

Zeitschrift: Bulletin / Vereinigung Schweizerischer Hochschuldozenten =
Association Suisse des Professeurs d'Université
Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Hochschuldozenten
Band: 17 (1991)
Heft: 4

Artikel: L'ère biologique : Défis et dangers
Autor: Kellenberger, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-894172>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'ère biologique: Défis et dangers

Thèses parues dans "Les Annales du Centenaire 1989-1990", Université de Fribourg, 1991, par Eduard Kellenberger

Introduction

Notre société technologique est dominée par l'application industrielle des connaissances accumulées sur les lois de la nature en chimie et en physique. Le temps qui passe entre la découverte d'une loi fondamentale et son application industrielle varie énormément selon le domaine considéré. En électricité, par exemple, près d'un demi-siècle s'est écoulé entre les découvertes fondamentales et l'invention proprement dite, puis un demi-siècle encore avant l'industrialisation. L'éclairage électrique par filament incandescent inventé par Goebel en 1854, "réinventé" par Swan (1876) et Edison (1879), ne s'est répandu qu'au début de ce siècle. En mécanique, la machine à vapeur a été inventée et utilisée pour l'industrie minière avant la fin du 18e siècle. La locomotive à vapeur a été mise au point par Stephenson vers le milieu du 19e siècle; le réseau ferroviaire n'a connu son essor que vers la fin du même siècle. La traction électrique, quoique inventée autour de 1880 (Siemens), ne s'est développée qu'après 1920.

La physique nucléaire et atomique a tout d'abord influencé la chimie théorique et par conséquent les applications chimiques. La découverte de la réaction nucléaire en chaîne (Fermi, 1934; Hahn et Strassmann, 1938; prédition de la réaction en chaîne, réalisée par Fermi en 1942) est à la base d'un changement profond dans notre culture. A cause de la deuxième guerre mondiale, la construction d'une bombe atomique allait se réaliser en moins de trois ans. Six ans plus tard, la première cen-

trale nucléaire produisait de l'électricité.

Les lois fondamentales de la génétique ont été découvertes en 1865 par Mendel. Elles ont permis d'améliorer l'élevage d'animaux domestiques et de plantes agricoles. Cet élevage était pourtant déjà pratiqué dans les ténèbres de l'histoire de l'homme. A la suite de la découverte de la structure moléculaire du matériel génétique et du postulat d'un code génétique linéaire (Watson et Crick, 1953), un nombre jamais vu de nouvelles lois régissant le monde biologique ont été découvertes avec une rapidité vertigineuse. La vitesse avec laquelle ces nouvelles connaissances ont été appliquées a été sans pareille. Le manque de recul est probablement la raison majeure du malaise suivi de frayeur du grand public à l'égard de toutes ces nouvelles applications qu'il met dans le seul panier de la "technologie génétique". Ce terme comprend les organismes transgéniques aussi bien que la fécondation *in vitro* et les derniers résultats d'hybridation entre espèces animales.

Trop longtemps, les biologistes qui emploient des bactéries transgéniques (voir ci-dessous, section 1) pour leur recherche fondamentale, ont insisté sur des définitions sémantiques. Ils ont affirmé - avec raison - que la recombinaison *in vitro* de l'ADN, nécessaire pour produire des bactéries transgéniques, est une chose totalement différente de la fécondation *in vitro*. Les généticiens moléculaires ont oublié que le public a compris intuitivement, sans en être conscient tout à fait, que la fécondation *in vitro* est aussi la voie

que l'on suivrait si on voulait manipuler l'homme génétiquement. Ils ne se sont pas non plus intéressés à ces quelques groupes d'éleveurs d'animaux qui se sont amusés, par exemple, à mélanger les cellules de jeunes embryons de chèvre et de mouton et qui ont été fiers des hybrides chimériques obtenus après réimplantation de ces embryons chez une mère porteuse. Ces histoires qui souvent sont véridiques (Hunziker, 1990), ont été amplifiées dans des visions futuristes de monstres que l'on trouve abondamment dans la littérature alémanique. Par notre silence à ce sujet et en continuant à insister que les bactéries transgéniques n'ont rien à voir avec la fécondation *in vitro*, nous, chercheurs traitant des problèmes biologiques de base (tels que la différenciation des cellules lors du développement, la régulation du métabolisme cellulaire, le transport des substances à travers les membranes, les récepteurs de toute nature, l'évolution etc., etc.), nous sommes inconsciemment rendus coupables de connivence avec les spécialistes de la fécondation *in vitro* et avons ainsi perdu la confiance du grand public. Comme les ingénieurs-physiciens ayant oublié la possibilité d'erreurs humaines dans leurs centrales atomiques, nous autres biologistes avons oublié que parmi nous certains ingénieurs-biologistes pouvaient faire des expériences insensées et inutiles.

Après ces quelques remarques fondamentales, je me restreindrai aux organismes transgéniques et reviendrai plus tard sur la peur du public à l'égard de tout ce qui a trait à la génétique.

1. Les organismes transgéniques

Les méthodes modernes du "génie génétique" ou de la "recombinaison *in vitro* de l'ADN" permettent d'introduire un ou plusieurs gènes extraits d'un organisme dans un

microorganisme (bactérie, levure), certaines plantes ou même des animaux. En règle générale, il s'agit d'un seul gène sélectionné *ad hoc*, comme celui d'un enzyme dont on veut étudier les propriétés. Dans cet exemple, on va introduire ce gène dans une bactérie connue pour être inoffensive, non-pathogène. On appelle ce procédé "clonage d'un gène dans *E. coli*". On a appris à rajouter aussi la séquence de l'ADN qui permet d'enclencher le gène codant pour la protéine étudiée. La bactérie transgénique nous fournit alors cet enzyme à volonté. Il est beaucoup plus facile de purifier cet enzyme par la voie du clonage que directement de l'homme, de l'animal ou de la plante. Très souvent, c'est la seule voie possible. C'est grâce à elle que des progrès substantiels en biologie et en médecine ont pu être faits:

1. Dans la recherche biologique fondamentale (exploration des lois fondamentales de la nature).

- Différenciation cellulaire
 - embryologie
 - cancer
- Plantes
 - tumeurs
 - symbioses (fixation d'azote atmosphérique)
- Morphopoïèse (détermination de la forme)
 - virus
 - cytosquelette
- Transports transmembranaires

2. Applications dites "utiles pour la société"

- Production de substances biologiques avec des bactéries (chimie douce)
 - somatotropine (hormone de croissance)
 - interféron (infections virales, cancers)
 - insuline (diabète)
 - activateur du plasminogène (caillots sanguins: infarctus du cœur et du cerveau)

- hirudine (caillots sanguins: infarctus du coeur et du cerveau)
- diagnostics
- En élaboration
 - production de vaccins (par des bactéries ou éventuellement par le lait de vaches transgéniques!)

Il est évident que l'industrie s'est intéressée très vite à cette nouvelle possibilité de produire des protéines de valeur thérapeutique ou nutritive avec les méthodes biotechnologiques établies et éprouvées. C'est ainsi que l'on produit l'insuline et l'interféron humains avec des microorganismes clonés pour ces gènes. Il est évident aussi que pour produire une substance, l'industrie chimique préfère souvent la méthode biotechnologique à des méthodes de synthèse purement chimiques car dans ces synthèses, les produits secondaires et les déchets sont souvent toxiques et posent ainsi des problèmes pour s'en débarrasser. La nature a appris mieux que nous à éviter les déchets toxiques.

Au cours des dix dernières années, on a également appris à faire des plantes transgéniques. Dans les premières expériences, on a introduit dans une plante un gène bactérien lui conférant la résistance à un antibiotique. Ainsi, on pouvait facilement suivre le chemin pris par ce gène dans les différentes étapes de l'expérience. A partir de certains tissus de la plante (méristème), on isole des cellules dont on enlève la paroi cellulosique par traitement enzymatique. On obtient ainsi ce qu'on appelle un protoplaste. Ce n'est que dans ces cellules sans paroi cellulosique que l'on peut introduire, à faible rendement, de l'ADN étranger. Le grand succès des biologistes des plantes a été tout d'abord de trouver des conditions particulières permettant à ces protoplastes de pousser

en formant des "callus". Ces callus n'ont qu'un aspect difforme dont seule la couleur verdâtre rappelle la plante d'origine. Pour plusieurs classes de plantes, ils ont ensuite découvert les conditions dans lesquelles ces callus se retrouvent en plantules qui se comportent à présent comme des boutures et peuvent ainsi être cultivées et reproduites comme n'importe quelle plante. Si l'expérience a bien réussi, une faible proportion des plantes régénérées sont maintenant transgéniques pour le caractère introduit par l'ADN étranger. Quoiqu'on ait appris par ces recherches beaucoup de choses fondamentales sur les plantes, leur intérêt réside surtout dans les applications agricoles. On peut rendre les plantes résistantes à des parasites de toute nature pour éviter l'emploi de pesticides (fongicides, insecticides, etc.). Cela peut aussi s'appliquer à enlever ou inactiver les gènes qui produisent les alcaloïdes des tomates ou des pommes de terre (solanine) en espérant de les rendre plus saines à la consommation. Mais en enlevant la solanine de la tomate, on la privera peut-être de son moyen naturel de défense contre les aphis. On refait en sens inverse cette expérience d'un biocultivateur qui avait trouvé une espèce de rave produisant une récolte excellente sans emploi d'insecticides. Un chimiste y avait alors trouvé une quantité appréciable d'un insecticide également produit industriellement. Par la suite, il a été montré que cette plante produisait par elle-même déjà cet insecticide, donc de "façon naturelle", sans aucune "manipulation génétique". Par sélection, le cultivateur a trouvé une variété à production élevée de cet insecticide naturel.

Le rêve des chercheurs en agriculture serait de produire des plantes transgéniques capables de se nourrir de l'azote atmosphérique en lieu et place d'un engrais azoté apporté ré-

gulièrement et qui, à la longue, empoisonne notre eau avec ses nitrates. Certaines plantes, comme beaucoup de légumineuses, vivent en symbiose avec des microorganismes qui transforment l'azote atmosphérique en substances azotées que la plante peut assimiler. Par l'étude de telles symbioses, on apprendra mieux comment procède la nature. Actuellement, de nombreux groupes étudient le métabolisme azoté de ces bactéries et chaque semaine, ils trouvent encore un enzyme s'ajoutant à la pléthore déjà connue. L'idée initiale selon laquelle il suffirait d'introduire deux à trois gènes dans ces plantes s'avère utopique. On connaît beaucoup trop peu de ces circuits complexes de régulation interactive pour espérer introduire tout le système dans une plante et de la voir fonctionner! Cependant, avec une meilleure compréhension des symbioses naturelles, il y a des chances que nous apprenions à contribuer à l'établissement de nouvelles symbioses, avec des plantes qui n'en ont pas encore.

De façon similaire mais plus simplement, les cellules animales n'ayant pas de paroi cellulosique épaisse, on a réussi à rendre des animaux transgéniques. Pour l'homme, il y a consensus de ne pas toucher aux cellules germinales qui déterminent aussi la descendance. En revanche, on envisage d'introduire des gènes dans le soma, dans des cellules génétiquement déficientes de certains organes. Cette thérapie génique est en voie d'expérimentation pour certaines maladies héréditaires de l'hémoglobine, par exemple pour traiter la thalassémie, mortelle en bas âge. De nombreuses autres maladies héréditaires bien définies ont toutes les chances de bientôt pouvoir se guérir de la même manière.

2. Les risques associés à des organismes transgéniques

Des règles strictes ont été établies pour l'emploi de microorganismes transgéniques dans la recherche et dans l'application industrielle. Elles tiennent compte de différents degrés de dangers selon lesquels sont échelonnées les précautions exigées. Ces règles ont été établies en premier aux Etats Unis, par les "National Institutes of Health" (NIH). Tous les pays développés ont adopté ces règles, soit telles quelles, soit en les modifiant légèrement. En tant que règles, celles-ci n'ont donc pas force de loi, mais sont suivies sans exception connue, car l'obtention de fonds de recherche en dépend. Tous ces pays sont en train d'élaborer des lois ou ordonnances qui couvrirraient non seulement les bactéries mais aussi les plantes et les animaux transgéniques; elles s'occuperaient également des procédés variés de la fécondation *in vitro*. L'Allemagne est le premier pays européen où une nouvelle loi a été récemment mise en vigueur. En Suisse, le Parlement est en train de discuter un ou plusieurs articles constitutionnels qui permettraient ensuite de légiférer.

Dès lors qu'un seul gène étranger est introduit dans un microorganisme non-pathogène, il ne s'agit pas de la création de nouvelles espèces comme certains veulent le faire croire: deux espèces sont différentes pour des centaines voire des milliers de gènes! Même si cela est accepté, on avance l'argument qu'un seul gène humain dans une bactérie pourrait éventuellement changer tous les mécanismes d'interaction et de régulation et en faire soudainement un monstre contre lequel nous serions impuissants. Théoriquement, il n'est pas possible d'exclure un tel événement sauf qu'il est très rare, aussi rare qu'une tuile sur le trottoir remontant sur le toit (selon les lois physiques, ceci est parfaitement

possible théoriquement, mais extrêmement rare ...!). On rétorquera qu'une tuile est matière morte et sa remontée sur le toit n'a pas de conséquence perpétuelle, telle que l'aurait un organisme vivant qui se reproduit...

La crainte que l'introduction d'un ADN étranger dans une cellule bactérienne ne produise éventuellement autre chose que simplement l'expression de ce nouveau gène n'est pas totalement infondée. On sait que l'ADN, porteur de ce gène, peut être fragmenté dans la cellule et les fragments pourraient être introduits dans le génome de la cellule à des endroits imprévisibles. Là, ils pourraient modifier le fonctionnement d'un ou plusieurs gènes bactériens pouvant affecter le système de régulation. Dans la grande majorité des cas, on peut prédire avec certitude que seuls des effets délétères à la vie cellulaire seront observés. Théoriquement, on ne peut exclure que dans de rares cas, une telle cellule ne risque d'acquérir des propriétés fondamentalement changées, éventuellement nocives pour l'homme et l'environnement. Pour les microorganismes transgéniques utilisés en laboratoire ou dans des procédés biotechnologiques, on choisit des mutants dits "suicidaires" qui ont des propriétés telles qu'ils ne pourraient pas survivre "en liberté", c'est-à-dire en dehors des conditions du laboratoire ou du fermenteur. Des libérations accidentnelles n'auraient donc aucune portée.

Pour les microorganismes libérés intentionnellement comme ceux contre le gel nocturne ou les plantes transgéniques utilitaires, on ne peut évidemment introduire de système suicidaire; il est dès lors évident que des précautions accrues s'imposent. A cet effet, seule une expérimentation rigoureuse, réalisée avec soin et précédant ces tentatives de relâche-

ment pourra produire les garanties nécessaires.

Nous avons déjà dit que l'erreur très répandue dans le public est l'idée qu'un seul gène transféré dans une plante ou un microorganisme peut en faire une nouvelle espèce à propriétés imprévisibles. Cette idée semble un peu saugrenue à ceux qui ont travaillé avec des bactéries transgéniques. Elle dérive certainement d'une confusion avec des expériences rapportées sur les hybrides et surtout sur les chimères embryonnaires entre deux espèces, où il est effectivement impossible de prévoir le résultat, la répartition des deux jeux d'information génétique étant laissée tout à fait au hasard. L'hybridation chez les animaux est grandement facilitée par la technologie de la fécondation *in vitro*. Mais il ne faut pas oublier qu'avec les plantes, ces techniques sont appliquées depuis très longtemps. Rappelons simplement les nouvelles espèces d'agrumes qui arrivent sur le marché annuellement, produites selon des techniques centenaires établies bien avant la technique du transfert d'un gène! Et toutes les nouvelles variétés florales! Pensons aussi à la mule et au mullet, issus de l'accouplement entre le cheval et l'âne! Personne ne s'est jamais soucié d'une influence éventuelle de ces hybrides sur l'environnement.

La réplique à ce que nous venons de dire est déjà prête: chez les hybrides, nous avons mélangé des espèces très voisines, tandis qu'avec les organismes transgéniques, nous mettons par exemple un gène humain - de l'"Espèce Suprême" - dans un organisme des plus primitifs, tel une bactéries. Quelle affaire diabolique! Dans notre vanité d'être le "summum de la création", nous oublions que non seulement le code génétique est universel, mais aussi que de nombreux gènes se ressemblent au point d'être presque identiques à travers

que l'on suivrait si on voulait manipuler l'homme génétiquement. Ils ne se sont pas non plus intéressés à ces quelques groupes d'éleveurs d'animaux qui se sont amusés, par exemple, à mélanger les cellules de jeunes embryons de chèvre et de mouton et qui ont été fiers des hybrides chimériques obtenus après réimplantation de ces embryons chez une mère porteuse. Ces histoires qui souvent sont véridiques (Hunziker, 1990), ont été amplifiées dans des visions futuristes de monstres que l'on trouve abondamment dans la littérature alémanique. Par notre silence à ce sujet et en continuant à insister que les bactéries transgéniques n'ont rien à voir avec la fécondation *in vitro*, nous, chercheurs traitant des problèmes biologiques de base (tels que la différenciation des cellules lors du développement, la régulation du métabolisme cellulaire, le transport des substances à travers les membranes, les récepteurs de toute nature, l'évolution etc., etc.), nous sommes inconsciemment rendus coupables de connivence avec les spécialistes de la fécondation *in vitro* et avons ainsi perdu la confiance du grand public. Comme les ingénieurs-physiciens ayant oublié la possibilité d'erreurs humaines dans leurs centrales atomiques, nous autres biologistes avons oublié que parmi nous certains ingénieurs-biologistes pouvaient faire des expériences insensées et inutiles.

Après ces quelques remarques fondamentales, je me restreindrai aux organismes transgéniques et reviendrai plus tard sur la peur du public à l'égard de tout ce qui a trait à la génétique.

1. Les organismes transgéniques

Les méthodes modernes du "génie génétique" ou de la "recombinaison *in vitro* de l'ADN" permettent d'introduire un ou plusieurs gènes extraits d'un organisme dans un

microorganisme (bactérie, levure), certaines plantes ou même des animaux. En règle générale, il s'agit d'un seul gène sélectionné *ad hoc*, comme celui d'un enzyme dont on veut étudier les propriétés. Dans cet exemple, on va introduire ce gène dans une bactérie connue pour être inoffensive, non-pathogène. On appelle ce procédé "clonage d'un gène dans *E. coli*". On a appris à rajouter aussi la séquence de l'ADN qui permet d'enclencher le gène codant pour la protéine étudiée. La bactérie transgénique nous fournit alors cet enzyme à volonté. Il est beaucoup plus facile de purifier cet enzyme par la voie du clonage que directement de l'homme, de l'animal ou de la plante. Très souvent, c'est la seule voie possible. C'est grâce à elle que des progrès substantiels en biologie et en médecine ont pu être faits:

1. Dans la recherche biologique fondamentale (exploration des lois fondamentales de la nature).
 - Différenciation cellulaire
 - embryologie
 - cancer
 - Plantes
 - tumeurs
 - symbioses (fixation d'azote atmosphérique)
 - Morphopoïèse (détermination de la forme)
 - virus
 - cytosquelette
 - Transports transmembranaires
2. Applications dites "utiles pour la société"
 - Production de substances biologiques avec des bactéries (chimie douce)
 - somatotropine (hormone de croissance)
 - interféron (infections virales, cancers)
 - insuline (diabète)
 - activateur du plasminogène (caillots sanguins: infarctus du coeur et du cerveau)

- hirudine (caillots sanguins: infarctus du cœur et du cerveau)
- diagnostics
- En élaboration
 - production de vaccins (par des bactéries ou éventuellement par le lait de vaches transgéniques!)

Il est évident que l'industrie s'est intéressée très vite à cette nouvelle possibilité de produire des protéines de valeur thérapeutique ou nutritive avec les méthodes biotechnologiques établies et éprouvées. C'est ainsi que l'on produit l'insuline et l'interféron humains avec des microorganismes clonés pour ces gènes. Il est évident aussi que pour produire une substance, l'industrie chimique préfère souvent la méthode biotechnologique à des méthodes de synthèse purement chimiques car dans ces synthèses, les produits secondaires et les déchets sont souvent toxiques et posent ainsi des problèmes pour s'en débarrasser. La nature a appris mieux que nous à éviter les déchets toxiques.

Au cours des dix dernières années, on a également appris à faire des plantes transgéniques. Dans les premières expériences, on a introduit dans une plante un gène bactérien lui conférant la résistance à un antibiotique. Ainsi, on pouvait facilement suivre le chemin pris par ce gène dans les différentes étapes de l'expérience. A partir de certains tissus de la plante (méristème), on isole des cellules dont on enlève la paroi cellulosique par traitement enzymatique. On obtient ainsi ce qu'on appelle un protoplaste. Ce n'est que dans ces cellules sans paroi cellulosique que l'on peut introduire, à faible rendement, de l'ADN étranger. Le grand succès des biologistes des plantes a été tout d'abord de trouver des conditions particulières permettant à ces protoplastes de pousser

en formant des "callus". Ces callus n'ont qu'un aspect difforme dont seule la couleur verdâtre rappelle la plante d'origine. Pour plusieurs classes de plantes, ils ont ensuite découvert les conditions dans lesquelles ces callus se retrouvent en plantules qui se comportent à présent comme des boutures et peuvent ainsi être cultivées et reproduites comme n'importe quelle plante. Si l'expérience a bien réussi, une faible proportion des plantes régénérées sont maintenant transgéniques pour le caractère introduit par l'ADN étranger. Quoiqu'on ait appris par ces recherches beaucoup de choses fondamentales sur les plantes, leur intérêt réside surtout dans les applications agricoles. On peut rendre les plantes résistantes à des parasites de toute nature pour éviter l'emploi de pesticides (fongicides, insecticides, etc.). Cela peut aussi s'appliquer à enlever ou inactiver les gènes qui produisent les alcaloïdes des tomates ou des pommes de terre (solanine) en espérant de les rendre plus saines à la consommation. Mais en enlevant la solanine de la tomate, on la privera peut-être de son moyen naturel de défense contre les aphis. On refait en sens inverse cette expérience d'un biocultivateur qui avait trouvé une espèce de rave produisant une récolte excellente sans emploi d'insecticides. Un chimiste y avait alors trouvé une quantité appréciable d'un insecticide également produit industriellement. Par la suite, il a été montré que cette plante produisait par elle-même déjà cet insecticide, donc de "façon naturelle", sans aucune "manipulation génétique". Par sélection, le cultivateur a trouvé une variété à production élevée de cet insecticide naturel.

Le rêve des chercheurs en agriculture serait de produire des plantes transgéniques capables de se nourrir de l'azote atmosphérique en lieu et place d'un engrais azoté apporté ré-

milliards d'habitants qui tous doivent vivre sans famine ni épidémie!

Le reproche des antagonistes concernant l'attitude fausse des biologistes envers la nature est de poids. On peut cependant se poser la question si la botanique et la zoologie classiques avec leurs jardins du même nom seraient capables à eux seuls de résoudre les problèmes écologiques qui nous affligent maintenant déjà et augmenteront encore à l'avenir, sans posséder les connaissances et les méthodes de la biologie expérimentale moderne. Je pense à toutes les interactions complexes de la vie communautaire et des symbioses avec leurs signaux mutuels permettant leur régulation. Il nous faut mieux connaître les lois qui gouvernent la nature dont nous dépendons entièrement, ne fût-ce que pour nous nourrir. Cette façon seule nous évitera de nouvelles erreurs comme par le passé. Prévenir vaut mieux que guérir! Mais pour prévenir, il faut comprendre davantage que pour guérir temporairement en agissant sur les symptômes seulement.

Dans la langue allemande, les sentiments antigénétiques profonds se manifestent par l'association de tous ces domaines modernes avec le terme technologie: "Bio-, Gen-, Fertilisations-Technologie". Par là, on veut symboliser que tout cela n'est qu'une extension de la technologie actuelle sur le domaine biologique, donc une profanation des mystères de la nature vivante par le matérialisme et le point de vue mécanistique du siècle passé qui peuvent se résumer par le Cartésianisme: une soumission de la biologie aux exigences de la technologie et non le contraire. Dans l'ère biologique telle que nous la comprenons, la biologie primera sur nos actions et soumettrait la technologie classique (voir l'ouvrage remarquable de von Weizsäcker, 1990).

Il n'y a pas de doute: notre avance dans la connaissance de la nature a été trop rapide pour être "digérée" par tout le monde. L'enseignement dans les écoles n'a pas pu suivre et "l'éducation continue" ne commence à être acceptée comme idée raisonnable que depuis peu. Mais l'éducation ne peut pas être réduite à un simple transfert d'informations tel qu'il est pratiqué en surabondance par les "médias". Pour comprendre quelque chose, le tableau noir ne suffit pas; il faut avoir vécu le phénomène par l'expérience directe, avec nos sens.

La compétition dans notre société de marché libre pousse sans trêve aux innovations. Pas étonnant alors que l'industrie se jette sur toute découverte prometteuse des sciences fondamentales pour l'appliquer au plus vite. Quant à l'évaluation expérimentale des risques, l'on n'y investit que très peu de temps et d'argent. On se contente largement d'arguments théoriques. Mais de nombreuses expériences seraient à faire. Il a été proposé de créer un institut suisse pour l'évaluation expérimentale des risques encourus avec des produits ou procédés biologiques nouveaux. Dans un tel institut, généticiens, écologistes et autres spécialistes travailleront la main dans la main pour se convaincre mutuellement et pour trouver une entente entre protagonistes et antagonistes du génie génétique. Il y a des chances qu'il se réalise dans le cadre des nouveaux projets de recherche soumis aux chambres fédérales.

Je remercie Marlies Maeder, dipl. biol., pour l'aide très efficace à la rédaction de cet article, ainsi que Michel Wurtz, Dr ès sciences, pour la correction du texte.

Literatur - Pour en savoir plus:

- ARBER W.: Nicht alle Risiken des medizinischen Fortschrittes und der biologischen Grundlagenforschung sind abschätzbar, Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss. 36 (1980), 389-393.
- CHAUSSON L.: Somatotropine bovine: mode d'emploi, Biofutur 98 (1991), 38-41.
- FEY H.: Zur Entwicklung der Molekularbiologie. Ein Überblick aus veterinärmedizinischer Sicht, Swiss Biotech. 7 (1989), 7-10.
- FISCHER, P.: Licht und Leben. Ein Bericht über Max Delbrück, den Wegbereiter der Molekularbiologie, Konstanz 1985
- GROS F., JACOB F., ROYER P.: Sciences de la vie et société. Rapport présenté à M. le Président de la République, Paris 1979.
- GURDON, J.B.: Transplanted nuclei and cell differentiation, Sci. Am. 219 (6) (1968), 24-35.
- HUNZIKER E.: Der Wahn des Machbaren, Fulda 1990.
- KELLENBERGER E.: Moderne Erkenntnisse der Biologie und ihre Wechselwirkung mit der Gesellschaft, In: Die menschlichen Beziehungen in der Schule, Aarau 1972, 1-24.
- KELLENBERGER E.: Verantwortung für ein kommendes Zeitalter der Biologie, Universi- tas 38 (1983), 1273-1282.
- KING, T.J., BRIGGS, R.: Serial transplantation of embryonic nuclei, Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 21 (1956), 271-290.
- LE GÉNIE GÉNÉTIQUE, Numéro hors-série de "Science et Vie" (1980), 133.
- LÉVEQUE F.: Les produits biotechnologiques à l'épreuve du marché, La Recherche 21 (1990), 118-127.
- MASSON J.-M.: L'explosion du génie génétique, Biofutur 90 (1990), 8-9.
- OBRIST W.: Archetypen, Olten 1990.
- SCHLESINGER, N.: Über die Bindung der Bakteriophagen an homologe Bakterien, Zs. f. Hyg. 114 (1932), 136-148.
- SHEA W.R., SITTER B.: Scientists and their Responsibility, Watson Publishing International 1989.
- TWORT, F.W.: The Twort-d'Hérelle phenomenon, Lancet 210, 114 (1926).
- WATSON, J.D., CRICK F.H.C.: Molecular structure of nucleic acids, Nature 171 (1953), 737-738.
- VON WEIZSÄCKER E.U.: Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, Darmstadt 1990.