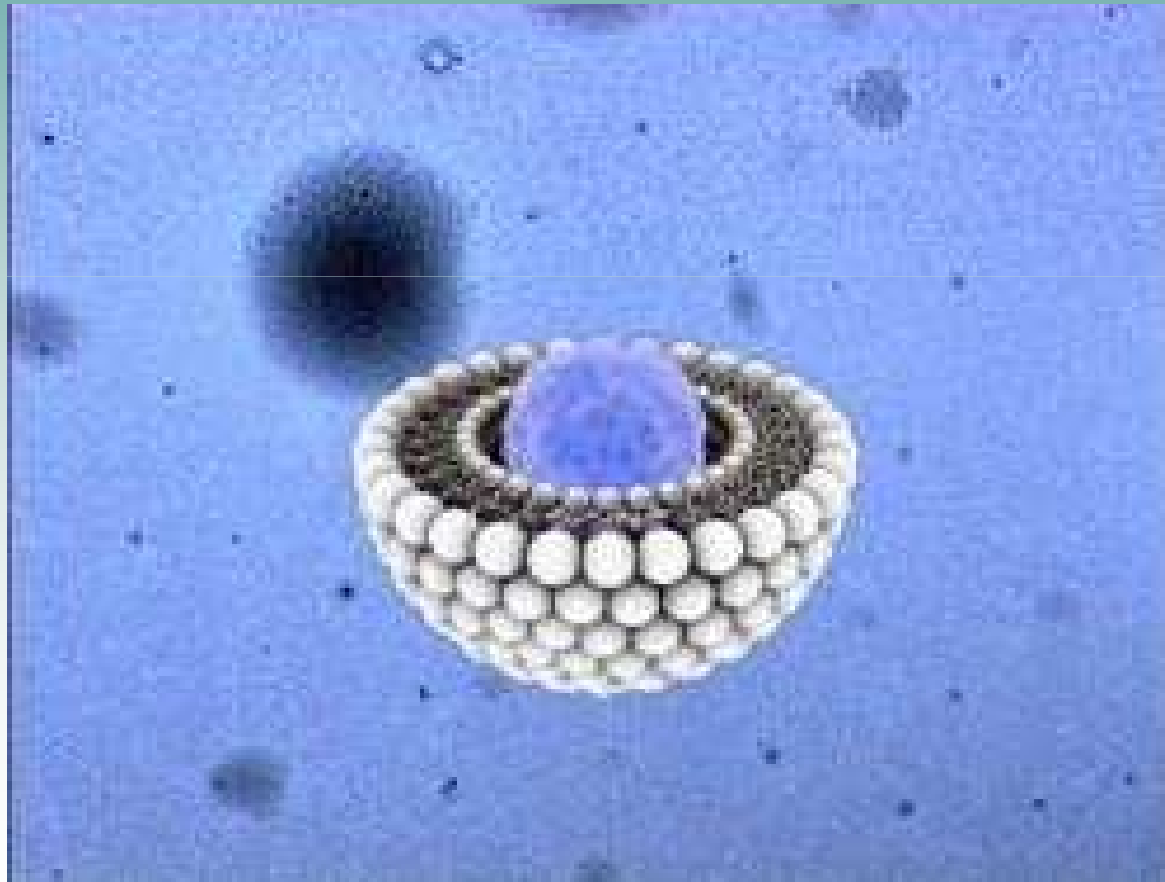
- Élément clé des réalisations techniques: maîtrise de la matière et de l'énergie en termes d'information (reprogrammation de cellules, morceaux de vivant artificiel, couplage avec une machine...).
- A l'acronyme NBIC se substitue celui de BANG : B pour bits d'information, A pour atomes, N pour Neurones, G pour gènes

Les nanotechnologies permettent d'obtenir des outils de diagnostic et de thérapeutique

- plus sensibles, plus spécifiques du tissu ou de la cellule et biologiquement plus actifs :
- Dans le diagnostic in vitro, par les puces à ADN ou à protéines, les puces à cellules, *Lab-on-chip*...
- Dans le diagnostic in vivo, avec l'imagerie par résonance magnétique (IRM), l'imagerie nucléaire, les ultrasons...

Nanomédecine

délivrance de traitements, oncologie
nanovecteurs



III. QUESTIONS D'ETHIQUE

« L'éthique...c'est le mouvement même de la liberté qui cherche une vie bonne, dans la sollicitude envers autrui et dans un juste usage des institutions sociales ».

Paul Ricoeur

Soi-même comme un autre

Seuil, Paris, 1990

Alain Grimfeld, président du CCNE

« Pour moi, l'éthique, c'est l'exercice d'une morale active, innovante, prospective, qui doit cependant maintenir un équilibre extrêmement subtil entre compassion et raison et s'ouvrir vers l'action »

- L'exigence éthique fondamentale formulée par Kant :

« Agis de telle façon que le maximum de ton action (ce qui l'inspire en profondeur) puisse devenir une loi valable pour tout homme placé dans les mêmes conditions (universalité). »

Ne traite jamais l'humanité en ta personne ou en celle d'autrui simplement comme un moyen, mais toujours comme une fin (impératif catégorique).

Le Principe de Responsabilité de Hans Jonas

« Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la Permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre »

La maîtrise de la nature par les techno-sciences a elle-même besoin d'être maîtrisée.

QUESTIONS d' ETHIQUE

La soumission de la nature destinée au bonheur humain a entraîné par la démesure de son succès, qui s'étend maintenant également à la nature de l'homme lui-même, le plus grand défi pour l'être humain que son « faire » ait jamais provoqué

Hans Jonas, *Le Principe Responsabilité*,
Une éthique pour la civilisation. technologique, 1979,
Cerf 1997, p.13.

Au temps des nano-biotechnologies

- Remise en question de nos repères entre le vivant et l'inanimé, le naturel et l'artificiel **G. Simondon: « *L'artificiel est du naturel suscité* »** « Du mode d'existence des objets techniques » (Aubin 1958 réédité 2001)
- Interrogation sur nos responsabilités dans la génération de nouveaux êtres biologiques

Différents niveaux de questionnement

- Bénéfices-risques des Biotechnologies/NBIC pour l'homme
- Buts poursuivis par l'homme?
- Rapport au vivant et à la vie, des bactéries jusqu'aux humains.
- **Quel homme fabriquent les biotechnologies NBIC?**

***Différences selon que le vivant
est humain ou pas***

1. Bénéfices - Risques

- Le risque toxicologique des particules nanométriques
- Réactions inflammatoires
- Le spectre de l'amiante ?
- *La biosafety et la biosecurity*

2. Buts poursuivis ?

- Se pose ici l'habituelle et redoutable **question éthique de la limite**, jusqu'aux visées transhumanistes.
- Le but avoué des NBIC est de repousser les limites de l'humain, ce qui n'est pas nouveau en soi dans l'histoire. Mais jusqu'où « dépasser les limites humaines » et à quel prix ? Est-ce pour une humanisation ou est-ce une fuite devant la finitude humaine, un déni de la mort et de la contingence de l'homme ?

Questions d'éthique sur les buts poursuivis

- Libérer les humains des déterminismes physiques et biologiques, repousser les limites physiques. Cela peut se comprendre.
- Mais voir **le corps uniquement comme une machine modulaire reprogrammable, n'est-ce pas une réduction deshumanisante?**

3. Le rapport au vivant et à la vie le vivant et le vécu

- Ne pas confondre les fonctionnalités du vivant et l'exercice des fonctions dans le **VÉCU** (conscientisé en partie pour l'homme)
- Les philosophes disent que **la vie du vivant est identique à son « acte de vivre »**, à son **esse**.

La vie et le vécu

François Jacob, 2000

- *On n'interroge plus la vie aujourd'hui dans les laboratoires... On s'efforce seulement d'analyser des systèmes vivants, leurs structures, leurs fonctions, leur histoire. Il ne faut donc pas demander au scientifique de définir la vie... donner la vie, ou plutôt transmettre la vie à un enfant, est l'acte le plus profond que puisse accomplir un être humain. « La vie ne vaut rien, dit Malraux, mais rien ne vaut la vie ».*

Michel Henry

- La vie (point de vue phénoménologique) : comme ce qui possède la faculté et le pouvoir de **se sentir et de s'éprouver soi-même en tout point de son être** .
- La vie est invisible, elle « s'éprouve comme passage toujours recommencé de la souffrance à la joie ».
- La vie se sent et s'éprouve elle-même dans son intériorité invisible et dans son immanence radicale.

Michel Henry

- Ce « pouvoir de sentir » correspond à l'expérience du « fait d'être soi » qui se traduit chez Michel Henry par le fait d'être un Soi.
- La vie est ainsi le mouvement invisible et incessant de « venir à soi, de s'accroître de soi »... En même temps « éprouver qu'on existe » est l'une des plus grandes joies qui soit !

La critique du philosophe Habermas

- C'est justement sur le « pouvoir d'être soi-même » que le philosophe J. Habermas va discuter et terme d'impact des biotechnologies.
- Les biotechnologies appliquées au vivant humain peuvent empiéter sur les fondements somatiques de la relation à soi: actes « chosifiant » qui affectent à la fois le pouvoir que nous avons d'être nous-mêmes et notre relation à autrui.

Respecter l'unité des dimensions de l'humain

- L'importance de la prise en compte de **l'unité et les interactions entre le corporel (avec le biologique), le psychique et le spirituel** pour le service de la vie humaine dans la société moderne.

Le scientifique découvre que le biologique est lié au psychique

- On peut dire que l'épigénétique, qui étudie l'expression des gènes et ses conditions, illustre combien le dualisme n'est pas tenable. Certains gènes sont inhibés, d'autres au contraire s'expriment fortement en fonction de l'environnement et du comportement des êtres vivants.
- Pour les humains, on montre que la nutrition, l'exercice, la gestion du stress, le plaisir et le réseau social peuvent intervenir sur les mécanismes de l'épigénèse.

Joël de Rosnay

Qui aurait pu penser, il y a à peine une dizaine d'années, que le fonctionnement du corps ne dépendait pas seulement du « programme ADN », mais de la manière dont nous conduisons quotidiennement notre vie ?

Et l'homme fabriqua la vie, LLL, 2010

Etudes actuelles sur la plasticité du cerveau

- La capacité du cerveau à remodeler les branchements entre les neurones par formation ou disparition de synapses .
- L'organisation des réseaux neuronaux se modifie en fonction des expériences vécues par l'organisme.
- Exercer ou rééduquer ses capacités cérébrales (entraînement-apprentissage) joue sur la biologie du cerveau lui-même.
Bel exemple de lien entre vécu et vivant.

IV. CONCLUSION

La vie humaine au temps des nano-biotechnologies

- *La « matière humaine » n'est pas d'abord une « matière à projets »...*
- *si ce n'est celui d'un accomplissement véritable de la personne humaine dans sa liberté et sa globalité « corps-psyché-esprit ».*

CONCLUSIONS

**les véritables innovations seront
« éthiques » !**

**L'éthique peut favoriser
l'innovation!**



CNISF
CONSEIL NATIONAL DES INGÉNIEURS
ET DES SCIENTIFIQUES DE FRANCE

Charte d'éthique de l'ingénieur (2001)

L'ingénieur dans la société

- ▲ L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- ▲ L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- ▲ L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- ▲ L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable".

L'ingénieur et ses compétences

- ▲ L'ingénieur est source d'innovation et moteur de progrès.
- ▲ L'ingénieur est objectif et méthodique dans sa démarche et dans ses jugements. Il s'attache à expliquer les fondements de ses décisions.
- ▲ L'ingénieur met régulièrement à jour ses connaissances et ses compétences en fonction de l'évolution des sciences et des techniques.
- ▲ L'ingénieur est à l'écoute de ses partenaires; il est ouvert aux autres disciplines.
- ▲ L'ingénieur sait admettre ses erreurs, en tenir compte et en tirer des leçons pour l'avenir.

L'ingénieur et son métier

- ▲ L'ingénieur utilise pleinement ses compétences, tout en ayant conscience de leurs limites.
- ▲ L'ingénieur respecte loyalement la culture et les valeurs de l'entreprise et celles de ses partenaires et de ses clients. Il ne saurait agir contrairement à sa conscience professionnelle. Le cas échéant, il tire les conséquences des incompatibilités qui pourraient apparaître.
- ▲ L'ingénieur respecte les opinions de ses partenaires professionnels. Il est ouvert et disponible dans les confrontations qui en découlent.
- ▲ L'ingénieur se comporte vis-à-vis de ses collaborateurs avec loyauté et équité sans aucune discrimination. Il les encourage à développer leurs compétences et les aide à s'épanouir dans leur métier.

L'ingénieur et ses missions

- ▲ L'ingénieur cherche à atteindre le meilleur résultat en utilisant au mieux les moyens dont il dispose et en intégrant les dimensions humaine, économique, financière, sociale et environnementale.
- ▲ L'ingénieur prend en compte toutes les contraintes que lui imposent ses missions, et respecte particulièrement celles qui relèvent de la santé, de la sécurité et de l'environnement.
- ▲ L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs.
- ▲ L'ingénieur est rigoureux dans l'analyse, la méthode de traitement, la prise de décision et le choix de la solution.
- ▲ L'ingénieur, face à une situation imprévue, prend sans attendre les initiatives permettant d'y faire face dans les meilleures conditions, et en informe à bon escient les personnes appropriées.