sciences de la vie et société

Au mois de novembre un rapport était remis, sur sa demande, au Président de la République par trois scientifiques : F. Jacob (prix Nobel), F. Gros et P. Royer. Intitulé « Sciences de la vie et société » il vise à examiner « les conséquences que les découvertes de la biologie moderne sont susceptibles d'entraîner sur l'organisation et le fonctionnement de la société », à « recenser les applications de la biotechnologie les plus utiles » et à « proposer les moyens propres à la mise en œuvre de ces applications ».

Nous ne saurions ici résumer l'ensemble du rapport, aussi nous contenterons-nous d'examiner les nouveautés en matière de bio-technologie, les applications possibles dans un certain nombre de domaines, pour finir par quelques réflexions que nous inspire ce rapport.

GENIE BIOLOGIQUE APPLIQUE

A partir des découvertes récentes s'est peu à peu forgée une véritable « ingénierie biologique », ensemble de techniques susceptibles de déboucher sur des applications industrielles que nous allons examiner maintenant.

Microbiologie appliquée

Elle est née en France avec Pasteur, mais c'est ensuite aux U.S.A. et au Japon qu'elle a connu ses développements les plus importants. Le relatif déclin de la microbiologie en France s'explique à la fois par le manque d'intérêt des industriels français, la dispersion des efforts au plan universitaire, l'orientation des chercheurs français vers la biologie des organismes supérieurs plutôt que vers celle des microorganismes. Pourtant, la microbiologie est riche d'une série d'applications.

• Souches productrices de substances alimentaires ou pharmaceutiques

Il s'agit aujourd'hui de « domestiquer les bactéries », c'est-à-dire de sélectionner et d'isoler les souches bactériennes les plus aptes à accomplir des opérations utiles.

Les Japonais maîtres dans l'art des fermentations, utilisent justement ces microorganismes, ont 12 000 chercheurs centrés sur ces problèmes, et l'industrie des fermentations leur rapporte l'équivalent de 3 % de leur P.N.B.

Parmi les produits les plus importants au plan alimentaire que peuvent fabriquer les bactéries, il faut citer **l'acide glutamique** (aromatisant et aliment pour une grande partie de l'Asie) dont le Japon assure 70 % de la production ; la **lysine** qui est un des vingt acides aminés entrant dans la composition des protéines et qui permet notamment d'équilibrer la ration des animaux d'élevage (25 000 tonnes par an au Japon).

C'est aussi à partir de souches bactériennes que sont fabriqués **vaccins,** ou produits similaires renforçant les défenses de l'organisme et antibiotiques.

• Dépollution

Des microorganismes peuvent être utilisés comme agents de dépollution ; ils sont capables de convertir des déchets cellulosiques, par exemple des vieux papiers en mélasses, susceptibles à leur tour d'être transformées en d'autres produits.

A propos des possibilités de **transformation de la cellulose et de la lignine** (bois), il faut remarquer que les produits obtenus sont à même de remplacer certains de ceux qui émanent aujourd'hui de la pétrochimie. Selon des experts 30 % des produits qu'on demande aujourd'hui au pétrole pourraient dans un avenir plus ou moins proche être issus des celluloses et des bois.

• Lutte biologique intégrée

Pour lutter contre les parasites ou les insectes nuisibles aux plantes, à l'homme ou aux animaux, les pesticides chimiques ont révélé leurs limites : nécessité de renforcer les doses pour pallier les phénomènes d'acquisition de résistance transmise à la descendance ; obligation, pour la même raison, de trouver sans cesse de nouveaux produits ; accumulation des résidus dans les plantes traitées ou dans les eaux et sols avec les risques de toxicité qui en découlent.

La lutte biologique intégrée consiste à rechercher les bactéries ou champignons **parasites de ces parasites** ou produisent des substances capables de les détruire. Ainsi les spores d'un petit champignon germant à l'intérieur des jeunes pucerons provoquent leur mort, des souches bactériennes peuvent détruire les larves du moustique vecteur de la fièvre jaune, certains bacilles produisent en abondance des cristaux vis-à-vis de chenilles de papillons...

• Fixation de l'azote de l'air

Outre les inconvénients pour le sol, le recours généralisé aux engrais azotés chimiques entraîne une dépense énergétique considérable pour leur fabrication. On connaît depuis longtemps des plantes qui enrichissent le sol en azote : au sein de ces plantes (trèfle, soja, luzerne, haricot, arachide, pois...) des bactéries qui vivent avec la plante dans une association à bénéfices réciproques (symbiose) ont la capacité d'utiliser pour leurs synthèses l'azote de l'air. Mais ces bactéries sont inopérantes avec le blé, le maïs, la canne à sucre...

Le problème posé à ce niveau, c'est d'une part de rechercher les souches de bactéries ou champignons inférieurs les plus efficaces dans cet enrichissement du sol en azote et d'autre part de permettre à ces microorganismes d'infester des plantes jusque là réfractaires (tel le blé) afin de constituer de nouvelles symbioses permettant à la plante l'utilisation de l'azote de l'air et évitant le recours à l'engrais.

Recours aux enzymes

Les enzymes, qui ont fait leur entrée dans le grand public avec les lessives et la « digestion de la saleté », jouent en biologie un rôle essentiel. Aucune réaction chimique à l'intérieur de la cellule n'a lieu sans qu'intervienne un ou plusieurs enzymes ; ce sont des catalyseurs organiques, c'est-à-dire des substances permettant la réalisation d'une transformation chimique dans des conditions de température et de pression qui sont celles de l'organisme.

Lorsqu'on les emploie hors de l'organisme on peut donc réaliser des transformations chimiques sans avoir recours ni à de hautes températures, ni à de hautes pressions, c'est-à-dire en économisant de l'énergie. Le problème posé c'est de les récupérer pour les faire resservir car elles ne s'épuisent pas dans les réactions qu'elles provoquent.

- **Des enzymes immobilisées**

Les Japonais sont passés maîtres dans l'art d'immobiliser des enzymes sur un support afin de les faire travailler en continu dans un processus industriel. Ces enzymes immobilisées sont employées ainsi dans l'industrie des sucres, des acides aminés (éléments de base des protéines), des antibiotiques. Depuis quelques années les Américains s'efforcent de rattraper leur retard ; c'est ainsi qu'avec de tels systèmes, ils transforment la pénicilline en un produit plus actif et de plus longue durée.

- **Systèmes multienzymes**

Au lieu d'utiliser une seule enzyme l'idée est, comme cela se passe dans la cellule, de mettre au point des systèmes comportant des enzymes diverses capables de réaliser un processus complexe.

Pour ce faire, des études sont en cours afin d'employer comme systèmes multienzymes soit des bactéries ou des champignons microscopiques immobilisés, soit des constituants cellulaires isolés. On pense ainsi pouvoir réaliser divers processus : synthèses de vitamines, d'antibiotiques ; élimination de pesticides de l'alimentation ou des eaux usées ; fixation de l'azote de l'air par des cellules bactériennes immobilisées sur un support...

En France, d'une manière générale l'industrie recourt peu aux enzymes immobilisées, seul Rhône-Poulenc y fait appel de façon assez large.

De nouvelles sources d'énergie

Une des applications possibles des multi-enzymes c'est la **production d'hydrogène.** A l'intérieur de la cellule végétale, les chloroplastes, éléments verts qui contiennent la chlorophylle, sont capables, en utilisant l'énergie solaire, de décomposer l'eau en ses constituants : l'hydrogène et l'oxygène. Aujourd'hui, il n'est pas irréaliste de penser qu'on puisse avec des membranes de chloroplastes immobilisées et fonctionnant en continu produire de l'hydrogène par captation d'énergie solaire et avoir ainsi une nouvelle source d'énergie. Ceci n'est toutefois envisageable que pour le XXIe siècle.

Mais, d'une façon générale, on peut escompter l'utilisation renforcée de la biomasse en vue de la fourniture d'énergie. Par biomasse, il faut entendre toute production végétale récoltable et transformable, cultivée ou sauvage. C'est une masse renouvelable dont la production résulte de la captation de l'énergie solaire, les plantes vertes étant les seuls êtres capables d'effectuer leurs synthèses par utilisation de l'énergie lumineuse (photosynthèse).

Divers pays s'orientent vers la production d'énergie à partir de la biomasse. En dehors du bois, les principaux biocombustibles visés sont :

- **L'alcool**

Brésil, Inde et Chine s'engagent dans la production d'alcool à très grande échelle en tirant parti de la fermentation des sucres par les microbes. Aux U.S.A., certains experts estiment qu'avec 40 % de la récolte de maïs, on produirait suffisamment d'alcool pour remplacer 10 % de l'essence de voiture consommée.

On peut envisager d'autres sources d'alcool, notamment en dégradant la cellulose de la paille par les enzymes (la France produit chaque année 30 millions de tonnes de paille), en utilisant les déchets de betteraves ou une réserve contenue dans le topinambour (plante cultivable en terrain pauvre).

- **Méthane**

Aux U.S.A., dans des bassins expérimentaux, on cultive des algues microscopiques sur des eaux usées provenant de déchets urbains. On obtient des rendements de 50 tonnes par hectare et par an, et cette biomasse est ensuite convertie en méthane par fermentation. D'autres projets visent la production de méthane à partir d'algues marines.

Micro-organismes fournisseurs de protéines

Au début des années 1970, la mode était aux « beefsteacks de pétrole ». On envisageait le moment où les protéines obtenues par culture de levures sur des hydrocarbures remplaceraient les protéines fournies par la viande. En effet de nombreux micro-organismes (bactéries, levures et autres champignons) peuvent se développer avec un très bon rendement à partir de paraffines du pétrole, de méthane ou de méthanol. Ainsi une tonne d'hydrocarbures permet d'obtenir 1,2 tonne de levures sèches, soit 0,75 tonne de protéines brutes équivalent à 1,7 tonne de tourteaux de soja.

En France dès 1957 des applications sont étudiées conjointement par le C.N.R.S. et la firme pétrolière B.P. Une usine est construite à Lavera près de Marseille, d'autres en Sardaigne et en Calabre avec des capacités de 2 000 à 100 000 tonnes/an. Divers pays s'engagent dans cette filière. Mais trois événements vont stopper le processus : renchérissement du prix du pétrole ; abaissement du prix des tourteaux de soja que les protéines de pétrole visent à concurrencer ; décision de la commission de Bruxelles d'incorporer obligatoirement de la poudre de lait dans l'alimentation animale pour résorber les stocks. A Lavera le programme a été stoppé en septembre 1976. La situation est actuellement au point mort.

Mais d'autres matières premières sont potentiellement utilisables comme substrat pour la culture des levures : paille, rafles de maïs, déchets de canne à sucre... On espère aussi tirer parti de la jacinthe d'eau qui envahit rivières et canaux d'Afrique et d'Amérique du Sud et prolifère dans les eaux usées. Il s'agit aujourd'hui de s'orienter vers une culture utilisant des substrats à très bas prix de revient. Au lieu d'ailleurs d'envisager d'immenses usines comme pour les « protéines du pétrole » on s'oriente vers des réalisations de plus faible envergure avec des procédés différents.

Génie génétique (manipulations génétiques)

Le patrimoine héréditaire de toute cellule est construit à partir des mêmes éléments : six substances simples dont quatre assemblées selon des schémas différents, pour constituer les molécules d'un acide nucléique (l'A.D.N.) présent dans le noyau des cellules au sein des chromosomes. Des segments de l'A.D.N. constituent les gènes responsables de la manifestation des caractères héréditaires. Les études récentes ont mis en évidence le fait que tel ou tel gène engendre la formation dans la cellule de telle protéine spécifique.

Ce que l'on appelle « génie génétique » ou « manipulation génétique » consiste à reconstituer la structure d'un gène déterminant la fabrication d'une substance déterminée, à l'insérer sur un vecteur, sorte de micro-chromosome, puis à l'injecter dans une bactérie. En se reproduisant très rapidement, **la bactérie produit une colonie de bactéries possédant chacune une copie du fragment d'A.D.N.** reconstitué et est donc à même de produire la protéine correspondante. Par ce système, on a modifié l'hérédité de la bactérie ; elle fabrique maintenant une substance qu'elle était incapable de produire. Ainsi des bactéries sont à même de fabriquer aujourd'hui une hormone humaine : **l'insuline** utilisée dans la lutte contre certains diabètes.

La technique peut être employée aussi chez les végétaux. On envisage notamment de modifier les propriétés de bactéries fixatrices d'azote pour leur permettre d'infecter des plantes qui leur sont jusqu'à présent réfractaires (blé, maïs) et de permettre ainsi à ces plantes d'**utiliser directement l'azote de l'air.**

Une autre possibilité envisageable à échéance plus lointaine c'est de conférer par manipulation génétique à des plantes la possibilité de fixer directement l'azote de l'air sans avoir recours aux bactéries. Il s'agirait dans ce cas d'injecter dans ces plantes les gènes présents dans les bactéries et responsables de la fixation de l'azote de l'air.

Il faut citer aussi d'autres techniques aboutissant à ce que l'on appelle la **formation d'hybridomes.** Ceux-ci sont connus depuis 1960, il s'agissait alors de faire fusionner deux lignées de cellules cancéreuses différentes. Aujourd'hui l'intérêt pour ces techniques est renouvelé à cause des applications qui en découlent. Des chercheurs américains ont en effet réussi la fusion de lymphocytes (cellules du sang spécialisées dans la fabrication des anticorps permettant de lutter contre les éléments étrangers à l'organisme) et de cellules cancéreuses. De la cellule normale, l'hybride a hérité le programme de fabrication d'un anticorps choisi, de la cellule cancéreuse il a hérité la possibilité de se multiplier indéfiniment, l'éternelle jeunesse, donc **l'éternité de fabrication de l'anticorps.**

Dans les années 1960, on met aussi au point la culture de cellules végétales sans paroi, d'où la possibilité de faire fusionner des cellules d'origines différentes et d'obtenir ainsi des hybrides. A partir de ces **cellules fusionnées** on est capable aujourd'hui de régénérer une plante entière. C'est ainsi qu'en France, grâce aux travaux de l'I.N.R.A. (Institut national de la recherche agronomique), on obtient de nouvelles variétés de fraisiers, de pommes de terre, d'arbres fruitiers.

APPLICATIONS

Elles peuvent concerner divers domaines : agronomie et bio-océanologie, alimentation, médecine, etc...

Agronomie et bio-océanologie

La recherche doit s'orienter d'abord vers la connaissance et la **maîtrise des milieux physiques :** gérer le « capital sol », améliorer la fixation de l'azote de l'air pour éviter le recours aux engrais chimiques, élaborer des modèles de fonctionnement des systèmes écologiques marins et de prédiction de leur évolution en fonction des perturbations éventuelles.

Dans un autre domaine, celui de l'**amélioration des animaux et des plantes,** la France est relativement bien placée pour tout ce qui touche à l'agriculture. Mais les trois biologistes attirent l'attention sur **deux dangers.**

— La sélection animale et végétale représente un secteur stratégique qui fait actuellement l'objet d'une lutte acharnée sur le plan mondial. D'ici l'an 2000, il ne restera vraisemblablement que quelques nations pour contrôler l'ensemble des ressources génétiques, assurer leur valorisation et leur exploitation commerciale, à travers un petit nombre de variétés et de races améliorées. Cette situation déjà perceptible est inquiétante à plusieurs titres. La concentration dans un petit nombre de pays et de firmes des banques de données sur les ressources génétiques confère **une commande inadmissible de la stratégie alimentaire mondiale.**

— Par ailleurs, la réduction à un petit nombre de variétés et de races particulièrement performantes risque d'entraîner l'élimination de gènes en apparence non utiles, d'où **un appauvrissement, une diminution de la diversité génétique,** source de possibilités d'adaptation. Il est donc nécessaire de maintenir notamment des races bovines et ovines en voie de disparition qui sont souvent des races rustiques porteuses de gènes de résistance aux maladies et de capacité d'adaptation à des milieux difficiles.

Aliments et nutrition

D'ici la fin du siècle, la demande alimentaire mondiale va croître de 3,6 % l'an, alors que la production de **céréales,** en dépit de la découverte de variétés à haut rendement, ne croîtra que de 2,6 % l'an, d'où un déficit mondial de 400 millions de tonnes.

Dans le domaine des **protéines** nécessaires à l'élevage des animaux, le déficit en l'an 2000 serait de la moitié de la demande prévue. Pour pallier cette carence on dispose de diverses possibilités : production de levures à partir de déchets divers ; apport d'urée aux animaux comme aliment azoté ; adjonction à la ration des ruminants d'un acide aminé, la lysine, que l'on sait fabriquer ; production d'albumine par des bactéries après recombinaison génétique. On pourrait aussi, au lieu de les faire transiter par l'animal, ce qui entraîne une déperdition considérable, fournir à l'homme directement des protéines de soja, de levures ou de bactéries ; mais il s'agit là d'une modification profonde des habitudes alimentaires. En plus, pour atteindre leur seuil de rentabilité, toutes ces opérations nécessitent une technologie lourde avec **investissements financiers importants.**

Aussi le rapport est pessimiste : « vingt ans est une durée qui paraît bien courte pour établir et réaliser un plan d'action visant à éviter la carence alimentaire prévisible pour la fin du siècle ».

Médecine et médicaments

Les **avancées** sont probables dans un certain nombre de domaines : détection prénatale des malformations congénitales ; compréhension du comportement des cellules cancéreuses permettant de progresser dans les traitements ; meilleure appréhension du fonctionnement d'un ensemble de cellules nerveuses, source de progrès pour la psychiatrie.

A propos du domaine de la santé mentale, les auteurs lancent cependant un avertissement : « Du point de vue de la société et de l'individu, des progrès sont souhaitables, mais ils ne pourront sans doute être obtenus qu'aux dépens d'un **risque non négligeable** de voir utiliser de façon perverse les médicaments ou techniques thérapeutiques destinés à améliorer des comportements pathologiques ».

Les techniques actuelles du génie génétique permettent d'envisager la production par les bactéries d'hormones humaines ; c'est déjà le cas de l'insuline, de la somatostatine. D'où une **thérapeutique nouvelle** visant plus à simuler des mécanismes naturels qu'à provoquer des réactions brutales. Dans l'avenir, l'action des médicaments sera sans doute beaucoup plus précise, adaptée strictement au trouble observé, avec moins d'effets marginaux indésirables.

Cependant, en ce qui concerne les progrès possibles en médecine, le rapport appelle l'attention sur l'**importance des freins.** Les moyens français ne sont pas adaptés à l'étude à long terme des effets des médicaments sur les animaux de laboratoire ; la toxicologie du médicament est un domaine où nous avons un grand retard.

Par ailleurs, pour l'information scientifique en biologie, suite à l'insuffisance des moyens en informatique, les **chercheurs français dépendent des systèmes internationaux de recueil et de distribution des données.**

Citons aussi parmi les freins signalés, notre sous-équipement en banques de conservation de matériel vivant : virus, bactéries, semences végétales et animales, cellules sélectionnées ou sauvages, cellules cancéreuses... tous outils qui sont essentiels pour la recherche, le diagnostic et le traitement et que nous devons importer.

REFLEXIONS EN GUISE DE CONCLUSION

Nous soulignerons ici à la fois l'intérêt du rapport et ce qui nous apparaît comme des lacunes ou tout au moins une appréhension insuffisante de problèmes en lien avec la biologie.

Intérêt de l'étude

— L'un des intérêts de cette étude c'est d'abord qu'elle tente de **faire le point** sur un certain nombre de recherches en situant dans le temps les chances qu'elles ont d'aboutir à des résultats exploitables industriellement. Nombre de découvertes présentées par les revues scientifiques comme les innovations à même de transformer l'avenir ont un délai d'exploitation se situant au delà des vingt années qui nous séparent de la fin du XXe siècle.

— Par ailleurs, le rapport souligne **les insuffisances françaises** dans un certain nombre de domaines, insuffisances qui concernent davantage la biologie appliquée que la biologie fondamentale, ce qui pose tout le problème de l'articulation entre la recherche et l'industrie, entre recherche publique et exploitation par les firmes privées. C'est un problème qu'aujourd'hui les pouvoirs publics tentent de résoudre par des transformations de structure des institutions publiques de recherche (C.N.R.S. - I.N.R.A.) qui soulèvent l'opposition des chercheurs. Ceux-ci craignent en effet qu'on s'oriente vers une recherche essentiellement centrée sur les applications rentables à court terme au détriment de la recherche fondamentale.

— S'interrogeant sur l'**effet possible sur l'emploi du développement** de la biotechnologie, le rapport, dans sa couclusion, tente une approximation à dix ans. En faisant l'hypothèse qu'au bout de ce délai, la France pourrait atteindre la moitié du niveau actuel du Japon, pays le plus avancé en microbiologie industrielle, il estime le nombre d'emplois nouveaux nécessaires dans ce domaine à 30 000 dont 6 000 chercheurs répartis à raison de 4 200 dans le secteur privé et 1 800 dans le secteur public. A ces chiffres, doivent être ajoutés les emplois requis dans les productions en amont et dans les services associés. « Mais, poursuit le rapport, étant donné les déplacements d'emplois actuels, il est peu probable que, dans vingt ans, la biotechnologie devienne par son développement une source importante d'emplois nouveaux ».

— Parmi les **propositions,** on retiendra surtout l'accent mis sur la nécessité d'appréhension globale d'un certain nombre de problèmes, touchant aussi bien l'agronomie que la médecine ou l'alimentation. A propos de ce dernier thème, les auteurs écrivent : « En vérité, de l'agronomie à la médecine, de la biologie à l'industrie, de l'économie à la sociologie, de nombreux corps de sciences et d'action se préoccupent d'alimentation et de nutrition. Il est souhaitable que chacun consente à acquérir un savoir raisonnable sur l'ensemble de la « chaîne » et de la « logique ». Il y perdra son confort intellectuel, mais renaîtront la science et **le sens de la nutrition,** indispensables pour trouver des solutions globales à la formation et à l'information des hommes ; à la stimulation des systèmes de recherche, d'innovation, de conseils et de soins... »

— Si les auteurs du rapport mettent en évidence les problèmes soulevés par certaines recherches et certaines découvertes, par exemple dans le cas des substances mises en évidence récemment en neurobiologie ou à propos des limitations qu'il convient, au nom de l'éthique, d'apporter aux expérimentations concernant des fœtus ou embryons humains ; ils donnent cependant parfois l'impression que ce type de **contraintes** est mal supporté par les scientifiques. Ainsi dans le chapitre consacré aux médicaments ils notent : « Dans le futur, le changement des morales, l'intervention, à côté des scientifiques et des industriels, des

Des réserves

consommateurs, l'évolution des concepts juridiques, risquent de créer — sans doute à juste titre — des contraintes grandissantes au niveau de la création, de l'essai et de l'utilisation des nouveaux médicaments ».

— On ne peut non plus manquer d'être frappé par **une sorte d'optimisme,** une sorte de confiance dans la science, dans les scientifiques, comme si ceux-ci étaient à tout jamais à l'abri des idéologies devenues folles. Qu'est-ce qui permet à F. Jacob, dans la conclusion, d'écrire que « la biologie ne produira ni monstres, ni miracles. Si le futur réserve des surprises, elles resteront dans le domaine du raisonnable ». N'y-a-t-il absolument aucun risque d'arriver non à des monstres, mais à des monstruosités ?

Il est tout de même étonnant qu'à propos des recombinaisons génétiques (génie génétique), on ne soulève plus aucun des problèmes posés en juillet 1974 lorsque onze membres de l'académie des sciences des U.S.A. réclamaient un moratoire et l'interdiction de certains types d'expérience. Dans le rapport, ce problème est expédié en à peine dix lignes et présenté sous l'aspect d'une contrainte. Après avoir souligné les grands espoirs placés dans cette technique et le fait que les débouchés possibles sont illimités, nos auteurs poursuivent : « En fait, il existe encore de très nombreux obstacles à surmonter, sinon des contraintes à respecter. Il convient d'abord de rappeler que la plupart des expériences de recombinaisons génétiques nécessitent, pour être conduites, d'opérer dans des laboratoires à confinements coûteux de façon à respecter les règles nationales ou internationales qui s'attachent à ce type de travaux. Les vecteurs qui servent à transférer la gène dans une cellule hôte doivent être choisis de manière à les rendre impropres à toute pullulation s'ils venaient à être accidentellement au contact des cellules d'un animal, d'une plante ou d'un être humain ».

Les **risques épidémiques** sont-ils parfaitement conjurés ? Et que faut-il penser de ce qu'écrivaient dans « Le Monde » du 11 avril 1979 deux scientifiques ? « Certes, disaient-ils, il existe des règles de sécurité, mais elles sont régulièrement révisées en baisse par la commission de la D.G.R.S.T. qui a charge de les édicter ; cette commission ne comporte que des scientifiques, nommés, dont une fraction importante sont juge et partie. Les règles sont essentiellement des conseils puisque la commission n'exerce pas de contrôle sur leur observation ». Qu'en est-il exactement de la protection contre les risques ? En un domaine aussi grave l'opinion n'a-t-elle pas le droit de savoir exactement ce qu'il en est ? Ou bien faut-il considérer avec J. Attali, traitant de l'échec du moratoire des scientifiques américains, que « rien ne retient un savoir dont le prétexte est la lutte contre le mal » ? (« L'ordre cannibale »).

— Il nous faut aussi souligner un presque **silence,** celui **qui concerne l'homme au travail.** Alors que depuis le début des années 1970, l'on assiste à une remise en cause des conditions de travail, les sciences de la vie peuvent-elles ignorer les conséquences sur l'organisme des rythmes et des conditions de travail. Or, dans le rapport il est simplement fait allusion aux rythmes, au détour d'une phrase, dans le chapitre consacré à l'alimentation. Ce silence est d'autant plus étonnant que le rapport est nourri de contributions issues de la D.G.R.S.T. ; or celle-ci a lancé en 1976 une action concertée sur le thème « recherche scientifique et amélioration des conditions de travail ». Serait-ce dû au fait que le président du comité chargé de ce travail n'est pas un biologiste, mais un sociologue et que l'interdisciplinarité prônée par le rapport n'est pas encore sérieusement mise en œuvre par ses auteurs ?

Michel BRANCIARD.