

Génie-génétique et applications

Le génie génétique est un outil majeur du XXI^e siècle, qui transforme profondément l'agriculture, la médecine et l'industrie pharmaceutique.

Ces manipulations ont permis d'ouvrir des perspectives révolutionnaires dans ces différents domaines.

Son potentiel est immense, mais son usage nécessite un encadrement éthique et scientifique rigoureux, pour garantir un développement sûr, durable et équitable.

I. Genie genetique des plantes

Production de plantes genetiquement modifiées (OGM), aux propriétés nouvelles, par l'insertion d'un ou plusieurs genes nouveaux dans le genome de la plante modifiée.

Ces modifications genetiques permettent aux plantes :

*** Adaptation a l'environnement:**

- Résistance aux insectes : ex. maïs Bt (intègre un gène de *Bacillus thuringiensis* produisant une toxine insecticide).
- Tolérance aux herbicides : ex. soja Roundup Ready (résistant au glyphosate).
- Résistance aux maladies : insertion de gènes de résistance à certains virus ou champignons.
- Tolérance à la sécheresse / salinité : gènes améliorant l'adaptation aux conditions climatiques extrêmes.

*** Amélioration de la qualité nutritionnelle :**

- Golden Rice : riz enrichi en provitamine A (bêta-carotène), pour lutter contre la cécité liée à la carence en vitamine A.
- Modification des teneurs en acides gras, protéines ou glucides pour améliorer les qualités nutritionnelles des cultures.

*** Réduction de l'usage des pesticides:**

- Les plantes Bt ou résistantes aux maladies réduisent l'utilisation des produits chimiques, ce qui limite l'impact environnemental.

*** Conservation et stockage :**

- Gènes retardant le ramollissement ou le brunissement (ex. tomate Flavr Savr), améliorant la conservation post-récolte.

II. Animaux transgéniques

Un animal transgénique est un animal dont le génome a été modifié par insertion, suppression ou remplacement de gènes provenant d'une autre espèce. Ces animaux sont des outils puissants dans plusieurs domaines.

*** Recherche biomédicale :**

- Modèles de maladies humaines : animaux porteurs de mutations associées à des maladies génétiques humaines. Exemples : Souris transgéniques pour la mucoviscidose, Alzheimer, Parkinson, cancers....; porcs modifiés pour étudier les maladies cardiovasculaires.
- Permet d'étudier la progression de maladies, les mécanismes cellulaires et tester des thérapies avant les essais cliniques.

*** Production de biomolécules (animaux "bioréacteurs") :**

- Certains animaux sont génétiquement modifiés pour produire des protéines thérapeutiques dans leur lait, œufs ou urine. Exemple : chèvres ou brebis transgéniques produisant de l'antithrombine (anticoagulant) dans leur lait.; vaches produisant de l'insuline humaine.

*** Applications agricoles :**

- Amélioration des races animales : Croissance plus rapide (ex. : saumon).
- Meilleure conversion alimentaire.
- Résistance aux maladies (ex. : porcs résistants à la peste porcine, poulets résistants à la grippe aviaire).
- Réduction des émissions de méthane chez les ruminants (objectif environnemental).

*** Xénogreffe (transplantation d'organes) :**

- Modification génétique de porcs pour rendre leurs organes compatibles avec l'humain (élimination des gènes immunogènes).

Premier cœur de porc génétiquement modifié transplanté chez l'homme en 2022 : début d'une nouvelle ère pour les greffes.

*** Études sur la génétique et la reproduction:**

- Insertion de marqueurs fluorescents (comme la GFP, Green Fluorescent Protein) pour visualiser les gènes exprimés.
- Études sur la régulation de gènes, l'embryogenèse, ou encore le comportement.

III- Génie génétique en Médecine

1. Thérapie génique

- Correction de gènes défectueux dans les cellules d'un patient (édition du génome CRISPR CAS9) . Applications dans le traitement de maladies génétiques rares comme la drépanocytose, l'amyotrophie spinale, ou l'hémophilie.

2. Médecine personnalisée

- Utilisation du séquençage du génome pour adapter les traitements à la génétique individuelle du patient (ex. cancer, diabète).
- Développement de médicaments ciblés selon les profils génétiques.

3. Dépistage et diagnostic

- Tests de prédiction génétique pour des maladies héréditaires (ex. BRCA1/2 pour le cancer du sein).
- Détection de mutations responsables de maladies via PCR, puces à ADN, séquençage.

4. Production de vaccins

- Vaccins à ADN ou à ARN messenger : exemple Pfizer-BioNTech et Moderna contre la COVID-19.
- Production des protéines recombinantes virales, servant à induire une réponse immunitaire.

VI. Applications en Industrie Pharmaceutique

1. Production de protéines thérapeutiques

- Insuline recombinante (issue de bactéries modifiées) pour le traitement du diabète.
- Hormone de croissance humaine, érythropoïétine (EPO) pour les anémies, facteurs de coagulation pour l'hémophilie.
- Anticorps monoclonaux produits par génie génétique pour traiter certains cancers et maladies auto-immunes.

2. Bioproduction de médicaments

- Utilisation de cellules génétiquement modifiées (bactéries, levures, cellules animales) pour fabriquer des médicaments à grande échelle.

3. Bio-ingénierie des vaccins

- Expression des antigènes vaccinaux dans des vecteurs ou des systèmes d'expression (bactéries, levures, plantes).

4. Pharmacogénomique

- Étude des interactions entre les gènes et les médicaments pour prévoir les effets secondaires ou l'efficacité d'un traitement.

V. Enjeux et perspectives

*** Avantages :**

- Meilleure productivité agricole, meilleure santé humaine, meilleure efficacité des traitements.
- Réduction des coûts de fabrication de médicaments.
- Accès à des traitements auparavant impossibles.

*** Limites et préoccupations :**

- Éthique de la modification du vivant (ex : embryons humains, OGM).
- Risques de réactions immunitaires imprévues en thérapie génique.
- Biodiversité menacée par la monoculture OGM.
- Questions de propriété intellectuelle (brevets sur les gènes et organismes).

- Bien-être animal : souffrance possible liée à certaines modifications ou expérimentations.
- Risque de dissémination dans l'environnement si les animaux transgéniques s'échappent.
- Encadrement strict par des comités éthiques et des réglementations internationales (OCDE, UE, etc.).
- Acceptabilité sociale encore controversée, surtout pour l'alimentation.