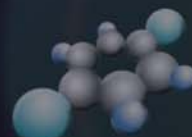


la Science au service de l'Homme

O.G.M.





Tous droits de reproduction interdits
sans l'accord écrit préalable
du Mouvement Raëlien International

Sommaire

1	Introduction	4
2	Le génie génétique	5
2.1	Définition	
2.2	Historique	
2.3	Technique	
3	Les plantes transgéniques	6
3.1	Historique	
3.2	Technique	
3.3	Aspects économiques et politiques	
3.4	Controverses	
4	Les animaux transgéniques	9
4.1	Animaux transgéniques	
4.2	Les chimères plantes/animaux	
4.3	Gènes humains insérés dans un génome de plante ou d'animal	
4.4	La copie du monde vivant	
5	Thérapie génique	10
5.1	Historique	
5.2	Les premiers succès	
5.2.1	Alzheimer évité	
5.2.2	Guérison des bébés-bulle	
5.3	L'Homme transgénique	
5.3.1	Etat d'avancement	
5.3.2	Technique	
5.3.3	Ethique	
5.3.4	Robot biologique	
6	Conclusion	13
	Références	14



LES O.G.M

1

Introduction

Un Organisme Génétiquement Modifié (OGM) est un organisme dont le génome (ensemble du matériel génétique contenant toutes les informations nécessaires pour fabriquer l'organisme considéré) a été modifié grâce aux techniques du génie génétique. C'est un être vivant n'existant pas à l'état dit " naturel " et qui a été obtenu suite à une modification de son ADN (Acide DésoxyRiboNucléique). Cette modification est généralement l'introduction d'un gène étranger, appelé aussi transgène, qui confère de nouvelles caractéristiques à l'organisme modifié.

Tout ce qui vit sur Terre est constitué de cellules. Dans toute cellule, qu'elle soit issue d'une bactérie, d'une plante ou d'un animal (y compris l'Homme qui, pour la biologie, fait partie du règne animal), on trouve l'ADN qui est le support chimique des gènes. Ces gènes contrôlent l'hérédité selon un code génétique quasiment identique chez tous les êtres vivants.

Ce code génétique est le dictionnaire qui traduit le langage de l'ADN, constitué de quatre bases empilées tout

au long des deux brins enroulés en spirale de cet ADN, en celui des protéines, constituées d'acides aminés (Voir Annexe 1: " De l'atome à la cellule ").

Cette similarité dans les éléments fondamentaux de la vie (génome, ADN, gènes, protéines, cellules, code génétique) permet au génie génétique de pouvoir effectuer des " mélanges de gènes " chez tous les êtres vivants, y compris d'une espèce à une autre.

L'ingénierie (ou génie) génétique concerne les connaissances et techniques gouvernant l'expression et la transmission des gènes, c'est-à-dire les mécanismes de la vie.

Même si aujourd'hui les OGM sont le plus souvent des plantes, ils peuvent être n'importe quel organisme vivant : des micro-organismes, des bactéries, des plantes, des animaux et même l'Homme...

Pour comprendre un peu mieux en quoi cela consiste, nous allons considérer d'abord le génie génétique lui-même et ses techniques avant de regarder où en sont les OGM, chez les plantes, les animaux et la thérapie génique pour l'Homme.



2

Le génie génétique

2.1 Définition

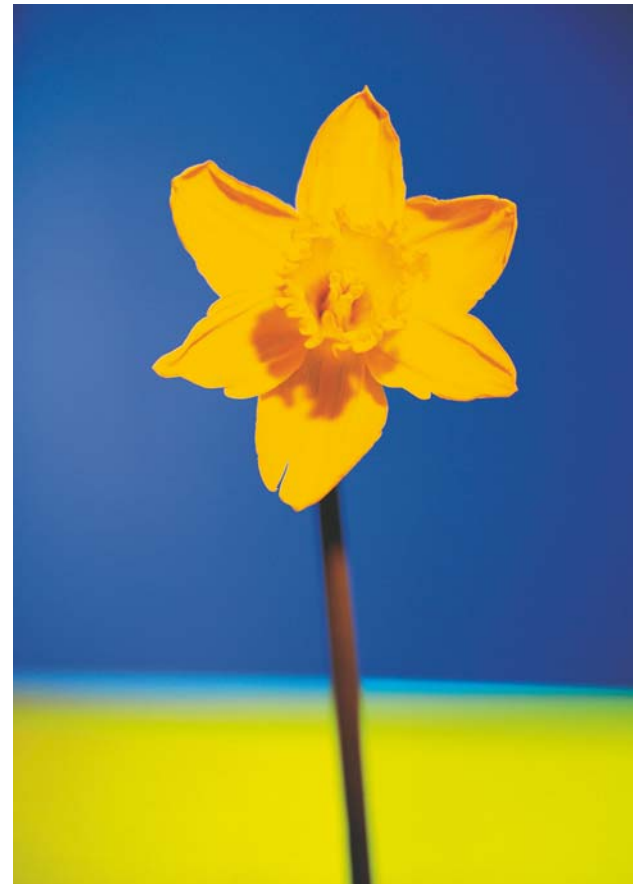
Le génie génétique est une science dérivée de la biologie moléculaire qui a pour objet de modifier, de façon ciblée, l'ADN. Il consiste à modifier le génome d'un organisme en ajoutant, enlevant ou modifiant un ou plusieurs gènes. C'est l'ensemble des techniques utilisées pour isoler un ou plusieurs gènes d'un organisme, le(s) modifier et le(s) transplanter dans un autre organisme. Organisme signifie toute entité vivante : plante, bactérie, animal, Homme...

" L'idée fondatrice du génie génétique est la notion de mélange [...]. L'objet du génie génétique revient en somme à associer des gènes que la nature a séparé [...]. Certes, la nature autorise et pratique dans une certaine mesure le mélange des gènes [...] mais il est dans la nature des limites

au-delà desquelles l'Homme est le seul à oser s'aventurer. " (Jean Marie Pelt (1))

" La grande différence avec l'hybridation traditionnelle est que la manipulation génétique n'est pas une union favorisée, mais une union forcée qui peut transgresser la barrière des espèces. Les cellules disposent de mécanismes qui dégradent ou désactivent les gènes étrangers ; les généticiens créent des vecteurs artificiels pour transférer des gènes [...] et surmonter cette barrière. " (Chantal Bourry (2))

On peut aussi dire que le génie génétique est la science de la modification, de l'amélioration et de la création de nouveaux êtres vivants ou OGM à partir du vivant existant.



2.2 Historique

Si, dès 1944, l'idée de remplacer un gène défectueux fut proposée, et si la première tentative de transfert de gène chez l'homme eut lieu dès 1960 aux USA, on considère généralement que " Le génie génétique date des années 1970 et il constitue un ensemble de méthodes touchant aux mécanismes de la vie " (3). C'est, en effet, en 1970 que des Suisses (W. Arber et H. Smith) et des Américains (H. Boyer, S. Cohen, D. Nathans) parviennent à l'utilisation d'enzymes de restriction, des protéines, sortes de ciseaux moléculaires capables de découper l'ADN aux endroits que l'on souhaite. Avant, on cassait l'ADN sans savoir où ni comment...

En 1972, la première molécule d'ADN hybride, composée d'un ADN de virus de singe et d'un ADN de bactérie, créant ainsi la première chimère, est réalisée par une équipe américaine (P.Berg et son équipe). En 1974, les scientifiques, devant l'inquiétude de l'opinion publique, décident un moratoire stipulant l'arrêt

de tout transfert de gène.

En 1975, à la conférence d'Asilomar, près de San Francisco, la reprise des expériences est décidée dans le cadre de mesures de sécurité très précises. Dans les années 1980, les expérimentations dans le domaine du génie génétique deviennent courantes et de multiples organismes transgéniques sont créés. Aujourd'hui, des centaines d'enzymes de restriction ainsi que les " ligases ", enzymes capables de recoller les morceaux d'ADN, sont à la disposition des généticiens.

On peut mentionner aussi la création de l'AFM (Association Française contre les Myopathies) dès 1958, et du Généthon en 1990 (Généthon, laboratoire de cartographie du génome humain, soutenu financièrement par le Téléthon).

2.3 Technique



Les étapes principales d'une expérimentation génétique sont :

- 1) Isoler l'ADN de la cellule,
- 2) Isoler un gène ou un fragment de cet ADN grâce aux enzymes de restriction,
- 3) Insérer ce gène ou ce fragment d'ADN dans un autre ADN (dit " vecteur ") grâce aux ligases, créant ainsi un nouvel ADN recombiné (qui n'existait pas dans la nature et constitue une " chimère "),
- 4) Le plus souvent, l'ADN recombiné inséré dans une bactérie (plus précisément dans le plasmide, petit ADN circulaire de la bactérie) est multiplié, " photocopié " en de multiples exemplaires grâce à la reproduction accélérée de la bactérie,
- 5) Cet ADN recombiné est ensuite transféré dans l'organisme que l'on veut modifier.

Aujourd'hui, cette technique permet d'intervenir sur les plantes, les animaux et même sur l'Homme pour donner des plantes transgéniques, des animaux transgéniques mais également de commencer à soigner l'Homme par thérapie génique et conduire demain à l'Homme transgénique...



3

Les plantes transgéniques**3.1 Historique**

La première plante transgénique fut un tabac créé en 1983...

En 1994, le premier OGM commercialisé en Europe est un tabac résistant à un herbicide.

La même année, la tomate Mc Gregor, apparue sur le marché américain, se conserve mieux mais manque de goût...

Les prochaines générations d'OGM apporteront au consommateur les avantages suivants :

- des fruits, féculents et légumes au goût plus savoureux,
- des aliments diététiques et bénéfiques pour la santé (plantes sans calorie, enrichies au bêta carotène, en fer, en acides gras spécifiques, sans éléments allergisants...),
- des plantes fabriquant des médicaments et des plantes-vaccins,

- des plantes "écologiques" et respectueuses de l'environnement (plantes résistantes aux herbicides, aux virus, aux insectes ; textiles colorés génétiquement...)

Aujourd'hui, parmi la liste, chaque jour de plus en plus longue, des plantes OGM testées en laboratoire ou déjà en culture, on peut citer pour exemples :

- le riz transgénique, enrichi en vitamine A (ou bêta-carotène) en vue de lutter contre le déficit en vitamine A qui touche 124 millions d'enfants dans le monde et peut conduire à la cécité (9). En avril 2002, 430 millions de paires de bases des 12 chromosomes du riz sont décryptées (de 40000 à 63000 gènes, soit plus que pour l'Homme) pour améliorer la production et mieux lutter contre la malnutrition, car chaque jour 24 000 personnes meurent de faim et 800 millions n'ont pas mangé suffisamment (37).

- le maïs et le colza résistants aux parasites ; le maïs transgénique contraceptif grâce à des gènes qui régulent la fabrication d'anticorps capables d'attaquer le sperme et le maïs avec des anticorps contre le virus de l'herpès (39).



- la pomme de terre qui fabrique des protéines de soie grâce à l'insertion d'un gène d'araignée (10) ; la pomme de terre génétiquement modifiée (insertion d'un gène de méduse) qui émet une lueur fluorescente lorsqu'elle manque d'eau (11).

- la tomate, capable de produire des substances médicamenteuses grâce à un gène inséré dans son chloroplaste et non dans le noyau (donc "écologiquement" correct puisque sans risque de dissémination à d'autres espèces ou à d'autres cultures) et qui pourrait permettre aux populations du Tiers-Monde de s'auto-vacciner (12) ; la tomate (insertion d'un gène qui agit sur une protéine capable de filtrer le sodium) qui pourra se développer dans un milieu trop riche en sel (13) ; la tomate, dopée en lycopène, susceptible de lutter contre la cécité juvénile, prémunir contre le cancer et améliorer la santé cardiovasculaire (14) ; la tomate plus savoureuse grâce à une maturation retardée par une action sur le gène qui contrôle le mûrissement (33).

- la banane, dont on décrypte le génome pour la rendre résistante aux parasites (15).

- le melon, résistant aux attaques de pucerons, obtenu par croisement et dont le gène isolé pourrait être transféré à d'autres espèces (16).

- les plantes transgéniques, capables de s'adapter aux climats désertiques grâce à une protéine particulière et implantées avec succès en Mongolie et en Chine (17).

- les œilletons, dont la durée de vie est prolongée grâce à un gène ralentissant son vieillissement ou ayant la corolle plus large grâce à un gène de pétunia (18).

- la marguerite, avec un gène de méduse qui devient vert fluorescent sous une lampe à UV (19).



3.2 Technique

Le principe de base (vu dans le chapitre précédent) est simple, mais les manipulations restent délicates et perfectibles.

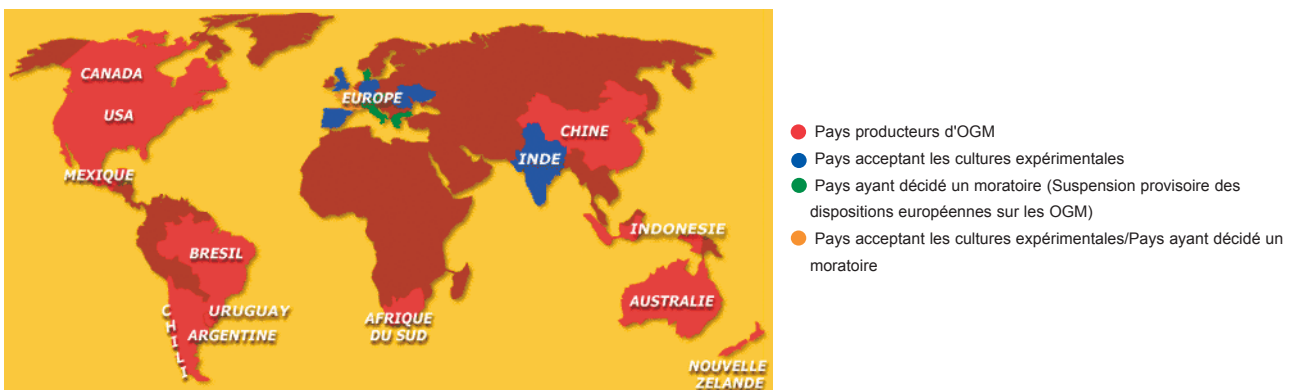
Le gène désiré est prélevé, sur une bactérie, par exemple, puis modifié et ajouté à d'autres éléments ; il est reproduit et multiplié en un grand nombre d'exemplaires dans les bactéries.

L'introduction dans les cellules embryonnaires des plantes peut être obtenue par différentes techniques :

- en production industrielle, soit en insérant le transgène dans le plasmide d'une bactérie qui ira infecter les cellules végétales, soit

- en perforant les cellules par choc électrique pour qu'elles reçoivent le transgène, soit par des microbilles métalliques enrobées par le transgène et propulsées par des canons sur les cellules végétales. Avec ces techniques choisies pour leur rentabilité, seule une faible partie des cellules recevra le transgène et sera sélectionnée (grâce à un marqueur de résistance à un antibiotique).

- en recherche fondamentale, au moyen de techniques plus coûteuses, on sait insérer le transgène à l'endroit exact désiré.



3.3 Aspects économiques et politiques

" Les lourdeurs réglementaires et les campagnes anti-OGM ont empêché la filière OGM de se développer en Europe. En revanche, le développement des plantes transgéniques a été extrêmement rapide au cours des cinq dernières années. " (40)

En 1995, un million d'hectares sont cultivés pour la production d'OGM. En 2000, 41 millions d'hectares sont répartis essentiellement dans 12 pays parmi lesquels USA (29 M ha) - Argentine (7 M ha) - Canada (4 M ha) - Chine - Afrique du Sud - Australie - Inde - Japon.

Soja (54%), maïs (28%), coton (9%),

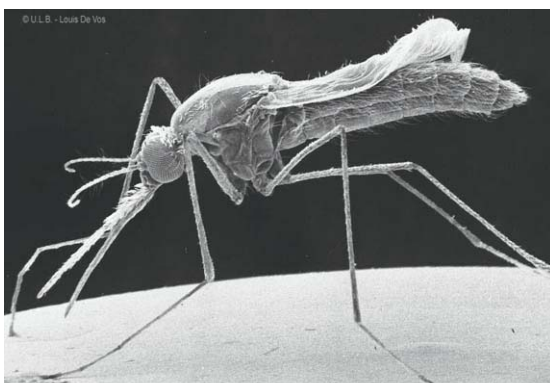
colza (9%), riz, pomme de terre et tabac sont les variétés transgéniques les plus plantées. Ce sont presque toujours (à 99%) des plantes à pesticides, résistantes soit à un herbicide (70%), un insecticide (20%), soit alliant les deux caractéristiques (7%), ou encore, résistantes aux champignons ou aux virus.

En Europe, les surfaces cultivées restent faibles et en sont le plus souvent au niveau de l'expérimentation. La France (où une douzaine de variétés de maïs transgéniques sont autorisées) a permis, en 1997, la culture du premier OGM, le maïs Novartis, résistant à la pyrale (un papillon dont la chenille provoque d'importantes pertes de récoltes). Pourtant en 1999, la France demande au Conseil Européen des ministres de l'Environnement que la mise en marché d'un nouvel OGM ne soit pas autorisée avant qu'un cadre réglementaire ne soit établi avec, en particulier, la traçabilité des produits.

Depuis 2000, on note, dans plusieurs pays, une régression ou une stagnation des cultures OGM sous les pres-

sions écologistes, alors que la Chine, de son côté, intensifie de façon spectaculaire leur développement. Aujourd'hui, les chercheurs chinois travaillent sur plus de cinquante espèces modifiées de plantes et plus de 120 gènes dits fonctionnels. 251 projets ont été acceptés pour des plantes ou animaux transgéniques afin de faire des expériences en laboratoires ou dans des champs. 141 OGM auraient été développés, dont 65 acceptés par le gouvernement pour des cultures à l'air libre et 31 pour commercialisation. La Chine investit énormément dans les OGM car les cultures " conventionnelles ", dans leur état actuel, ne seront pas en mesure de nourrir l'énorme population. " Mais surtout, ces choix mettent à mal un des arguments avancés par les écologistes depuis des années : selon eux, les pays en voie de développement, eux qui devraient en théorie être les premiers bénéficiaires des OGM, ne pourront jamais en profiter, parce que la technologie utilisée serait trop coûteuse. [...] La Chine est donc en train de donner raison aux producteurs d'OGM... " (41).

Tout récemment, en ce début d'année 2002, les USA viennent de demander à l'Europe d'ouvrir plus largement ses portes aux importations d'OGM...



3.4 Controverses

Les OGM, comme beaucoup de nouvelles avancées scientifiques à leur début, suscitent des craintes et peuvent devenir une source de polémiques.

Les anti-OGM avancent principalement deux arguments :

1) La dépendance des paysans du Tiers-Monde auprès des pays riches et des multinationales (telle que Monsanto qui a produit 78% des OGM commercialisés dans le monde en 2000 pour un marché total de 3 milliards de dollars) serait renforcée.

On peut mentionner que Monsanto a annoncé en 1999 l'arrêt de son projet de gène stérilisant, qui fournit un grain stérile reposant sur le brevet " Terminator ", qui aurait pu obliger les utilisateurs à racheter chaque année des semences.

Il est vraisemblable que des OGM permettant d'éviter les pesticides, insecticides et autres produits coûteux, tout en multipliant les rendements des récoltes, soient plus avantageux économiquement pour les utilisateurs et donc en particulier pour les pays les plus pauvres.

Il faut également souligner que les OGM sont une opportunité pour des pays pauvres de solutionner les problèmes de malnutrition en procurant, par exemple, du riz enrichi en bêta-carotène. La firme Sygenta, en collaboration avec des chercheurs chinois, a décrypté le génome du riz, la céréale du pauvre, " permettant d'accélérer l'amélioration de la qualité nutritionnelle, des rendements agricoles et de l'agriculture durable pour répondre aux besoins croissants de la planète ". Ceci a amené certains spécialistes à affirmer que le débat sur les OGM était un débat de gens riches et bien nourris n'ayant aucun sens pour les gens qui meurent de faim ou souffrent de carences alimentaires conduisant à des problèmes graves tels que la cécité.

Par ailleurs, nous avons vu que la Chine (considérée par certains comme pays en voie de développement) vient d'opter massivement pour les OGM et se donne les moyens d'acquiescer son indépendance en ce domaine. Les OGM, freinés dans les pays riches pour des raisons écologistes, pourraient être, pour les pays pauvres,

à l'instar de la Chine, une occasion de développer plus rapidement ces nouveaux produits et non seulement de devenir indépendants mais également de s'enrichir en devenant exportateurs de ces OGM qui sont, de toute façon, amenés à se développer sur la planète...

2) Les OGM feraient courir des risques écologiques mais aussi pour la santé

D'abord, il est clair que les OGM apportent un plus par rapport aux plantes " naturelles ", sur le plan écologique, lorsqu'elles permettent d'éviter ou de réduire les pesticides, insecticides, herbicides, fongicides, phosphates ou nitrates qui atteignent souvent un niveau dangereux dans leur utilisation de plus en plus massive et qui polluent déjà les nappes phréatiques.

De nombreux scientifiques apportent leur soutien aux OGM, précisément pour leur impact favorable et indiscutable à l'écologie

le maïs Bt génétiquement résistant à la pyrale, serait finalement sans danger pour l'environnement. Tel est le verdict de plusieurs études scientifiques qui viennent d'être conduites en France et aux Etats Unis. Le tout sur fond de polémique à propos de la contamination, annoncée à grand bruit cet automne, de variétés traditionnelles mexicaines par des maïs OGM " (43) ; " autre résultat positif pour les promoteurs d'OGM : le maïs Bt préserve les insectes non ciblés. Il y a trois ans, une étude publiée dans Nature avait déclenché une vive polémique en laissant entendre que cet OGM pouvait menacer la survie du papillon monarque, qui jouit d'une excellente popularité outre-atlantique. Mais, en septembre dernier, une série de cinq autres études démontrait le contraire " (43).

On retiendra qu'il faut éviter de parler des OGM d'une façon trop générale et qu'il est

préférable d'examiner au cas par cas chaque OGM; il faut aussi se demander ce qui est bénéfique, ce qui est ou pourrait être nuisible puis comparer les avantages et inconvénients.

Les propos de Raël dans "Oui au clonage humain" (5) apportent en quelques lignes un véritable éclairage sur le sujet :

" Grâce à la génétique, on va pouvoir fournir enfin à tous les êtres

humains de la nourriture en abondance. Les aliments génétiquement modifiés sont l'avenir de l'Humanité. Leurs avantages sont nombreux. Tout d'abord, ils permettent de réduire considérablement les quantités de pesticides et fongicides qui polluent gravement la Terre. Ensuite ils permettent, comme le tout récent riz jaune créé par des généticiens, de fournir aux populations du Tiers-Monde les vitamines dont elles ont désespérément besoin. Il est facile pour des Occidentaux trop bien nourris de proclamer, du haut de leur obésité, que les aliments génétiquement modifiés sont dangereux. Le plus dangereux, c'est de n'avoir rien à manger... Tout le reste est du détail. Même si les premiers aliments génétiquement modifiés ne sont pas parfaits, là aussi, c'est en expérimentant que l'on va améliorer. " (5)



gie [voir les citations de 17 scientifiques (et les références de ces citations) en annexe 2 " Les scientifiques cautionnent les OGM " (42)].

Des OGM sont déjà aujourd'hui dans les assiettes de plusieurs centaines de millions d'Êtres Humains à travers le monde et rien ne démontre leur dangerosité. Si des risques existent, (et comme pour toute nouvelle invention, il y en a certainement) la question doit être examinée de façon dépassionnée, selon une approche scientifique et sans bloquer la recherche qui amènera des solutions bénéfiques pour tous.

Le maïs OGM insecticide Bt, qui avait été incriminé pour son impact sur les cultures et les papillons, vient d'être réhabilité par de nouvelles études plus approfondies : " Contrairement aux craintes légitimes formulées par des défenseurs de la nature,



4 Les animaux transgéniques

Si la plupart des OGM sont des plantes, les premiers animaux transgéniques, les chimères de type plante/animal ou même des gènes humains insérés dans un génome de plante ou d'animal sont arrivés. En voici quelques exemples :



4.1 Animaux transgéniques

- le saumon, avec deux gènes ajoutés qui lui permettent une croissance accélérée (à 18 mois, cinq fois la taille de ses congénères). Bientôt commercialisé au Canada ?
- le moustique fluorescent sous UV, premier pas vers un moustique qui ne transmettra plus le paludisme (20),
- les poissons zèbres, équipés de gènes de fluorescence et de sensibilité au stress qui pourraient être des indicateurs de pollution par les métaux lourds à Singapour,
- les souris modifiées génétiquement, capables de s'adapter plus rapidement à des situations nouvelles en augmentant le taux d'une molécule spécifique (NGF, Nerve Grow Factor) dans leur cerveau (29) ; les souris transgéniques produisant une protéine qui augmente la résistance à l'effort des cellules musculaires (33),



- le rat, dont on a réduit de 70% les métastases dans un cancer du colon en injectant un "gène suicide" dans les cellules cancéreuses (30),
- le lapin albinos "vert", fluorescent sous lumière noire, commandé par l'artiste E.Kac.
- Le singe génétiquement modifié en 2000, qui permettra d'accélérer la recherche médicale pour l'Homme.

On peut rappeler également la bactérie *Escherichia Coli* modifiée génétiquement pour pouvoir produire l'hormone de croissance humaine dès 1977, ou la production industrielle d'insuline par génie génétique démarrée dès 1982 aux USA, pour soigner les diabétiques.

4.2 Les chimères plantes/animaux

- le cochon, avec un gène d'épinard permettant de réduire de 20% les graisses de sa viande à Osaka au Japon (21) ; un cochon génétiquement modifié qui rejette moins de phosphates dans ces excréments (32),
- les vaches et les chèvres, avec un gène d'araignée pour produire un lait contenant une protéine de soie, qui donnera un fil biodégradable, plus léger et plus résistant que l'acier ou le kevlar (22),
- les vaches transgéniques dont le lait contiendrait des protéines à usage thérapeutique pour l'Homme, en projet dans une ferme canadienne régie selon des normes établies par la FDA (Food and Drug Administration) (31).



4.3 Gènes humains insérés dans un génome de plante et/ou d'animal

- les poules génétiquement modifiées au "Roslin Institute" d'Edimbourg, (où la brebis Dolly a été clonée) pour obtenir des molécules pharmaceutiques (anti-corps monoclonaux) susceptibles de lutter contre certains cancers ; les poules capables de produire dans leurs œufs de l'interféron ou contenant un facteur de croissance humain... (23).
- la souris jaune au Minnesota, USA, en utilisant un transposon, technique qui pourrait aider à soigner des maladies comme l'hémophilie (24) ; des cellules humaines ont été utilisées comme vecteur pour le gène du facteur anti-hémophilique sur une souris, ce qui permet d'envisager le traitement de l'hémophilie de type A

chez l'Homme (24) ; rétablissement du système immunitaire d'une souris qui souffrait d'une maladie génétique du sang, pour la première fois, par thérapie génique au MIT, Boston (38),

- la luzerne transgénique utilisée comme usine à médicaments, pour fabriquer des protéines à visées thérapeutiques, grâce à l'insertion d'un gène humain(44). "La luzerne devance ainsi le tabac, le maïs, le riz, la pomme de terre, les bactéries, les levures, et les cellules de mammifères qui servent également d'usines à médicaments".



5

Thérapie génique pour l'Homme

Au-delà du diagnostic génétique pré-implantatoire que l'on peut considérer comme les prémices de la thérapie génique pour l'Homme, l'historique de cette thérapie génique pour ce dernier connaît déjà ses premiers succès, en particulier avec les bébés bulles, et ouvre les portes sur l'Homme transgénique...

5.1 Historique

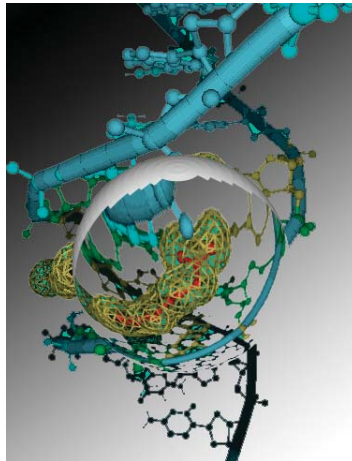
" La première tentative de transfert de gènes chez l'Homme eut lieu aux Etats-Unis en 1960 " (4), donc avant la découverte de l'ADN recombiné, pour tenter d'apporter l'enzyme manquant à des patients atteints d'une déficience enzymatique.

" On a maintenant assez de recul pour affirmer que le transfert de gènes chez l'Homme est réalisable et qu'il comporte peu de risques [...] La thérapie génique somatique ne pose pas plus de problèmes éthiques qu'une simple greffe " (4).

- sur des macaques, les embryons ont été génétiquement modifiés, ouvrant la porte au traitement de tares génétiques chez son " cousin ", l'Homme (25). En effet, la maîtrise de transfert de gènes chez les mammifères est une étape clé vers l'éradication des maladies génétiques chez l'Être Humain comme la fibrose kystique ou la dystrophie musculaire, causées par des gènes défectueux dûment identifiés et détectables avant la naissance. Autre exemple d'application possible de la thérapie génique, en ce début d'année 2002, des chercheurs australiens viennent de découvrir un gène mutant (BRCA3) qui, dans 60% des cas, provoquerait un cancer du sein chez les femmes porteuses de ce gène défectueux (26).

Des centaines de laboratoires redoublent d'efforts dans le monde pour appliquer la thérapie génique à toutes les maladies graves,

aujourd'hui incurables. Deux types de pathologies se prêtent particulièrement à la thérapie génique : d'après le Pr Fisher, " une quinzaine de maladies héréditaires graves du système immunitaire, telle l'affection des enfants bulles et celles dues au manque d'une protéine dans le plasma, comme l'hémophilie ".



Parmi les autres maladies rares et graves qui ont une origine monogénique et donc plus particulièrement susceptibles d'être soignées par thérapie génique, on peut mentionner (36) :

- la myopathie de Duchenne (un garçon sur 3500), dont le gène défectueux et la protéine associée sont identifiés, conduit à la perte de la marche et à des difficultés respiratoires graves,
- la chorée de Huntington (une personne sur 10000, soit 6000 cas en France), dont l'anomalie génétique est identifiée, mène à une dégénérescence neuronale et aboutit à la démence et à une issue fatale. Une greffe de neurones fœtaux, a eut un effet spectaculaire pour cette maladie sans autre traitement connu, montre l'intérêt de la thérapie cellulaire,
- la mucoviscidose (un enfant sur 2500 naissances), dont le gène responsable a été

découvert en 1989, se manifeste par des infections répétitives et une insuffisance respiratoire. Plusieurs essais cliniques sur un nombre restreint de patients montrent la faisabilité d'un transfert de gène dans l'épithélium respiratoire.

5.2 Les premiers succès

La thérapie génique, consistant à soigner une maladie par l'introduction d'un gène correcteur, suscite d'immenses espoirs. Au-delà de la maladie d'Alzheimer évitée par un diagnostic génétique préimplantatoire, les premiers vrais succès de la thérapie génique avec la guérison de bébés bulles, sont déjà là.

5.2.1 Alzheimer évité par un diagnostic génétique préimplantatoire

Le diagnostic génétique préimplantatoire (DPI) a pour but d'avoir un enfant indemne d'une maladie génétique. La technique permet de prévenir l'implantation et donc le développement d'un embryon à risque. Elle est utilisée uniquement pour des maladies graves et incurables. Elle repose sur la fécondation in vitro et le tri d'embryons pour n'implanter chez la femme que des embryons sains. Cette pratique est très encadrée sur le plan législatif.

" Un premier DPI a été effectué avec succès en France en 2000 et a permis la naissance d'un enfant sain, Valentin, qui a ainsi échappé au risque d'une maladie héréditaire mortelle. La révision annoncée des lois de bioéthique de 1994 pourrait faciliter le recours au DPI qui constitue,



pour nombre de couples, un formidable espoir " (36).

" Des chercheurs et médecins viennent de décrire le cas d'un diagnostic génétique préimplantatoire (DPI) destiné à sélectionner des embryons exempts d'une mutation qui prédispose à une forme de maladie d'Alzheimer se développant entre 30 et 40 ans. Ces mesures ont permis de donner naissance à un enfant en bonne santé et qui ne porte pas la mutation incriminée. [...] Cette mutation avait été identifiée chez trois des cinq membres de la famille de la patiente, dont sa sœur. Cette dernière avait présentée les premiers symptômes de la maladie à 38 ans " (28).



5.2.2 Guérison des bébés bulle par thérapie génique

En 2000, l'équipe du professeur Alain Fisher, de l'Institut national français de la santé et de la recherche médicale (INSERM), avait annoncé le premier succès de thérapie génique obtenu sur quatre bébés bulles.

En avril 2001, des chercheurs de l'INSERM ont identifié un nouveau gène responsable du DICS (Déficit Immunitaire Combiné Sévère), dénommé Artemis.

En avril 2002, "un " bébé bulle " de 18 mois souffrant d'une forme de maladie rare, le déficit immunitaire combiné sévère (DICS), a été soigné par thérapie génique pour la première fois en Grande-Bretagne, [...].

Cette forme de déficit immunitaire grave est due à un gène déficient, ce qui oblige les enfants à vivre dans un environnement totalement stérile, sous peine de succomber à une infection, d'où le surnom de " bébés bulles ". Généralement, ces bébés ne vivent pas au-delà de deux ans. [...] Dans le cas de Rhys Evans, né au Pays de Galles, aucun donneur n'était compatible. [...] Ils ont utilisé un virus pour implanter le gène déficient modifié dans les cellules immunitaires de la moelle osseuse [...]. " Il était horriblement malade, avec une grave pneumonie, une infection mortelle ", a commenté le Dr Adrian Trasher ; [...] " Après sa thérapie génique, il courait dans la maison. C'est un petit garçon normal maintenant ".

" Si vous aviez vu comme il était mal, trop faible pour tenir sa tête. Maintenant, vous ne pouvez plus l'arrêter ", a déclaré Marie Evans, la mère du bébé. [...]

On estime qu'un enfant sur 150 000 naît ainsi. Cette maladie n'affecte que les garçons."(27)

*Aujourd'hui, les premiers succès portent sur les maladies où un seul gène défectueux est concerné (ex : bébés bulle) et ont ainsi relancé la thérapie génique ; de nouveaux essais de thérapie génique sont menés chez des personnes atteintes d'hémophilie en Californie (Société Avigen) ou de différents cancers (Société Onyx Pharmaceuticals) (6).

Demain, grâce au décryptage du génome humain et à l'identification des gènes, l'ensemble des maladies dues à plusieurs gènes et des facteurs de l'environnement pourrait être éradiqué. Cette première étape concerne la thérapie génique utilisée en intervenant sur les cellules somatiques, c'est-à-dire que le gène correcteur a un effet sur l'individu concerné mais pas sur sa descendance. Une autre étape consiste à une thérapie génique ou " manipulations génétiques " en agissant sur les cellules germinales, c'est-à-dire que les effets du gène modifié pourront être transmis aux descendants.

C'est la voie ouverte à l'Homme transgénique.

5.3 L'Homme transgénique

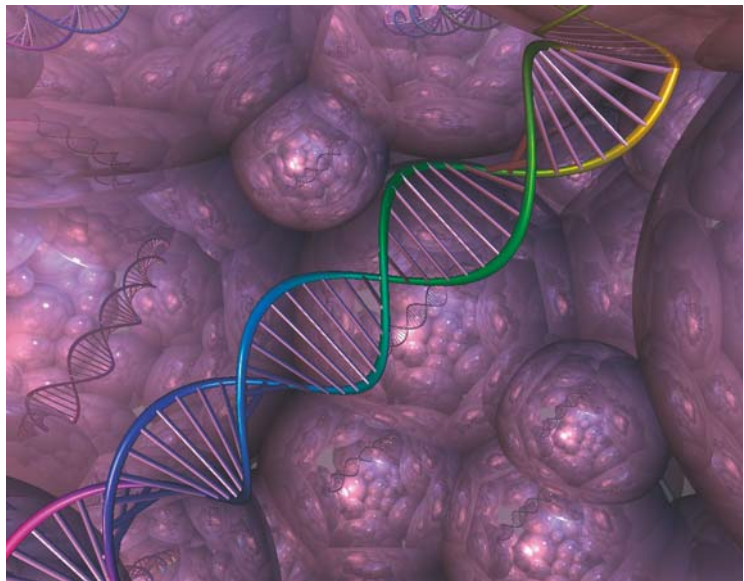
Courrier International (34), à partir d'extraits de Nature (35), titrait fin 2001 " L'Homme transgénique est au bout de la pipette " et faisait le point sur le sujet en ce qui concerne l'état d'avancement, la technique et l'éthique.

5.3.1 Etat d'avancement

" Toute tentative de réparation des gènes dans les embryons humains exige que l'on soit sûr qu'une unique copie du transgène soit insérée exactement au bon endroit, pour remplacer un gène "défectueux". Chez les souris, le ciblage génique est aujourd'hui pratique courante.

La méthode repose sur un phénomène appelé "recombinaison homologue", au cours duquel un gène flanqué de séquences homologues à celles du site ciblé dans le génome est inséré au bon endroit par les enzymes de réparation de l'ADN, et remplace ainsi le gène ciblé.

Une autre méthode repose sur un chromosome artificiel. Plusieurs chercheurs sont capables de fabriquer de toutes pièces des chromosomes qui fonctionnent chez la souris ou chez l'Humain. [...] Placer des transgènes à l'intérieur de chromosomes artificiels signifie qu'il n'y a plus de limite au nombre de gènes insérés. En outre, le risque de dysfonctionnement génique dû aux insertions aléatoires disparaît. La méthode, qui en est encore à ses balbutiements, est développée pour la production d'animaux transgéniques et pour la thérapie génique sur des cellules non reproductrices plutôt que pour la manipulation de cellules germinales humaines. H Willard (CHU de Cleveland, Ohio) et ses collègues [...] ont mis au point un chromosome artificiel humain à partir d'ADN totalement synthétique. "



5.3.2 Technique

" Les chercheurs estiment que la manipulation des cellules germinales se tournera plutôt vers la méthode du transfert de noyau utilisée pour créer la brebis clonée Dolly. Le principe de base consiste à prendre le noyau d'une cellule, à y introduire un transgène par recombinaison homologue, puis à transférer le noyau ainsi obtenu dans un ovule préalablement énucléé. [...] Des membres de l'équipe de Dolly, à Edimbourg, ont créé une brebis transgénique avec cette méthode. Pour la thérapie génique humaine, la procédure serait légèrement différente ".

La technique pour créer un homme transgénique pourrait être :

- le prélèvement et l'énucléation d'un ovule (A) de la mère, non fécondé,
- l'insertion d'un noyau transgénique dans l' ovule (A), (ce noyau transgénique venant, par exemple, d'un autre ovule (B) de la mère, fécondé in vitro par un spermatozoïde du père et dans lequel on a introduit un transgène),
- la mise en culture de l'ovule (A) et l'implantation de l'embryon transgénique dans l'utérus de la mère.



5.3.3 Ethique

" De nombreux chercheurs estiment que, dans dix ans, la thérapie génique sur les cellules germinales humaines pourrait faire partie de la médecine de tous les jours. [...] En mars 1998, [...] une conférence à Los Angeles [...] traite ouvertement de la manipulation des cellules germinales humaines, jusque là considérée comme taboue. [...] D'éminents scientifiques se sont prononcés en sa faveur, en avançant qu'une réglementation excessive risquait d'entraver des recherches utiles pour la médecine. L'année dernière, un rapport de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS) modérait toutefois cet enthousiasme et demandait un moratoire sur les recherches visant à altérer les gènes d'une personne d'une façon susceptible d'affecter ses descendants, mais [...] laissait aussi la porte ouverte à ce type de manipulation, en concluant qu'avec des méthodes sûres, un contrôle vigilant et des débats publics, la thérapie génique des cellules humaines pourrait un jour être acceptable ". [...]

" Il n'y a qu'un pas de la thérapie génique visant à remplacer des gènes comme le BRCA-1 (gène qui sous certaines mutations, est responsable du développement du cancer du sein) aux manipulations destinées à doter les enfants de gènes pré-

disposant à l'intelligence, à la grande taille ou à la politesse. "[...]

" Les scientifiques [...] s'accordent sur un point : il est, de loin, préférable d'organiser des débats d'éthique dès maintenant, alors que les techniques ne sont pas encore une réalité quotidienne, que de le



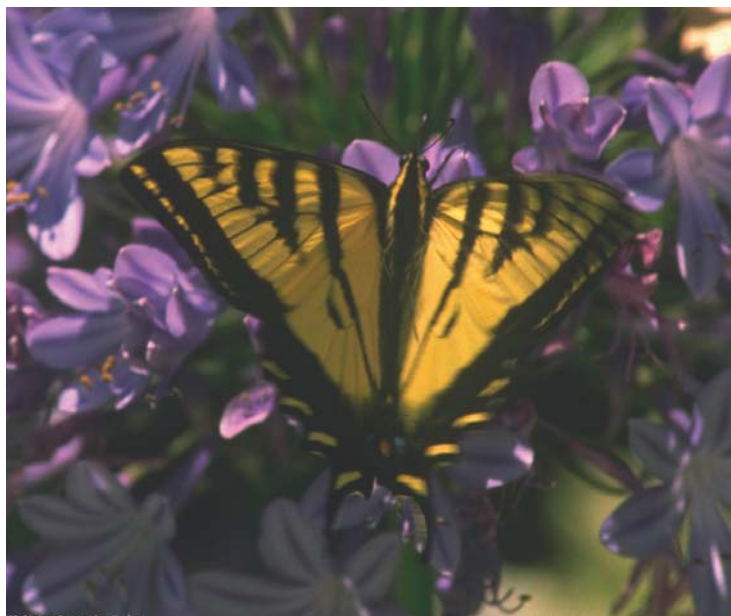
faire en toute hâte quand elles seront devenues monnaie courante ".

Dans " Oui au clonage humain " (5), on peut lire le condensé ci-dessous sur la question :

" Il est déjà scientifiquement possible, pour des parents, de choisir certaines caractéristiques de l'enfant qu'ils veulent avoir avant sa naissance. Le choix du sexe est déjà possible, même si certains pays ont cru bon de voter des lois l'interdisant. Mais, très bientôt, toutes les caractéristiques de l'enfant vont pouvoir être

sélectionnées. On pourra réellement avoir un enfant à la carte. Les arguments de ceux qui s'opposent à ces possibilités sont vraiment ridicules. Actuellement, on laisse faire le hasard, souvent baptisé " la volonté de Dieu " par ceux qui sont suffisamment primitifs ou superstitieux pour y croire encore. Ainsi, des familles se retrouvent avec des enfants porteurs de tares génétiques, handicapés et souffrant à vie, dont l'espérance de vie est parfois extrêmement courte et qui sont une charge énorme pour la société alors que tout cela aurait pu être évité facilement. Il est criminel de laisser naître des enfants qui vont souffrir toute leur vie alors que l'on sait faire en sorte que seuls des enfants génétiquement sains soient conçus. [...] On ne voit pas pourquoi les caractéristiques physiques et intellectuelles d'un enfant ne pourraient pas être choisies par les futurs parents. Là aussi, le bonheur de l'enfant à venir en dépend car plus l'enfant correspondra à ce que les parents attendent et plus il sera aimé. [...] Ainsi, les familles, l'enfant à naître et la société, tous bénéficient du fait pour les parents de pouvoir choisir " à la carte " les caractéristiques du futur Être Humain. [...] Un jour viendra où toutes les considérations " éthiques " de notre époque paraîtront totalement anti-éthiques, car elles ne prendront pas en compte le bonheur réel des êtres à naître et l'avenir de l'Humanité." (5)

5.3.4 Robots biologiques et hommes "à notre image"



Les OGM sont de nouveaux organismes vivants créés par l'Homme ; ils sont une première étape sur le chemin de la création de n'importe quelle forme de vie, y compris de robots biologiques et même, un peu plus tard, d'êtres " à notre image ".

Déjà, on évoque la possibilité d'une nouvelle espèce humaine et la question de la transmission des gènes, voire de chromosomes additionnels, est posée : " Une nouvelle espèce humaine serait en train d'apparaître. Reste que les méthodes, consistant à doter les personnes de chromosomes supplémentaires, soulèvent une épineuse question : des Humains avec 24 paires de chromosomes au lieu des 23 habituelles pourraient-ils se reproduire avec n'importe quel partenaire ?[...] A moins qu'ils ne s'accouplent avec une personne possédant également deux copies du chromosome additionnel, leurs enfants n'hériteraient que d'une seule copie et leurs petits-enfants pourraient même ne pas posséder le chromosome du tout ". (34)

Demain, nous serons capables de créer de nouvelles formes de vie et de les adapter aux conditions rencontrées sur les planètes que nous explorerons dans le futur. Nous pourrions refaire sur d'autres planètes ce que nos Créateurs ont réalisé sur la Terre.



6 Conclusion

Les OGM, comme toutes les nouvelles avancées de la science, apportent déjà de nombreux bienfaits :

- des aliments plus savoureux, plus sains pour la santé,
- des céréales qui vont enfin apporter de la nourriture en abondance sur toute la planète,
- des plantes plus respectueuses de l'environnement et des plantes vaccins,
- des animaux aux caractéristiques étonnantes.

Même si tous les aliments ou toutes les plantes génétiquement modifiés ne sont pas parfaits, c'est en poursuivant les expérimentations de façon concertée et intelligente que l'on apportera les améliorations qui seront finalement bénéfiques pour tous.

La thérapie génique pour l'Homme, quant à elle, a déjà montré des succès spectaculaires avec la guérison des bébés bulles. Cette science n'en est qu'à ses débuts. Elle va continuer de progresser et permettra, à terme, de guérir toutes les maladies génétiques.

Cette science de l'amélioration et de la création de la vie ira beaucoup plus loin encore, en bouleversant notre vie et notre conception même de la vie dans de nombreux domaines et au-delà de ce que nous imaginons aujourd'hui. Elle ouvre la porte qui conduit aux robots biologiques et même, à la création d'Êtres Humains semblables à nous mais aussi différents de nous, si nous le souhaitons. Elle est porteuse d'une révolution technologique avec des robots vivants et plus encore, d'une révolution psychologique et religieuse avec la possibilité de créer des hommes " à notre image " ou d'améliorer la race humaine en jouant sur ses gènes.

Comme toute science nouvelle, l'ingénierie génétique, avec les OGM et la thérapie génique, utilisée sur l'Homme, suscite des craintes mais aussi d'immenses espoirs. Au-delà des réticences initiales que rencontre toute nouvelle technologie, elle est potentiellement positive et sera bénéfique à toute l'Humanité si elle est utilisée avec conscience.



Références

Annexe 1 : " De l'atome à la cellule "

Dans le processus de la vie, en allant du plus petit élément, l'atome, jusqu'à la cellule, par exemple, on va répertorier :

- les atomes : une centaine est recensée dans le tableau de Mendeleev ; les plus présents dans le corps humain sont l'hydrogène (H), l'oxygène (O), le carbone (C), l'azote (N) et le phosphore (P).

- les acides aminés sont de petites molécules, principalement composées des atomes cités ci-dessus (C, H, O, N). Ce sont les briques à partir desquelles sont constituées les protéines. Il existe en tout et pour tout vingt acides aminés différents chez l'Homme : Alanine(Ala), Arginine(Arg), Asparagine(Asn), Acide aspartique(Asp), Cystéine(Cys), Acide glutamique(Glu), Glutamine(Gln), Glycine(Gly), Histidine(His), Isoleucine(Ile), Leucine(Leu), Lysine(Lys), Méthionine(Met), Phénylalanine(Phe), Proline(Pro), Sérine(Ser), Thréonine(Thr), Tryptophane(Trp), Tyrosine(Tyr) et Valine(Val).

- les quatre matériaux de base de la cellule : protéines, glucides, lipides et acides nucléiques.

* Les protéines (du grec " protos ", de première importance) sont de grandes molécules constituées à partir des acides aminés : de cinquante à quelques milliers selon la protéine concernée. Les protéines peuvent servir de briques pour la construction des cellules, telles la kératine (constituant du poil, ongle, corne, sabot ou plume) ou le collagène (qui donne sa solidité à la peau ou au tendon). D'autres protéines ont une fonction spécifique, comme l'hémoglobine qui assure le transport de l'oxygène dans le sang. Les enzymes sont des protéines chargées d'activer des réactions chimiques ; les anticorps sont encore des protéines qui assurent la défense de l'organisme ; certaines hormones comme l'insuline sont également des protéines...

* Les glucides (ou hydrates de carbone) sont des molécules au goût sucré, constituées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Le glucose, qui représente la source énergétique principale de la cellule est parmi les plus connus.

* Les lipides sont composés de longues chaînes d'atomes de carbone et d'hydrogène (les acides gras) et stockés sous forme de gouttelettes de graisse dans la cellule.

* Les acides nucléiques, l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN) sont également des molécules vitales, contenant des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et de phosphore.

On peut mentionner au moins trois sous-ensembles qui sont des composantes de ces acides nucléiques :

- les nucléotides sont les constituants de l'ARN et de l'ADN, (de la même façon que les acides aminés sont les constituants des protéines). Chaque nucléotide comprend un sucre, un phosphate (PO₄) et une base.

Dans l'ADN on rencontrera les 4 bases suivantes : Adénine (A), Guanine (G), Cytosine(C) et Thymine(T).

Dans l'ARN, il y a aussi 4 bases : Adénine(A), Guanine(G), Cytosine(C) comme dans l'ADN et l'Uracile (U), qui remplace la Thymine.

Dans l'ADN ou l'ARN, ce sont toujours les mêmes bases qui s'assemblent deux à deux : l'Adénine avec la Thymine (dans l'ADN) ou l'Uracile (dans l'ARN) qui forment la paire de bases A-T ; la Cytosine avec la Guanine qui forme la paire de bases C-G.

On peut dire que le code de la vie est un alphabet à quatre lettres.

- le codon est un ensemble de trois nucléotides (caractérisés par les trois bases présentes) qui va permettre de " coder " un des vingt acides aminés présents chez l'Homme (par exemple, le codon caractérisé par UGC va coder l'acide aminé Cystéine, le codon CUC codera la leucine...).

On remarquera que plusieurs codons différents pourront coder le même acide aminé (par exemple, les codons GUA ou GUC ou GUU ou GUG coderont la valine).

- les gènes (du grec " genos ", origine) sont des portions d'ADN codantes, qui contiennent le plan de fabrication des protéines. Chaque gène contient donc une information biologique qui pourra être transmise à la descendance.

Après l'avoir estimé jusqu'à 100 000, on évalue aujourd'hui à environ 30 000 le nombre de gènes chez l'Homme.

Un gène contient généralement de 100 à 200 millions de paires de bases...

Dans chaque cellule, chacun des gènes est présent en deux exemplaires (ce sont les " allèles ") : un sur le chromosome venant de la mère, un sur le chromosome issu du père.

- l'ADN, Acide DésoxyRiboNucléique, est une longue molécule dont la structure a été décrite en 1953 par Crick et Watson : on peut se représenter les deux brins d'ADN comme les deux montants d'une échelle qui aurait été torsadée en spirale et dont les barreaux sont constitués de deux bases " complémentaires " qui s'emboîtent.

L'ADN est présent dans chaque cellule, plus précisément à l'intérieur du noyau de la cellule (de cinq à dix microns, soit 0,005 à 0,01 millimètre de diamètre), sous une forme filamenteuse, qui, déroulée, aurait une longueur de l'ordre de 1,5 à 2 m. L'ADN humain est constitué de plus de trois milliards de paires de bases, soit de l'ordre de 200 milliards d'atomes... une base comprenant une trentaine d'atomes. Si l'on mettait bout à bout l'ADN de toutes les cellules de notre corps, on obtiendrait une longueur totale de 10 milliards de kilomètres, soit le diamètre du système solaire ! Quelle belle illustration de l'infiniment petit à l'infiniment grand !

Ce n'est que pendant la mitose (période de la division cellulaire) que l'ADN se présente sous forme de bâtonnets appelés chromosomes. Ceux-ci sont des brins d'ADN très compactés. Suivant l'espèce, le nombre de chromosomes sera différent : 23 paires pour l'Homme. Cet ADN constitue le génome*, c'est-à-dire le plan de fabrication contenant l'ensemble des informations nécessaires au développement et à la vie de l'organisme. Pour une espèce donnée, le nombre de chromosomes dans chaque cellule est toujours le même.

- L'ARN, Acide RiboNucléique, est présent dans la cellule, plus précisément dans le cytoplasme, les nucléoles ou les ribosomes. Il peut accomplir différentes fonctions ; aussi, on distingue l'ARN polymérase qui copie l'ADN du noyau, l'ARNm ou ARN messager qui transporte le message génétique du noyau vers le cytoplasme jusqu'aux ribosomes où le message est décodé et permet la synthèse des protéines.

La cellule est l'élément de base de tout organisme vivant, la plus petite structure vivante organisée (entre un et 100 µm, soit entre 0,001 et 0,1mm).

L'Homme comprend entre 60 et 100 milliards de cellules. On dénombre chez l'Être Humain environ 200 types de cellules (osseuses, peau, musculaires, nerf, rein, foie...) ; leur durée de vie est très différente : quelques jours pour l'intestin, 120 jours pour un globule rouge, la vie entière pour un neurone... Pour se reproduire, c'est-à-dire pour donner naissance à deux cellu-



les filles identiques, 24 heures sont nécessaires à la cellule.

On distingue en particulier deux grandes familles de cellules :
- les cellules somatiques (du grec " soma ", corps), non reproductrices qui constituent tel ou tel organe (cœur, rein, foie, muscle, etc.) ou un système cellulaire (sang, système immunitaire, etc.),
- les cellules germinales ou sexuelles que l'on appelle aussi gamètes. La fusion d'un gamète mâle (le spermatozoïde) avec un gamète femelle (l'ovule) donne naissance à l'embryon,

- de façon simplifiée, on peut subdiviser la cellule en trois parties : noyau, cytoplasme et membrane :

* Le noyau, qui contient en particulier l'ADN, est lui-même délimité par une membrane qui protège les chromosomes et permet les échanges entre le noyau et le cytoplasme de la cellule,

* Le cytoplasme, qui est le corps de la cellule qui entoure le noyau contient de nombreux organites tels que les ribosomes (usines à synthétiser les protéines), les mitochondries (véritables centrales énergétiques de la cellule), les lysosomes (estomacs de la cellule), le réticulum endoplasmique (sorte de squelette de la cellule), l'appareil de Golgi...

* La membrane cellulaire, qui entoure et protège la cellule, permet également les échanges avec l'extérieur (pour se nourrir, éliminer les déchets, communiquer avec les autres cellules, etc.).

Annexe 2 : "Les scientifiques cautionnent les OGM"

Michel Aigle

Fonction : Professeur de génétique et de biologie cellulaire à l'université de Bordeaux II.

Date : 19/06/1998.

Source : " Le quotidien du médecin " (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" A mon sens, le principal objectif du développement des plantes transgéniques est d'ordre écologique, dans la mesure où l'on peut ainsi produire autant, sinon plus, en mettant moins d'herbicides, moins d'insecticides et moins de fongicides. Je comprends que toutes ces perspectives fassent réfléchir soulèvent de l'inquiétude mais elles correspondent pourtant à des progrès considérables à condition que le développement des biotechnologies soit contrôlé démocratiquement par la société, en se fondant sur les données scientifiques irréfutables. "

Bernard Auxenfans

Fonction : Directeur général de Monsanto agriculture pour l'international, président de Monsanto pour l'Europe et l'Afrique.

Date : 29/06/1998.

Source : La Tribune.

" Les industriels ont largement investi dans le développement des biotechnologies végétales. Pourquoi ? Parce que c'est un enjeu majeur pour le développement de l'Humanité, comme pour la préservation de l'environnement. Ce bénéfice pour l'agriculteur mérite à lui seul la poursuite des investissements dans les biotechnologies. Meilleurs rendements des cultures, progrès en matière de préservation de l'environnement, et demain, aliments mieux adaptés aux besoins. Tels sont les progrès attendus. Les biotechnologies végétales sont une chance à saisir pour les agriculteurs français. "

Patrick Berche

Fonction : Chef de service de microbiologie à l'hôpital Necker-Enfants malades à Paris.

Date : 19/06/1998.

Source : Le quotidien du médecin.

" Les bénéfices des biotechnologies sont énormes : baisse de la pollution des sols et des nappes phréatiques, moins de risques d'intoxication pour l'agriculteur qui manipule ces produits, moins d'utilisation d'engins mécaniques, eux aussi polluants... De plus, les biotechnologies ouvrent à la biodiversité car elles permettent d'aller chercher de nouvelles informations, de nouveaux gènes, dans des règnes autres que celui du végétal, ce qui ouvre le panel des gènes disponibles. L'augmentation des rendements et l'introduction de cultures adaptées dans les zones non arables, grâce aux biotechnologies, constitue également un atout majeur pour l'Humanité. "

Jean Bizet

Fonction : Sénateur de la Manche, vétérinaire.

Date : 19/06/1998.

Source : Le Figaro.

" Nous devons permettre à nos agriculteurs, dès aujourd'hui, au travers de ces biotechnologies, d'être non seulement des producteurs de matières premières agricoles respectueuses de l'environnement, mais aussi des producteurs de molécules pour l'industrie et la pharmacie. Ce sera une valeur ajoutée supplémentaire, voire une deuxième transformation, réalisée directement en plein champ et c'est déjà l'agriculture du troisième millénaire. Nous sommes donc véritablement à l'heure des choix. Le gouvernement a de graves et grandes décisions à prendre rapidement. Il y a, en la matière, des retards qui ne se rattrapent pas. "

Jean-Marie Bourré

Fonction : Directeur de l'unité 26 de l'Inserm à l'hôpital Fernand-Widal à Paris.

Date : 19/06/1998.

Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Dans le domaine de l'alimentation, les biotechnologies peuvent apporter beaucoup de choses, tant sur le plan nutritionnel que pour la qualité et le coût des aliments. Grâce à elles, on peut imaginer aujourd'hui obtenir des aliments dont on a modifié et optimisé le profil nutritionnel. "

Jean Bousquet

Fonction : Service des maladies respiratoires, unité Inserm 454, Montpellier.

Date : 19/06/1998.

Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Face aux pathologies allergiques, les biotechnologies, dont les risques en termes d'introduction d'allergènes sont de mieux en mieux maîtrisés, offrent de grands espoirs pour la prévention de l'allergie alimentaire. "



Marcel Cazalé

Fonction : Ancien président de l'Association Générale des Producteurs de Maïs (AGPM).

Date : 19/06/1998.

Source : Les Echos.

" Les OGM sont la première traduction d'une technique nouvelle, la transgénèse, déjà utilisée pour les médicaments ou la bière. Elle offre de nombreux atouts : augmentation du potentiel agronomique de la plante, limitation de l'usage des produits phytosanitaires sur les cultures, amélioration des qualités nutritives et gustatives des aliments... L'Europe ne peut pas passer à côté des biotechnologies. S'exclure d'emblée de la transgénèse serait aussi grave que si l'on avait refusé l'électricité lorsqu'elle est arrivée. "

Jean-Pierre Cézard

Fonction : Professeur de pédiatrie, service de gastro-entérologie et nutrition pédiatriques à l'hôpital Robert-Debré à Paris.

Date : 19/06/1998.

Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Les biotechnologies ont déjà apporté et vont apporter beaucoup, en améliorant la qualité nutritionnelle des aliments et en aidant à résoudre le problème de la faim dans le monde. Elles permettent de créer des variétés qui nécessitent moins de traitements chimiques, mais aussi des espèces résistantes à la sécheresse, au froid, ou enrichies en éléments nutritifs faisant défaut à certaines populations. "

Bernard Chardon

Fonction : Médecin chargé de mission en nutrition et en toxicologie alimentaire au ministère de l'Agriculture, membre de l'association des maires de France.

Date : 19/06/1998.

Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Curieusement, on méconnaît le potentiel des biotechnologies, qui, tout en garantissant une bonne productivité, ont un impact positif incontestable sur l'environnement. La première génération de plantes améliorées par les biotechnologies a des avantages agronomiques indéniables, comme la réduction considérable de la consommation de pesticides. La deuxième génération va permettre d'imaginer des plantes " à valeur ajoutée " car elles seront, par exemple, enrichies en protéines ou en certains acides gras pour améliorer leur profil nutritionnel... Ces plantes présentent un bénéfice santé pour le consommateur et, par conséquent, un intérêt économique pour le producteur. Grâce aux biotechnologies, les modes de production agricoles vont devenir beaucoup plus respectueux de l'environnement et vont permettre de limiter la pollution à l'aide de produits peu nocifs et rapidement biodégradables. "

Claude Fauquet

Fonction : Directeur de recherche à l'Orstom, co-directeur de l'IlTab en Californie.

Date : 27/05/1998.

Source : Auditions publiques de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques.

" Le génie génétique va maintenant nous permettre d'aller chercher des gènes de résistance à des maladies, à des viroses, des bactérioses, etc. qui se trouvent dans des plantes sauvages, et de les mettre dans des plantes cultivées. "

Daniel Herrera

Fonction : Porte-parole de Nestlé Suisse.

Date : 20/05/1998.

Source : Les Echos.

" Nous n'avons pas à mettre spécialement en garde le consommateur car ces produits sont totalement sans danger pour la santé. "

Louis-Marie Houdebine

Fonction : Directeur de recherche à l'Inra.

Date : 01/06/1998.

Source : Quo.

" Il faut arrêter d'avoir peur du progrès... Sur le long terme, si on est capable de maîtriser les organismes vivants qui peuvent aller à des choses tout à fait extraordinaires, comme par exemple, permettre à des plantes de vivre dans un endroit tout à fait sec, beaucoup plus sec que l'endroit où elles vivent normalement, cela va changer complètement les choses. Il ne faut pas se faire d'illusions, et disons, sur le moyen terme, cela va être une contribution essentielle à la faim dans le monde, ça c'est sûr. Je dirais même : est-ce qu'on va pouvoir vivre en 2050 si on n'a pas la maîtrise par les transferts de gènes des végétaux, des animaux. Enfin, est-ce qu'on peut survivre ? Il y en aura qui survivront, les plus forts, les autres pas sûr. "

Claudine Junien

Fonction : Spécialiste de génétique à l'hôpital Necker, directeur de l'unité de recherche Inserm UR 383 " Génétique, chromosome et cancer ".

Date : 19/06/1998.

Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Les biotechnologies peuvent enfin fournir les outils de la prévention... La priorité, pour les pays émergents, est de nourrir leurs populations et de les nourrir correctement afin d'éviter le développement de carences graves. En permettant d'enrichir les aliments traditionnels en substances qui manquent à ces populations, les biotechnologies sont déterminantes. Incontestablement, les biotechnologies sont une clé pour le futur. Il restera, à l'homme, à faire preuve de sagesse, de la même prudence qui l'a déjà guidé à travers 8 000 ans de découvertes biotechnologiques. "

Philippe Kourilsky

Fonction : Directeur de l'unité de biologie moléculaire du gène à l'Institut Pasteur et chef d'une unité de recherche à l'Inserm ; professeur au collège de France.

Date : 30/06/1998.

Source : France culture, émission " Archipel Sciences ".

" Je dirais, qu'en termes de risque pour la santé de l'Homme,



on peut quand même constater avec 25 ans de recul, maintenant, que le génie génétique sous quelque forme que ce soit, n'a causé aucune mort, aucune maladie, pas le moindre rhume, et que ce dont on discute est principalement des risques pour l'environnement et pas des risques pour la santé de l'Homme... Pour moi, les risques sont nuls. Certains avancent l'argument que, dans le maïs transgénique qui est cultivé et distribué en France à l'heure actuelle, il reste un gène de résistance à l'antibiotique et qu'il y a là un risque potentiel. Je pense que la vérité, c'est que ce risque est extrêmement faible ou nul, que de toute façon les fabricants sont en train d'éliminer le gène et que les futures générations n'auront pas ce gène et que la probabilité que l'on dissémine la résistance à cet antibiotique, l'ampicilline, est, à mon avis, extrêmement faible. Ceci étant, puisque l'on peut faire encore mieux, faisons mieux, c'est évident. Mais, ça ne pose pas de problème de santé publique qui mérite que le citoyen soit affolé. "

Jean-Yves Le Déaut

Fonction : Député de Meurthe-et-Moselle, Président de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, ancien directeur du laboratoire de biologie appliquée et de l'UER de sciences biologiques de l'Université Nancy-I.
Date : 30/06/1998.
Source : Les Echos.

" Ma philosophie est de dire oui, avec prudence, aux plantes transgéniques. J'ai peine à imaginer que la France, qui a été dans tant de domaines à l'avant-garde de la recherche scientifique et technique, rejette ces technologies qui sont celles du futur. "

Guy Riba

Fonction : Directeur de recherche à l'Inra, directeur des productions végétales.
Date : 27/05/1998.
Source : Auditions publiques de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques.

" Où sont les intérêts pour la science ? La génomique est une occasion extraordinaire d'accès à la connaissance. En second lieu, c'est une possibilité incroyable et toute nouvelle d'exploitation et d'amélioration des ressources génétiques. "

Lester Thurow

Fonction : Professeur d'économie au Massachusetts Institute of Technology (MIT) à Cambridge (Etats-Unis), ancien directeur de la Sloan school of management du MIT.
Date : 01/08/1998.
Source : Les Enjeux (juillet-août 1998).

" Les contribuables des années 1960 n'ont pas profité des avancées de la biotechnologie. Mais l'essentiel est que cette activité se soit développée. La biotechnologie - autre " success story américaine " - a émergé grâce à des aides publiques. Au début des années 1960, deux ou trois milliards de dollars, en dollars d'aujourd'hui, ont été investis. Les autres pays ne l'ont pas fait. Quand ils ont découvert les biotechnologies dans les années 1980, les Etats-Unis avaient pris vingt-cinq ans d'avance sur eux. 95 % des docteurs en biotechnologie de la planète vivent sur le continent nord-américain. Et l'Europe risque de

passer à côté de l'industrie clef de demain : la biotechnologie. "

Philippe Vasseur

Fonction : Député du Pas-de-Calais, ancien ministre de l'Agriculture, de la pêche et de l'alimentation.
Date : 23/06/1998.
Source : La Tribune.

" Depuis plusieurs années, on mange quotidiennement des aliments à base d'OGM (dérivés du soja...) sans risques pour la santé publique. En soi, les OGM ne posent pas de problème si toutes les précautions sont prises. L'enjeu, c'est l'information des citoyens et des consommateurs, qui doivent avoir les moyens de juger, notamment grâce à l'étiquetage... La logique économique nous pousse à ne pas laisser trop d'avance aux Américains et aux Chinois. Refuser la culture des OGM, c'est s'interdire aussi leur importation. Mais avons-nous vraiment envie de payer le prix d'une nouvelle guerre commerciale. Faisons plutôt confiance aux solutions de liberté. Avec l'obligation d'un étiquetage clair et sincère, chacun pourra décider de consommer ou non des OGM. "

Roger Wolter

Fonction : Professeur à l'école nationale vétérinaire d'Alfort.
Date : 19/06/1998.
Source : Le Quotidien du médecin (supplément au numéro du 19 juin 1998).

" Les biotechnologies ont déjà beaucoup apporté, et promettent beaucoup plus encore, à l'ensemble de la chaîne trophique qui relie le sol, la plante, l'animal et l'Homme. Tous les risques sanitaires et toxicologiques sont évalués et le caractère génétiquement modifié pourrait même devenir un facteur de renforcement de sécurité alimentaire. L'amélioration génétique des végétaux par les biotechnologies représente également un enjeu majeur en agriculture, et notamment en élevage, car elle permet de donner une alimentation mieux équilibrée pour l'animal et pour l'Homme. Les biotechnologies favorisent la sélection en la rendant plus rapide et plus précise. Elles permettent également de contribuer au maintien de la biodiversité. "

http://www3.integra.fr/ogm/version_fr/citations/citations.asp



Bibliographie :

- (1) " Plantes et aliments transgéniques " - Pocket 2000 - Jean Marie Pelt -
- (2) Le tour des OGM en 12 thèmes - Chantal Bourry -
- (3) Le génie génétique - Essentiels Milan - Isabelle Colin CVC
- (4) " Les manipulations génétiques " - Que sais-je - Claudine Guérin - Marchand
- (5) Oui au clonage humain - Fondation raëlienne - Raël
- (6) http://www.cyberpress.ca/reseau/science/0205/sci_102050095726.html
- (8) <http://fr.news.yahoo.com/000114/45/82nl.html> et <http://www.ledevoir.com/public/client-css/news-webview.jsp?new-sid=7020>
- (10) http://www.transfert.net/fr/techno/article.cfm?idx_rub=89&idx_art=5766
- (11) http://www.ladepeche.com/dep_art.asp?Rub=sci&Ref=001218163206.twsuj6f.html
- (12) <http://www.nature.com/nbt/> et <http://www.besok.com/actu.cfm?id=12497>
- (13) http://www.nature.com/nbt/press_release/nbt0600.html
<http://www.besok.com/actu.cfm?id=11414>
http://www.transfert.net/fr/techno/article.cfm?idx_rub=89&idx_art6746
- (14) http://www.besok.com/planete/actu/actp_bs62.htm et <http://agrisalon.com/re1109m0.htm>
- (15) <http://www.inibap.org> et <http://www.besok.com/actu.cfm?id=109494>
- (16) http://www.genopole.org/cgi-bin/genopole_Prod/genopole/Accueil.jsp
- (17) <http://www.china.org.cn/french/15469.htm>
- (18) <http://www.suntory.com/esuntory/flower/index.htm> et http://www.besok.com/homme/actu/acth_bs_CF.cfm?id=4686p
- (19) <http://permanent.nouvelobs.com/sciences/>
- (20) http://quotidien.scienceeravenir.com/sci_20000622.OBS5419.html
- (21) <http://actu.dna.fr/020124132654.6x9v2ky6.html>
- (22) Science, janvier 2002
- (23) <http://www.adit.fr> (Ambassade de France à Londres / Agence pour la Diffusion de l'information Technologique-ADIT)
- (24) Blood, 15 janvier 2002 ; 99(2) : 457-62
- (26) Sydney (AFP) à 17h11(08/02/02)
http://www.clubinternet.fr/actualite_v3/article.phtml?new-sid=020208171158.m63b2pnx.xml
- (27) <http://radio-canada.ca/nouvelles/Technologie/nouvel-les/200204/03/002-BebeBulle.asp>
http://216.32.180.250/cgi-bin/linkrd?_lang=EN&lah=108b576cd4a4576a141ba54fc2898d49&lat=1018279298&hm__action=http%3a%2f%2fwww%2ecom
- (28) JAMA (Journal of American Medical Association) - 2002; 287:1018, 1038-40)
- (29) Le Centre Médical de Rochester <http://www.urmc.rochester.edu>
- (30) Caducée : <http://www.caducee.net/breves:Default.asp>
- (31) La presse canadienne 2000 -Le 27 décembre 2000 19:00 DIV
- (32) Nature - 2002 - (JUILLET ?)
- (33) Science - avril 2002
- (34) Courrier International 581-582 du 20 décembre 2001 au 2 janvier 2002.
- (35) Nature 2001 (Décembre ?)
- (36) La génétique humaine et vous - La Cité des Sciences et Joël de Rosnay -Edition Nathan
- (37) <http://actu.dna.fr/0204041195853.xt9372f8.html> [04/04-21H58 Avril 2002]
- (38) <http://www.liberation.fr/quotidien/semaine/020309-050020072SCIE.html> Par Julie LASTERAD Le samedi 09 mars 2002
- (39) <http://www.observer.co.uk/international/story/0.6903.548964.00.html>
- (40) <http://www.monsanto.fr/actualite/2000/aout2000/cultivar-laug2.html>
- (41) http://www.cyberespace.ca/reseau/science/0024/sci_1102040085114.html
- (42) http://www3.integra.fr/ogm/version_fr/citations/citations.asp
- (43) Le Figaro, mardi 9 avril 2002
- (44) <http://www.cyberscience.com/Cyber/3.0/N2765.asp> 03/05/2002



Les deux objectifs du Mouvement Raëlien International :

- **Diffuser les Messages donnés à Raël par les Elohim sur toute la planète**



- **Construire une Ambassade pour accueillir les Elohim, créateurs de toute vie sur Terre**



Venez visiter nos sites Internet :

- www.rael.org
- www.subversions.com
- www.ufoland.com
- www.nopedo.org
- www.icacci.org
- www.apostasie.org



