

SLIMANE BEDRANI(\*)

FATIMA BRABEZ(\*\*)

## Les PVD et les biotechnologies modernes: quelle politique?

Les biotechnologies se définissent comme l'ensemble des techniques utilisant des organismes vivants pour fabriquer ou modifier les produits, pour améliorer des plantes ou des animaux, ou développer des macro-organismes à des fins spécifiques. Les méthodes biotechnologiques traditionnelles existent sans doute depuis la nuit des temps. En effet, le premier être humain qui a fait fermenter un produit pour l'utiliser par la suite (à une fin de consommation alimentaire ou autre) a ainsi utilisé un être vivant pour transformer ce produit. Les biotechnologies modernes peuvent compléter très efficacement les méthodes traditionnelles d'amélioration des plantes et des animaux. La biologie moléculaire permet de créer des variétés transgéniques par introduction d'un gène d'une plante dans une autre plante ; la culture tissulaire peut aboutir à la création de clones. Jusqu'à maintenant, la recherche en biotechnologie s'est concentrée sur la médecine et les produits pharmaceutiques, mais le potentiel pour l'agriculture est considérable. Déjà, on compte une cinquantaine d'espèces ayant été modifiées biotechnologiquement (dont le riz, le blé, le soja, le maïs, la pomme de terre et la luzerne). Les travaux sur les animaux sont aussi très importants. On a appris récemment le clonage réussi de veaux avec des cellules cultivées in vitro pendant trois mois par des chercheurs japonais et américains (AFP, 2000). Outre le clonage de la brebis Dolly, les chercheurs anglais sont arrivés à produire un saumon croissant quatre fois plus vite que le saumon naturel **(1)**.

L'avènement des biotechnologies modernes est lourd de remises en cause, de mutations et d'enjeux. En ce qui concerne l'économie: elles introduisent non seulement des distorsions de concurrence en matière agricole entre producteurs autorisés ou non à les adopter, mais aussi des changements importants en termes de statut et de fonction de l'agriculture dans les différents types de sociétés. Les biotechnologies modernes ont donné naissance, dans les pays qui les ont adoptées, à un nouveau secteur industriel, secteur en croissance rapide. Pour l'avenir de l'alimentation à l'échelle mondiale, des scientifiques parmi les plus éminents fondent de grands espoirs sur les biotechnologies modernes - les considérant comme une deuxième "révolution verte" - pour supprimer à terme, ou du moins atténuer fortement, la faim dans le monde au cours du prochain demi siècle. Ainsi, ceux du conseil consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (CGIAR), pensent que les organismes génétiquement modifiés peuvent aider à combattre

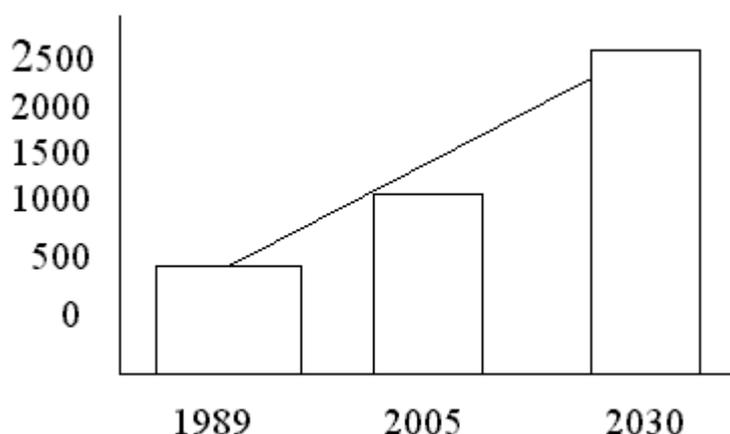
les famines (2), sans compter ceux qui sont des partisans convaincus de la nécessité de développer les biotechnologies.

## 1 - POURQUOI LA FAIM DANS LE MONDE?

D'après la FAO, plus de 800 millions de personnes, en majorité dans les pays en développement, sont sous-alimentées de manière chronique parce que consommant trop peu pour répondre à leurs besoins énergétiques essentiels. Des millions d'autre subissent épisodiquement des carences alimentaires graves. Les carences protéino-énergétiques touchent plus de 200 millions d'enfants et près de 13 millions d'enfants de moins de 5 ans meurent de faim et de malnutrition (FAO, 1995). Selon d'autre sources (Ramonet, 1998), sur les 4,5 milliards d'habitants des PVD quelques 2 milliards d'individus souffrent d'anémie, 800 millions de sous-alimentation chronique et 30 millions meurent de faim chaque année.

La population mondiale va encore croître pendant longtemps. En 2020, la terre comptera 8 milliards d'individus dont 6,7 dans les PVD. En 2050, elle aura quasiment doublé. En supposant un accroissement relativement modeste du niveau de vie dans ces derniers pays, la quantité de nourriture à produire sera considérable. Les projections indiquent que la consommation de grains de ces pays sera multipliée par 1,5 entre 1989 et 2005 et par 2,7 entre 1989 et 2030 (Crosson et Anderson, 1992). D'après les experts, en l'an 2100, il faudra nourrir 11 milliards de personnes autrement que par la seule production agricole "classique" (avec les technologies actuelles) car celle-ci ne peut croître simultanément (Jacquard, 1993).

CONSOMMATION DE GRAINS DES PVD  
(millions de tonnes)



Certains avancent que la faim ne s'explique pas par le manque absolue de nourriture arguant qu'aujourd'hui des terres sont laissées en friche, des stocks de produits agricoles sont parfois détruits pour maintenir les prix, outre le fait que la majeure partie de la population des pays développés est suralimentée. A y regarder de plus près comme le fait Klatzmann (1996), cela est faux si on admet i) que les inégalités en matière d'alimentation ne disparaîtront pas de si tôt (que ce soit entre

pays ou dans le même pays), ii) que la nourriture d'un être humain doit être "suffisante" (c'est-à-dire correspondre à ses goûts, être suffisante quantitativement et qualitativement) **(3)** et pas seulement couvrir ses besoins énergétique minimaux. Les terres laissées intentionnellement en friche ne constituent qu'une infime partie des terres cultivées. Quant à la destruction des produits pour éviter la baisse des prix, elle est conjoncturelle et tout à fait négligeable par rapport à la production totale. Même si on admet que ces deux causes de diminution de la production disparaissent et que les pays riches réduisent raisonnablement leur consommation alimentaire excessive, il n'est pas possible de fournir à tous les être humains l'alimentation "suffisante" dont il a été question. La faim trouve donc son explication dans la faiblesse de la production agricole et alimentaire. Mais cette faiblesse s'explique, essentiellement et *en dernière analyse*, par : i) l'égoïsme des pays riches qui organisent le monde en fonction de leurs intérêts politiques et économiques. Selon les Nations Unies, il suffirait de prélever moins de 4% de la richesse possédée par les 225 plus grosses fortunes du monde pour donner accès à toute la population du globe au besoins de base (nourriture, eau potable, éducation, santé) (Ramonet, 1998). Par ailleurs, les pays riches refusent de mettre à la disposition des PVD, à des prix raisonnables, les découvertes scientifiques et le savoir-faire technologique qui pourraient leur être utiles pour augmenter les rendements de leur agricultures, pour mieux se soigner, se loger, se vêtir,....; ii) l'égoïsme des classes dirigeantes des PVD qui, dans des régimes très majoritairement non démocratiques, organisent les économies de leurs pays aussi plus en fonction de leurs intérêts que des intérêts de la majorité de leurs peuples. Amartya Sen (prix Nobel d'économie) affirme avec pertinence que "l'un des faits les plus remarquables de la terrible histoire de la faim, c'est qu'il n'y a jamais eu de famine grave dans aucun des pays doté d'une forme démocratique de gouvernement et possédant une presse relativement libre" (cité par Ramonet, 1998), iii) l'état de sous-développement culturel d'une grande partie de la population mondiale qui fait que les individus, pour leur grande majorité, sont aliénés par des idéologies obscurantistes et/ou des nationalismes étroits et défendent ainsi objectivement les intérêts des classes sociales qui les exploitent; iv) par la croissance démographique débridée dans les PVD, croissance qui diminue à court et moyen terme les capacités d'investissement dans ces pays et donc leur capacité de développement.

## **2 - COMMENT LUTTER CONTRE LA FAIM? DES ACTIONS MULTIFORMES SONT NECESSAIRES.**

Dans les pays touchés, ou qui peuvent être touchés, par le phénomène de la faim, les luttes contre ce fléau doivent être nécessairement multi-formes.

Les luttes politiques au niveau mondial et au niveau de chaque pays sont certes nécessaires. Les hommes de bonne volonté s'organisent à tous les niveaux de l'activité sociale pour faire prévaloir les droits de tous à un développement harmonieux et donc à une alimentation suffisante et diversifiée **(4)**. Mais il peu probable que les PVD arrivent, dans un délai

raisonnable, à infléchir l'ordre du monde dans un sens plus conforme à leurs intérêts et à ceux de l'ensemble de l'humanité (5) . Au niveau de chaque pays, les possibilités de mettre en place des politiques plus démocratiques sont plus grandes, d'autant plus que les intérêts des pays dominants à l'échelle mondiale y poussent, dans une certaine mesure, depuis un certain nombre d'années.

Dans les PVD, outre l'instauration de la démocratie dans les pays où elle n'existe pas et son renforcement là où elle existe plus ou moins, des revendications politiques et économiques au niveau interne doivent viser, pour réduire le problème de la faim et de la malnutrition, la mise en place de politiques diverses et complémentaires dont deux paraissent primordiales.

La première est une politique de diminution de la croissance de la population, diminution qui atténuerait le déséquilibre population-nourriture disponible (Testar, 1997). Cette politique semble tout à fait nécessaire, au moins dans un premier temps. Elle devra consacrer plus de ressources à la recherche et la dissémination de moyens contraceptifs et plus de ressources à l'éducation et à la formation des femmes. Eduquées, participant davantage aux activités économiques, subissant moins l'arbitraire des hommes, défendant leurs libertés individuelles, celles-ci feront moins d'enfants parce qu'elles ne feront que les enfants qu'elles désirent.

La seconde est une politique systématique de recherche autonome et d'introduction du progrès scientifique et technique dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation. C'est ce progrès qui permettra de produire plus de nourriture à un coût unitaire moindre et sans détruire - s'il est correctement mis en oeuvre - le capital en ressources naturelles. Il ne s'agit pas seulement, en effet, de produire plus de nourriture. Encore faut-il la produire à des coûts compatibles avec le pouvoir d'achat prévisible des larges couches de la population de chaque pays et avec la nécessaire compétitivité sur les marchés extérieurs (en cas d'exportation) tout en préservant de façon durable l'environnement et les ressources naturelles, ces dernières constituant un capital actuellement progressivement détruit par les différentes pratiques d'exploitation permettant aux populations de produire leur nourriture à des coûts compatibles avec les ressources dont elles disposent.

Cette politique est nécessaire bien que la quantité de terres dans le monde soit suffisante pour produire de la nourriture suffisamment pour encore un certain temps, même avec les méthodes "classiques" (6) . Pour le court et moyen terme, le problème est que les terres et les technologies les plus efficaces ne sont pas à la disposition de tous. Dès lors, les pays pauvres en terres facilement cultivables et en technologie importée, comme les pays du Maghreb, doivent nécessairement compenser ces handicaps par la recherche de l'accroissement des rendements des terres cultivées et par l'innovation technologique dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation. Le savoir et le savoir-faire sont des facteurs d'accroissement des rendements et de la production plus "faciles" à produire que tous les autres facteurs (sol, eau, climat, ...) (plus "élastiques"). Pour ne citer qu'un exemple parmi beaucoup

d'autres, il a été calculé que la Chine utilisant 100 Mt de céréales pour produire 15 Mt de porc alors que le seul progrès consistant à parvenir à un équilibre optimal entre énergie et protéines dans l'alimentation de ces animaux pourrait réduire la quantité de céréales utilisée à 10 Mt (passage à un taux de conversion de 7/1 à 4,7/1).

### 3 - INTERET DES BIOTECHNOLOGIES POUR LES PVD.

L'un des freins majeurs au développement **(7)** des PVD se trouve dans leur faible capacité d'importation et/ou de production des biens technologiques nécessaires à l'accroissement de la productivité du travail. Leurs ressources en devises sont généralement trop modestes pour couvrir leurs énormes besoins d'importation en biens de consommation indispensables et en biens de productivité. Les biotechnologies permettraient de renforcer cette capacité soit en important moins (donc en économisant les devises) soit en exportant plus (donc en faisant rentrer des devises).

La production de plantes et d'animaux rendus- par les biotechnologies - résistantes à des produits de traitements (par exemple herbicides), à des maladies, à des ravageurs **(8)** ou à certaines calamités comme la sécheresse ou le gel permettrait aux pays peu industrialisés (donc ne produisant pas certains biens industriels nécessaires à l'accroissement de la productivité de l'agriculture), d'importer moins de produits phytosanitaires et de médicaments à usage vétérinaire ou humain et ainsi d'économiser les devises qui leur manquent tant pour promouvoir leur développement. En produisant plus grâce au biotechnologies, ils importeraient aussi moins de biens alimentaires et pourraient ainsi importer plus de biens de productivité nécessaires à leur développement. Les sols et les eaux salées, actuellement pas ou peu utilisés par l'agriculture, pourraient être valorisés et fournir des productions plus importantes par l'adaptation de plantes génétiquement modifiées et entraîner ainsi une diminution des importations.

Les productions plus fortes permises par les biotechnologies autoriseraient des exportations plus importantes et augmenteraient les capacités d'importation des PVD en biens de production. Par ailleurs, en diminuant les coûts de production, les biotechnologies permettraient aux produits exportables d'être compétitifs sur le marché mondial et de supporter mieux la concurrence des produits importés issus des biotechnologies sur le marché interne. Le rapport Bizet (1998) signale, en ce sens, plusieurs exemples d'accroissement des rendements et/ou de diminution des coûts. Ainsi, les gains réalisés au Canada grâce à l'utilisation d'un colza tolérant à un herbicide ont été évalués à 6 millions de dollars; la Chine économise sur un tabac résistant aux virus deux à trois applications d'insecticide et accroît son rendement de 5 à 7%; 70% du coton américain "B" n'ont subi aucune application d'insecticide, l'accroissement du rendement étant, par ailleurs de 7% (gain total de 60 millions de dollars): le maïs "Bt" américain planté en 1996 et 1997 a vu son rendement croître de 9% en moyenne. Le même rapport note que l'agriculture américaine a gagné grâce aux techniques biotechnologiques 80 millions de dollars en 1996 pour le maïs, la

pomme de terre et le coton et 190 millions de dollars en 1997 pour le seul maïs "Bt".

On peut signaler aussi que les populations les plus pauvres pourraient profiter particulièrement des biotechnologies quand celle-ci améliorent qualitativement les plantes alimentaires en augmentant leur teneur en acides aminés essentiels et en vitamines (Wolpers, 1996). Par exemple, il a été annoncé au 16ème congrès de botanique en août 1999 qu'un projet financé par l'Union Européenne a permis d'incorporer avec succès la reproduction de B carotène dans le riz, ce qui permettra la prévention d'une carence importante en vitamine A dans les pays qui comptent le riz comme aliment de base.

En outre, certaines biotechnologies en évitant des techniques de préparation du sol trop érosives, en minimisant l'emploi des pesticides pour la défense des cultures, en évitant des engrais chimiques en trop grande quantité permettent de préserver l'environnement.

Le dernier intérêt, et non le moindre, des biotechnologies pour les PVD est qu'elles sont davantage à leur portée (surtout s'ils se regroupent) que les techniques spatiales et nucléaires complètement monopolisées par quelques grands pays. Elles ne demandent pas, en effet, les investissements considérables que ces deux dernières nécessitent, même si elles exigent parfois des recherches longues. Les "barrières à l'entrée", comme disent les économistes, n'y sont pas (pas encore ?) aussi élevées. Les avantages que possèdent les PVD en ce domaine sont leurs ressources biologiques encore inexploitées et la "matière grise" déjà formée (9) et qu'il peuvent relativement aisément former (10). Ce sont des atouts tout à fait considérables qui peuvent aider de façon décisive les PVD les plus dynamiques à prendre en temps opportun le train de cette révolution qui dominera sans doute, avec la révolution informatique, le siècle qui vient de commencer et, probablement, les siècles à venir (11).

#### **4- LES FREINS AU DEVELOPPEMENT AUTONOME DES BIOTECHNOLOGIES DANS LES PVD.**

Les PVD les moins bien nantis, qui sont les plus nombreux, peuvent-ils espérer bénéficier d'un transfert raisonnablement rapide des techniques biotechnologiques à partir des pays qui les créent et résoudre ainsi leur problèmes alimentaires? Cela est peu probable compte tenu de l'expérience historique ; l'état du monde ne serait pas ce qu'il est si le transfert des technologies disponibles s'était effectué autant qu'il aurait été souhaitable par les PVD! Ces derniers doivent nécessairement compter sur leurs propres forces et se rendre suffisamment autonomes pour participer à cette deuxième révolution verte. Ils doivent investir dans les segments des biotechnologies qui leur semblent les plus prometteurs s'ils veulent avoir à l'avenir quelque indépendance par rapport aux grands pays et à leur firmes. En fabriquant leurs propres produits biotechnologiques, ils évitent ainsi de trop payer de royalties aux firmes multinationales qui leur vendraient les leurs (12). Pour cela, il apparaît nécessaire que certains d'entre eux joignent leurs efforts pour minimiser

les coûts d'investissement et de fonctionnement de leur recherche-développement. Il faut donc qu'ils négocient entre eux des procédures pour partager les coûts et les fruits de la recherche menée en commun. Bien que, malheureusement, l'histoire des cinquante dernières années ait montré que les PVD ont beaucoup de mal à réaliser ensemble des tâches précises allant dans le sens de leur développement autonome par rapport aux pays développés - malgré les discours souvent généreux de leurs dirigeants-, il semble qu'il n'y a pas d'autre solution que de persévérer dans cette voie.

Les biotechnologies modernes sont un phénomène récent. Malgré leur médiatisation de plus en plus forte, beaucoup parmi les PVD n'ont pas encore saisi toute leur importance pour l'avenir par manque d'information, et il est à craindre que leur prise de conscience de ce phénomène ne se fera que quand il sera un peu tard. Par ailleurs, les biotechnologies modernes ne peuvent réellement se développer qu'avec l'appui des pouvoirs publics dans chaque pays. Or, les intérêts des groupes dirigeants de bon nombre de PVD peuvent aller à l'encontre de ce développement du fait de leurs liens d'affaires avec les grandes firmes dominant les marchés des biens qui seraient concurrencés par les produits des biotechnologies mises en oeuvre dans les PVD. Ainsi, l'absence de volonté politique par inconscience ou par intérêt peut s'avérer être un frein non négligeable au progrès des biotechnologies modernes dans ces pays.

La recherche en biotechnologie est souvent longue et coûteuse en termes de ressources financières. Elle demande aussi des ressources humaines de qualité. Il s'agit d'acquérir les infrastructures et les équipements sophistiqués nécessaires, de payer pour la formation et la rémunération des chercheurs et de la main -d'oeuvre spécialisée de haut niveau qu'elle requiert de mettre en place des réseaux de communication opérationnels et peu coûteux. Toutes choses qui manquent cruellement à la plupart des PVD, particulièrement aux plus petits en terme de population.

Un autre frein au développement des biotechnologies dans les PVD est la faible implication du secteur privé dans le domaine, faible implication qui s'explique principalement par le refus du risque de la part de la très grande majorité des détenteurs locaux de capitaux et par la recherche de leur part du taux le plus rapide possible de rotation du capital. Par ailleurs, le secteur bancaire des PVD est souvent peu performant en matière de drainage de l'épargne et très frileux en matière de prise de risque. Or, les biotechnologies modernes se sont principalement développées sur la base du capital-risque<sup>(13)</sup> et avec le soutien de grandes firmes et des groupes financiers liés à ces dernières.

La concurrence des grandes firmes des pays développés est aussi redoutable pour le développement des biotechnologies dans les PVD. D'une part, elles drainent les compétences formées dans les PVD en leur offrant des salaires et des avantages que leurs pays refusent de leur octroyer, parfois pas tant par manque absolu de moyens que par souci d'un stupide égalitarisme social. D'autre part, alors que les PVD fournissent la plus grande partie des matériaux génétique bruts, leur

accès à la biotechnologie est limité par les brevets et autres dispositifs de protection mis en place par les FMN pour protéger leurs investissements de recherche-développement (R & D).

A l'avenir, un autre frein pourrait se trouver dans le refus des pays développés d'accepter les exportations de produits biotechnologiques issus des PVD sous prétexte qu'ils présentent des dangers pour leurs consommateurs ou parce qu'ils ont été produits dans des conditions mettant en péril les conditions écologiques planétaires.

Enfin, d'autres freins peuvent se révéler dans les PVD eux-mêmes. Par exemple, il est possible que des résistances culturelles se révèlent dans leur populations (comme cela est déjà le cas dans de nombreux pays développés): contrairement aux techniques "naturelles" (comme la sélection génétique) les techniques du génie génétique peuvent être perçues comme étant "contre nature" et donc être rejetées par certains pour des raisons idéologiques (religieuses ou autres).

## **5 - L'IMPORTANCE ECONOMIQUE DES BIOTECHNOLOGIES MODERNES ET CARACTERISTIQUES DES ENTREPRISES DU DOMAINE**

Les enjeux stratégiques et commerciaux des biotechnologies sont considérables. Beaucoup d'experts considèrent que les biotechnologies utilisant le génie génétique représenteront entre 2005 et 2010 un marché évalué entre 110 et 120 milliards de dollars, marché qui continuera de croître de façon importante par la suite (Kahn, 1996). Il est, par ailleurs, couramment admis que vers 2020, le génie génétique produira environ 50% des médicaments qui seront alors vendus dans le monde. Pour les seules plantes transgéniques, d'après les estimations de l'International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) (cité par Bizet, 1998) le marché passera de moins d'un demi milliard de dollars en 1996 à 2 ou 3 milliards en 2000, à 6 milliards en 2005 et 20 milliards en 2010. Pour l'ensemble des industries de biotechnologie, les revenus que ces industries procurent dans les seuls Etats-Unis se montent déjà à plus de 18 milliards de dollars en 1997 (à comparer aux 3 milliards en Europe). Par ailleurs, la croissance des revenus dégagés par ces industries est tout à fait considérable (cf. tableau 2).

L'évolution du nombre d'entreprises a été spectaculaire. Le tableau 2 ci-dessous le montre pour l'Europe. Dès 1985, les Etats-Unis comptaient, dans l'utilisation commerciale des biotechnologies, plusieurs centaines de nouvelles sociétés totalisant 1,9 milliards de dollars d'investissements (Ducos et Joly, 1988). A la fin des années quatre vingt dix, les Etats Unis comptent plus de 13 00 entreprises de biotechnologies (1274 en 1997).

Le développement spectaculaire du génie génétique à partir des années soixante dix s'est beaucoup fait sur la base de petites entreprises spécialisées dans la recherche en biotechnologie, bénéficiant souvent de contrats de recherche-développement et de

dotations en capital des grands groupes industriels comme, par exemple, Genentech première société américaine de biotechnologie qui a fini par être absorbée par le géant pharmaceutique suisse Hoffmann-La Roche en 1990 (Sharp, 1990). Ces petites entreprises n'ont donc pas remis en cause la domination des grands groupes chimiques et pharmaceutiques existants, d'autant plus que ces derniers maîtrisent la production en aval, les réseaux de distribution et les systèmes de réglementation. Aujourd'hui les grands groupes industriels investissent massivement dans les recherches en biotechnologie. Elles se livrent une âpre concurrence pour contrôler les petites entreprises disposant des compétences voulues et pour attirer dans leurs laboratoires les scientifiques prometteurs. Par ailleurs, ces groupes développent des stratégies d'alliance et de fusion pour mieux se positionner sur le marché mondial

## **6 - LA PLACE DES DIFFERENTS PAYS EN MATIERE DE BIOTECHNOLOGIE**

Tous les grands pays ont pris conscience que le niveau de leur domination future sur le monde passe aussi et nécessairement par la maîtrise des biotechnologies modernes.

Très tôt, les gouvernements des pays développés ont commandé des études sur la question afin de les aider à concevoir et à mener des politiques dans le domaine. La France, avec le CSTA (Centre d'Etudes des Systèmes et des Technologies Avancées), a réalisé, avec le concours des conseillers scientifiques et économiques de ses ambassades, dès le début des années quatre vingt, une vaste étude sur les biotechnologies dans le monde (CSTA, 1985). Le Royaume-Uni, à la même période, a fait mener par son Conseil de la Recherche en Science et Ingénierie (SERC) deux études: l'une sur les besoins du royaume en biotechnologie ("Enabling Manpower Brain Drain for biotechnology UK"), l'autre sur les fuites de cerveaux dans le domaine ("The Biotechnology Brain Drain") (CSTA, 1985). Dès 1983, le ministère fédéral allemand de la Recherche et de la Technologie rendait public son rapport d'évaluation sur les deux principaux centres allemands de recherche en biotechnologies et augmentait les crédits destinés aux biotechnologies. En 1984, le parlement allemand (Bundestag) nomme une commission d'enquête sur "les chances et les risques du génie génétique". Quant aux Etats-Unis, depuis la fin des années cinquante, ils ont financé largement la recherche biomédicale à travers les Instituts Nationaux de la Santé. Cela leur a permis, dès le début des années quatre vingt d'effectuer les premières percées commerciales dans le domaine: commercialisation en 1981 des premiers Kits de diagnostic à base d'anticorps monoclonaux, en 1982 du premier vaccin (animal) à base de génie génétique (Ducos et Joly, 1998), fin 1984 de l'insuline à séquence humaine, des acides animés utilisés dans la fabrication d'édulcorants à "basses calories". Le secteur américain des biotechnologies dépenserait 8 milliards de dollars en recherche-développement (Bizet, 1998).

En ce qui concerne les PVD, seuls quelques uns, parmi les plus grands, ont encouragé relativement tôt le développement des biotechnologies.

Au début des années quatre vingt, ces pays sont le Brésil, le Mexique, l'Argentine pour le continent sud américain, l'Inde et la Corée du Sud pour le continent asiatique. Au début des années quatre vingt dix, ces pays étaient dotés d'une compétence biotechnologique et scientifique élevée (en particulier dans le secteur agricole) bien que leurs moyens restent toujours limités, cela s'expliquant en partie par le fait que leur politique d'importation (ou de fabrication sous licence) a freiné le développement autonome des biotechnologies. D'autres PVD, aussi au début des années quatre vingt dix, ont élaboré les conditions nécessaires à l'emploi des biotechnologies. Il s'agit de l'Indonésie, de la Malaisie, de Thaïlande, de la Côte d'Ivoire et de l'Argentine (Wolpers, 1996). La Chine constitue un cas à part parmi les pays PVD du fait de ses dimensions humaine, économique et géographique. Considérant les biotechnologies comme un moyen d'accroissement de l'autosuffisance alimentaire, après avoir mis en oeuvre dans le domaine en 1986 un programme national high-techn dit "programme 863", elle aurait été le premier pays à cultiver et commercialiser les plantes transgéniques en 1988, bien avant les fermiers américains (14). Le programme lancé en 1986 a, par ailleurs, été considéré comme une priorité dans les 7ème et 8ème plans quinquennaux de ce pays.

La domination des pays développés dans le domaine des biotechnologies modernes se révèle par le fait que 80% des ressources attribuées dans le monde à la recherche en biotechnologie sont consacrées à des questions intéressant les pays industrialisés, le reste aux questions intéressant les PVD (Von Braun & Virchow, 1996). Elle se révèle aussi par le fait que la très grande majorité des essais de cultures en matière de biotechnologie se font dans les pays développés, essentiellement aux Etats-Unis et au Canada. Ce dernier pays effectue plus d'essais que tous les pays d'Europe réunis. En 1998-1999, la France, qui est pourtant un pays où les cultures transgéniques sont peu tolérées par l'opinion publique, comptait 366 sites de ces cultures (15). Pour ce qui est des cultures de plantes transgéniques, les Etats-Unis dominent largement avec 64% des superficies cultivées (cf. tableau 1).

**Tableau 1. Surfaces cultivées en plantes transgéniques en 1997 (en millions d'hectares)**

Pays	Surface	% du total
Etats-Unis	8,1	64
Chine	1,8	14
Argentine	1,4	11
Canada	1,3	10
Australie	< 0,05	<1
Mexique	0,03	<1
Total	12,68	100

Source : ISAAA, 1997 (cité par Bizet, 1999).

De façon générale, les Etats-Unis dominent largement le secteur des

biotechnologies modernes, bien loin devant l'Europe (cf. tableau 2) dont

certaines entreprises créent des emplois dans ce secteur en Amérique du Nord du fait qu'elles estiment ne pas disposer de conditions satisfaisantes en Europe (hostilité encore importante des opinions publiques qui freine les mesures législatives permissives dans le domaine). En ce qui concerne la recherche en biotechnologie agricole, elle serait contrôlée par quinze grandes firmes privées dont 13 américaines et seulement deux européennes (Maréchal, 1999).

**Tableau 2. Les industries de biotechnologie en Europe et aux Etats-Unis**

	1996	1997	Variation %
<b>Europe</b>			
Revenus générés par les industries*	1 952	3 090	58,3
Dépenses de RD dans ces industries*	1 710	2 166	26,7
Nombre d'entreprises	716	1 036	45
Nombre de salariés	27 500	39 045	42
<b>Etats-Unis</b>			
Revenus générés par les industries*	15 212	18 129	19,2
Dépenses de RD dans ces industries	8 231	9 377	13,9
Nombre d'entreprises	1 287	1 274	-1
Nombre de salariés	118 000	140 000	19

\* en millions de dollars

Source : Chiffres tirés d'une étude d'Ernst & Young citée par Johnston (1991)

## 7 - LES POLITIQUES D'ENCOURAGEMENT AU DEVELOPPEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Le développement du nucléaire et de l'informatique, dans tous les pays où il a eu lieu, s'est fait au départ grâce aux crédits alloués aux armées pour améliorer les performances de celles-ci. Ce sont les découvertes faites dans le domaine militaire qui ont donc gagné le domaine civil et ont fait progresser les entreprises investissant dans ce domaine, entreprises encouragées par les commandes militaires. Ce n'est pas le cas des biotechnologies. Au départ, les pays développés n'ont encouragé les biotechnologies qu'en finançant la recherche fondamentale, en favorisant le transfert des résultats de la recherche des laboratoires vers le marché et en formant un personnel de qualité dans les universités et les centres de recherche (exemple des Etats-Unis avec les National Institutes of Health)(16) . Par la suite, les firmes privées ont pris la relève dans la recherche. Dès 1990, on dépensait dans le monde près de 11 milliards de dollars à la recherche et au développement des biotechnologies dont le 2/3 provenaient de sociétés privées. Malgré tout, on peut affirmer que le rôle dans le financement de la recherche par les Etats continuera à tenir une place prépondérante dans la compétitivité des différents pays en matière de biotechnologies(17) . Cela s'explique par le fait que la recherche publique se trouve à la première étape de presque toutes les innovations conduisant à une application commercialisable (18).

Les encouragements des pouvoirs publics s'expriment aussi dans le domaine de la création des entreprises de biotechnologies. Des subventions et des dégrèvements fiscaux sont consentis aux entreprises

qui se lancent dans l'application commerciale d'une découverte relevant des biotechnologies(19) . Des pépinières d'entreprises - permettant une synergie et donc des économies d'échelle - financées par du capital-risque sont créées par les pouvoirs publics offrant à des coûts faibles et à crédit les locaux, les équipements et les conseils en matière de gestion d'entreprises. Des enseignants chercheurs sont encouragés, parallèlement à leurs activités dans les laboratoires publics, à créer de petites entreprises pour valoriser les résultats de leurs recherches. C'est ainsi qu'en France, en 1999, le Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie (Direction de la Technologie) a lancé une action d'impulsion exceptionnelle en faveur de la création d'entreprises de technologies innovantes, par le biais d'un concours national. L'objectif est d'inciter les "porteurs d'idées" à se lancer dans un projet de création d'entreprises grâce à un soutien approprié. Le concours est ouvert à tous les porteurs d'idées, quelle que soit leur situation(20) . En Allemagne, malgré une opinion publique plutôt défavorable, un concours appelé *Bioregio* a été lancé par le gouvernement fédéral en 1995 pour accélérer le développement industriel des biotechnologies en Allemagne. Le gouvernement entendait ainsi encourager la coordination de toutes les sources de financement de RD et la mise en place des pôles de biotechnologies par création d'entreprises et développement de synergies régionales dans ce domaine. Après avoir soutenu les régions pour la préparation des projets, le gouvernement a sélectionné trois régions modèles qui allaient avoir accès au programme "Biotechnologie 2000" doté de 150 millions de DM sur une période de 5 ans à compter de 1997 (Bizet, 1998).

Outre les politiques de subventions aux institutions de recherche et de développement publiques et privées, les pays développés promeuvent des actions résolues en matière de protection juridique des inventions de leurs laboratoires. En effet, depuis plusieurs années, les pays développés se sont tous lancés dans une véritable course à la découverte de gènes susceptibles d'applications industrielles et à leur protection juridique par des brevets d'invention. Déjà, les grandes firmes américaines monopolisent les brevets sur le riz et le maïs transgéniques (De Brie, 1999). Ces pays bloquent tous les accords internationaux quand il ne vont pas dans le sens de leurs intérêts commerciaux. Ainsi, le Biosafety Protocol, prévu par la Convention sur la Biodiversité de 1992 qui mettait en avant la nécessité d'une réglementation des transferts d'organismes vivants modifiés, n'a pas encore été adopté aujourd'hui, malgré de multiples réunions internationales depuis 1994 (21) .

La question de la "brevetabilité" du vivant a déjà fait couler beaucoup d'encre, plusieurs points de vue étant défendus reflétant les différents intérêts, et même, pourrait-on dire, les différentes cultures. Aujourd'hui, tous les pays scientifiquement avancés défendent cette brevetabilité. Cette attitude s'explique, selon ces pays, par la nécessité d'encourager les inventeurs à faire progresser la recherche et, aussi, à rendre publiques leurs découvertes, publicité qui peut faire mieux progresser la science et ses applications pratiques utiles à l'homme. Ces inventeurs

sont en effet motivés par l'espoir des profits qu'il peuvent espérer de leur inventions. Si on supprimait cet espoir, plus aucune recherche ne pourrait avoir lieu et on irait alors vers une stagnation insupportable pour le devenir du genre humain.

Le plus radical des points de vue est celui des Etats-Unis. Dans ce pays, le premier brevet d'invention portant sur une biotechnologie (portant sur le vivant) a été celui délivré le 9 mai 1873 à Louis Pasteur pour un procédé de fermentation de bière à base d'une levure fabriquée "exempte de germes de maladies" (Jones, 1999) (22). Pour qu'un brevet en matière de biotechnologie puisse être obtenu, il faut selon la loi américaine que l'invention soit :i) utile, ii) nouvelle et non évidente (nonobvious), iii) complètement décrite et clairement revendiquée par une demande de brevet. La législation américaine a évolué depuis le Plant Patent Act de 1930 qui était interprété par beaucoup comme excluant de la brevetabilité de la matière vivante (autre que les plantes) elle-même en l'absence d'une action explicite du Congrès. En 1978, un arrêt de la Cour Suprême accorde à Chakrabarty, chercheur microbiologiste chez General Electric Co, un brevet sur un micro-organisme: une bactérie permettant de décomposer les hydrocarbures. Cette décision était fondée sur le fait que la bactérie en question ne se trouvait pas dans la nature et avait été fabriquée par l'inventeur. En 1985, des brevets sont accordés pour la première fois sur des organismes multicellulaires (semence de maïs transgénique) et en 1988 sur le premier animal, une souris "fabriquée" pour être très exposée au cancer, ce qui facilitait les tests anticancéreux. Ainsi, la loi américaine admet le brevetabilité d'un organisme vivant s'il est le produit d'une intervention humaine et non le produit de la nature. Il faut noter que le brevet, dans ce dernier cas, découvrons non pas seulement le gène ou la séquence de gène qui a permis de modifier l'animal mais l'animal dans son ensemble. Cela est fortement contesté par beaucoup qui ne croient pas utile (pour la protection des découvertes) ni raisonnable (sur le plan éthique) de donner la propriété de tous les gènes d'un animal à celui qui n'y a introduit qu'un seul gène (Kahn, 1996).

Un point de vue qui se prétend moins maximaliste est celui qui semble être dominant en Europe. Depuis 1988, l'Union Européenne tente de mettre en place un système communautaire de protection juridique des inventions biotechnologiques. Ce n'est qu'en février 1998 qu'une position commune du Conseil des ministres de l'Union a finalement été adoptée à la majorité qualifiée, après qu'un vote favorable au Parlement européen soit intervenu en juillet 1997. Un texte applicable dans les 15 pays de l'Union ne verrait le jour au mieux qu'en l'an 2000 ou 2001. Si la position du Conseil est finalement adoptée, ne seront pas brevetables les variétés végétales et les races animales; les procédés essentiellement biologiques pour l'obtention de végétaux ou d'animaux ; le corps humain aux différents stades de sa constitution et de son développement, ainsi que la simple découverte d'un de ses éléments, y compris la séquence ou la séquence partielle d'un gène; les inventions dont l'exploitation commerciale serait contraire à l'ordre public ou aux bonnes moeurs, et notamment: les procédés de clonage des êtres humains; les procédés de modification de l'identité génétique des

animaux de nature à provoquer chez eux des souffrances sans utilité médicale pour l'homme ou l'animal ainsi que les animaux issus de tels procédés. En revanche, les inventions portant sur des végétaux ou des animaux sont brevetables si la faisabilité technique de l'invention n'est pas limitée à une variété végétale ni à une race animale déterminée. D'après Bizet (1998), sont donc brevetables: i) les inventions impliquant une activité inventive et susceptibles d'application industrielle, même lorsqu'elles portent sur un produit composé de matière biologique ou en contenant, ou sur un procédé permettant de produire, de traiter ou d'utiliser de la matière biologique; ii) une matière biologique isolée de son environnement naturel ou produite à l'aide d'un procédé technique peut être l'objet d'une invention, même lorsqu'elle préexistait à l'état naturel. Un élément isolé du corps humain, ou produit par un procédé technique, peut donc constituer une invention brevetable, pour autant que l'application industrielle soit clairement exposée dans la demande du brevet.

Ainsi, la position européenne ne semble pas très éloignée de l'américaine et il y a lieu de penser que c'est cette dernière qui finira par prévaloir sur le plan mondial, les Etats Unis ayant les moyens matériels, financiers et politiques pour imposer leur point de vue.

En ce domaine, quelle position devraient défendre les PVD?. En signant la convention internationale sur la biodiversité de Rio en 1996, ces derniers, ont, en fait, déjà admis le principe de la brevetabilité du vivant défendu par les pays développés puisque la Convention reconnaît à chaque pays son droit exclusif sur les ressources génétiques de son territoire et donc le droit de vendre ces ressources. Comme le notent Aubertin et Vivien (1998), "les ressources génétiques sont ainsi rattachées au régime des autres matières premières et sont traitées comme des produits commerciaux". Compte tenu de leur rythme de développement, les PVD ne "font pas le poids" face aux pays développés en matière de dépôts de brevets. Selon l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), au milieu des années quatre vingt dix, tous domaines confondus, les pays industrialisés détenaient 95% des brevets déposés en Afrique, 85% de ceux déposés en Amérique Latine et 70% de ceux déposés en Asie. Dès lors, la position raisonnable et réaliste des PVD devrait sans doute être d'accepter la brevetabilité d'un être vivant produit par une technique humaine mais d'en limiter le temps de jouissance pour son "propriétaire", ce temps ne devant pas dépasser celui nécessaire à l'amortissement des investissements de recherche-développement et à la réalisation d'un profit "raisonnable", à négocier sur le plan international. L'argument de cette position ne peut être qu'éthique: on ne peut laisser être source de profit à long terme pour un individu ou un groupe restreint une invention permettant l'amélioration de la nourriture de millions d'êtres humains souffrant de faim et de malnutrition...

## Références bibliographiques

AFP, 2000. "Clonage de veaux réussi avec des cellules cultivées trois mois in vitro". *In le quotidien la Tribune du 5 -1-2000.*

AUBERTIN C. & VIVIEN F., *Les enjeux de la biodiversité*. Economica, Paris.

BIZET J, 1998. Transgénique: pour des choix responsables. *Rapport d'information 440 (97 -98), Commission des Affaires Economiques du Sénat, Paris.*

CESTA, 1985. Les biotechnologies dans le monde. Centre d'Etudes des Systèmes et des Technologies Avancées (CESTA), Paris.

CROSSON P. & ANDRESON J.R, 1992. Resources and Global Food Prospects. Supply and Demand for Cereals to 2030. World Bank Technical paper, number 184, Washington.

DE BRIE C., 1999. "Dans l'opacité des transactions transatlantique, l'AMI nouveau va arriver". *In Le Monde diplomatique*, mai 1999.

DUCOS C. & JOLY P-BT, 1988. Les biotechnologies. Editions la Découverte, Paris.

JONES P. B.C.), 1999. "Overview of United States Patents Law". *In Biotechnology Information Resource (BIC) WWW site, from the National Agricultural Library of the US Department of Agriculture- ARS.*

KAHN A., 1996. *Société et révolution biologique. Pour une éthique de la responsabilité*. INRA Editions, Paris.

DEMARLY Y. & SIBI M., 1996. *Amélioration des plantes et biotechnologies*. John Libbey-AUPELF UREF, Paris, (2è édition mise à jour).

FAO, 1995. *L'ampleur des besoins. Atlas des produits alimentaires et de l'agriculture*, FAO, Rome.

JACQUARD A., 1993. l'explosion démographique. *Coll. Dominos*, Paris.

JOHSTON D.J, 1999 "Soutenons la biotechnologie moderne". *In l'Observateur de l'OCDE, n° 216. Extrait de cet article reproduit dans des problèmes Economiques n°2 628.*

KLATZMANN J., 1996. *Surpopulation. Mythe ou menace?* Economica, Paris.

MARÉCHAL J.P., 1999. "Quand la biodiversité devient une marchandise". *In le Monde diplomatique, n° 544, juillet 1999.*

RIFKIN J., 1998. *Le siècle biotech. Le commerce des gènes dans le meilleur des mondes*. La Découverte, Paris.

SASSON A., 1998. Biotechnologies in developing countries: present and future. Volume 2: International Co-operation UNESCO Publishing, Paris.

SHARP MARGARET, 1990. "David et Goliath ou l'entreprise de biotechnologie". *In l'Observateur, n° 16..*

TESTAR J., 1997. "La biotechnologie sème à tout vent". *In le Monde diplomatique.*

WOLPERS K.H, 1996. "Les biotechnologies au service de la production végétale. Perspectives et problèmes". *In Agriculture et développement rura.*

## Glossaire :

**ADN (acide désoxyribonucléique):** constituant essentiel des chromosomes. Support moléculaire de l'information génétique. Le contenu de cette information est le "code" de synthèse de toutes les protéines de l'organisme. La molécule de l'ADN est composée de deux brins, constitués chacun d'un enchaînement de nucléotides

**Cartographie génétique:** analyse du génome consistant à "baliser" l'ensemble du génome grâce à toute une série de marqueurs. Ce qui facilite ensuite la localisation de gènes particuliers (voir aussi séquençage).

**Chromosome:** Unité physique de matériel génétique correspondant à une molécule continue d'ADN. Les cellules eucaryotes (possédant un noyau individualisé) comportant plusieurs chromosomes: les cellules bactériennes n'en comportent qu'un.

**Clonage d'un gène:** opération consistant à isoler un gène et à le reproduire en grand nombre en général dans les plasmides bactériens

**Clonage d'un organisme:** opération consistant à produire plusieurs organismes génétiquement identiques. Le clonage peut être effectué à partir de cellules provenant d'un individu adulte, ou de cellules issues d'un même embryon. La multiplication végétative des végétaux (par bouturage classique, micro-bouturage en éprouvette...) est un clonage.

**Code génétique:** code de correspondance entre les acides nucléiques (ADN et ARN) et les protéines, qui fait correspondre un triplet (succession ordonnée de trois bases) à un acide aminé. Ce code est universel, c'est-à-dire commun à tous les êtres vivants (à quelques exceptions près).

**Gène:** unité de transmission héréditaire de l'information génétique. Un gène est un segment d'ADN qui comprend la séquence codant pour une protéine, et les séquences qui permettent et régulent l'expression.

**Gène d'intérêt:** gène responsable d'un caractère jugé intéressant, que l'on va chercher à transférer à un autre organisme.

**Génie génétique:** ensemble de techniques permettant d'introduire dans une cellule un gène qu'elle ne possède pas. Ou de modifier l'expression d'un gène déjà présent dans la cellule.

**Génome:** ensemble de gènes d'un organisme, présent dans chacune de ses cellules;

**Génotype:** ensemble de caractères génétiques d'un individu. Son expression conduit au phénotype.

**Marqueur:** en cartographie génétique, séquence d'ADN particulière utilisée pour "baliser" les chromosomes. En contrôle du transfert de gène : gène associé au gène d'intérêt, codant une caractéristique détectable facilement et précocement, facilitant le repérage des cellules au sein desquelles la transgénèse a réussi.

**Nucléotide:** constituant élémentaire de l'ADN et de l'ARN, composé d'un sucre (désoxyribose ou ribose), d'un phosphate et d'une base azotée.

**OGM (organisme génétiquement modifié):** organisme dont le génome a été modifié par génie génétique. Les cellules reproductrices de l'organisme possédant la modification, celle-ci est transmissible à la descendance.

**Phénotype:** ensemble de caractères observables chez un individu, résultant de l'interaction entre son génotype et les effets de son environnement.

**Séquençage du génome:** analyse du génome, consistant à déterminer la succession de toutes les bases qui composent l'ADN d'un organisme. Ce séquençage n'est réalisé ou en cours de réalisation que pour un nombre limité d'espèces: quelques bactéries, une levure, deux plantes (l'arabette et le riz), un ver nématode, un insecte (la drosophile) et l'homme. Le séquençage ne permet pas la détermination de la fonction des protéines codées par l'ADN.

**Totipotente:** une cellule totipotente est une cellule non encore différenciée et donc susceptible de se spécialiser dans différentes fonctions (cellules nerveuse, cellule du foie...).

**Transfert de gène ou transgénèse:** introduction dans le génome d'une cellule d'un gène provenant d'un autre organisme, ou du même organisme, par exemple en plusieurs exemplaires pour renforcer son expression.

**Transgène:** gène introduit dans le génome d'un organisme par génie génétique

Source : INRA - France, dans Paillotin (1988)

## Notes

---

(\*) Professeur à l'INA, chercheur associé au CREAD

(\*\*) Maître assistant à l'INA, chercheur associé au CREAD

(1) Cf. le quotidien français France Soir du 31 juillet 1999.

(2) Cf. le quotidien français Libération du 27 octobre 1999.

**(3)** Pour Klatzmann (1996, p. 43), l'alimentation satisfaisante "comprend des quantités appréciables de produits animaux, qui fournissent des calories coûteuses (entre autres raisons parce qu'il faut donner au bétail plusieurs calories végétales pour obtenir une calorie de produits animaux), ainsi que des produits végétaux à calories chères, comme les légumes et les fruits".

**(4)** L'échec de la conférence de l'OMC en décembre 1999 a été partiellement l'oeuvre de ces hommes de bonne volonté, même si l'explication se trouve fondamentalement dans le désaccord des classes dirigeantes américaines et européennes.

**(5)** Par exemple, il serait utile pour l'humanité de réduire la disparité mondiale des revenus par tête d'habitant, le creusement de l'écart entre PVD et pays développés ne faisant que s'agrandir depuis un siècle. Le rapport des revenus par tête est, en effet, passé de 1/2 à 1/70 entre des pays comme la Chine et l'Inde et les pays européens entre la fin du 19ème siècle et la fin des années 1990 (Sasson, 1998).

**(6)** Mais au delà d'un certain horizon, les projections les plus optimistes prévoient, en moyenne dans le monde, que seulement 25% de la consommation additionnelle de grains en 2030 pourront être produits par l'extension des surfaces cultivables.

**(7)** Le développement étant sommairement défini comme un processus menant, dans les délais les plus brefs possibles, au plein emploi des êtres humains capables et désireux de travailler, la rémunération de chaque travailleur lui permettant de couvrir ses besoins de base (nourriture, santé, éducation, logement, loisirs....).

**(8)** Le quotidien Le Point rapporte l'estimation de 25% des 1440 millions de tonnes de céréales récoltées annuellement finissant dans l'estomac des insectes.

**(9)** Des milliers de biologistes sont au chômage en Algérie, par exemple.

**(10)** A un degré peut-être moindre, la révolution informatique présente les mêmes avantages pour les PVD.

**(11)** Jeremey Rifkin (1998) cité par Maréchal, (1999) voit dans l'avènement des biotechnologies la seconde grande révolution industrielle de l'histoire. Cet auteur "analyse la mutation contemporaine comme l'émergence d'un puissant complexe scientifique, technologique et économique résultant de la convergence entre la révolution génétique et la révolution électronique".

**(12)** L'un des grands arguments des Européens pour développer leur secteur des biotechnologies est justement de ne pas tomber sous la dépendance des Etats Unis dans ce domaine (Bizet, 1998). Si cet argument est valable pour les Européens, il ne peut que l'être plus pour les PVD. On notera que l'expérience montre déjà la dépendance des exploitations agricoles des firmes biotechnologiques: dans le cas de la résistance au glyphosate, la firme commercialisant la semence fait "signer

au producteur américain un contrat par lequel ce dernier s'engage à acheter des semences certifiées chaque année, à utiliser tel produit commercial et à acquitter un droit d'utilisation qui est partagé entre la firme, le semencier et le distributeur".

**(13)** Les entreprises à "capital-risque" sont celles qui effectuent des investissements dans les innovations et qui se mettent dans des marchés nouveaux comportant à la fois des possibilités de gains très élevés - récupération de cinq à dix fois la mise initiale selon Ducos et Joly (1998) - mais aussi des possibilités de pertes importantes.

**(14)** D'après le journal français l'Express du 11 novembre 1999. Les sites concernaient principalement le maïs et la betterave.

**(15)** D'après le quotidien français Libération du 27 octobre 1999.

**(16)** C'est grâce aux bourses du NIH que Jackson et Berg publiaient en 1972 la première contribution décrivant les techniques d'insertion d'un gène dans le noyau d'une autre cellule, qu'en 1973 et 1974, Stanley Cohen (Stanford University) et Herbert Boyer (Université de Californie) ont développé la méthode de recombinaison génétique exploitée sous licence par la plupart des sociétés de biotechnologie (CESTA, 1985).

**(17)** A titre d'exemple aux Etats Unis, le National Human Genome Research Institute (NHGRI) a distribué 15 millions \$ en juillet 1999 à trois institutions et les contrats pourraient être renouvelés deux années supplémentaires. Le total qui sera dépensé sera de 100 millions de dollars par an en 2002. L'objectif est 90% du génome séquencé sous forme de données de travail et 99,99% séquencé en 2003 (source: Bulletin de l'INRA-France de septembre 1999). Autre exemple: le Japon se prépare en 1999 à ajouter 16,7 milliards de dollars sur 5 ans aux 4,2 milliards annuels consacrés aux sciences de la vie (source: Bulletin de l'INRA-France de juillet 1999).

**(18)** D'après CESTA (1985), trois étapes caractérisent le "trajectoire d'innovation". Une première étape dite de recherche fondamentale est caractérisée par une organisation souple et informelle, la libre circulation de l'information et la publication rapide de tous les détails d'expérimentation. La deuxième étape dite de "recherche générique appliquée" est centrée sur les procédés (recherches d'application), elle a lieu dans différents types d'établissement publics et privés et est financée à la fois par l'Etat et par le secteur privé. A cette étape, le secret de l'invention est déjà présent. La troisième étape dite de "recherche appliquée" cherche à produire des produits finis commercialisables. Ici, le financement est procuré par les "capitaux à risques" et le secret rigoureux.

**(19)** Ainsi, au Canada, dans le cadre du "Programme de partage des frais pour l'investissement dans l'agriculture et l'agro-alimentaire", les grandes entreprises peuvent avoir droit à un crédit d'impôt fédéral de 20% sur les dépenses de recherche en biotechnologie. Les petites entreprises sous contrôle canadien peuvent avoir droit à un crédit d'impôt fédéral de 35% sur la première tranche de deux millions de dollars de

dépenses en recherche et développement. De plus, ce crédit d'impôt est entièrement remboursable. Par ailleurs, ce Programme, axé sur les projets de recherche coopératifs, permet d'égaliser les contributions de l'industrie canadienne en matière de R et D, jusqu'à de 100%. Les industries canadiennes utilisent ces sommes d'argent pour accroître leurs fond de recherche. Cela permet d'accéder plus rapidement aux marchés mondiaux de la biotechnologies agricole.

**(20)** Deux types de projets peuvent être présentés: des projets en "émergence" nécessitant une phase de maturation ou des projet "création-développement" déjà élaborés et prêts pour la création d'entreprise. Les projets, quel que soit leur stade d'avancement, doivent prévoir la création d'une entreprise innovante, s'appuyant sur une recherche technologique, installée sur le territoire national et indépendante. Les lauréats recevront à titre personnel une aide qui pourra atteindre 300 000 francs pour financer une partie des prestations nécessaires à la maturation de leur projet. Une fois l'entreprise crée, les projets pourront recevoir jusqu'à 3 millions de francs finançant jusqu'à 35% du développement de l'entreprise. En outre, des prix spéciaux seront attribués aux meilleurs projets de l'année (Bulletin de l'INRA-France de juillet 1999).

**(21)** L'article 19.3 de la Convention sur la Biodiversité de 1992 mettait en avant la nécessité d'une réglementation des transferts d'organismes vivants modifiés. Plusieurs réunions ont eu lieu depuis 1994 (Nassau, Le Caire, Djakarta et Carthagène en février 1999) et devaient permettre de mettre au point cette réglementation.

**(22)** Les éléments d'informations qui suivent sont tirés de l'article de cet auteur.

---