

I. Concept du génome et génomique

1. Introduction

Le génome est l'ensemble du matériel génétique d'un organisme. Il contient toutes les informations nécessaires à la construction, au développement et fonctionnement de cet organisme (la longueur de génome *d'arabidopsis thaliana* est de 135 Mb). Le génome est constitué principalement des molécules d'ADN sauf chez certains virus, qu'il peut s'agir d'ARN. Chez les eucaryotes l'ADN est l'organise en structure appellees chromosomes (chez *l'arabidopsis thaliana*, on trouve 5 paire de chromosome $2n=10$).

Le génome contient des segments d'ADN codants appelés gènes qui présente l'unité fondamentale de l'hérédité (porte l'information pour produit une protéine ou une autre molécule fonctionnelle. chez *l'arabidopsis thaliana*, 2760 gène codons et 6500 gène non codons)

2. La génomique

La génomique est une discipline scientifique qui étudie le génome dans son intégralité. Elle permette de comprendre la structure, la fonction, l'évolution et cartographie de matériel génétique.

Le début et le développement de la génomique se sont déroulés selon les étapes suivantes :

a) Période pré-génomique (avant 1953)

- **1869** Friedrich Miescher isole la nucléine à partir de cellules et identifiant l'ADN pour la première fois.
- **1902** Walter Sutton et Theodor boveri proposent la théorie chromosomique de l'hérédité, suggérant que les gènes portés par les chromosomes.
- **1944** oswald avery, colin macleod et maclyn mccarty démontrent que l'ADN est support de l'information génétique et non les protéines comme on le croyait.

b) La naissance de la génomique (1953-1990)

- **1953** James Watson et Francis Crick s'appuyant sur les travaux de Rosalinda franklin et Maurice Wilkins, publient le modelé de double hélice de l'ADN. Cette découverte est fondamentale pour comprendre comment l'information génétique est stockée.
- **1970** le développement des techniques de séquençage par Frederick Sanger. Cette technique permet de lire la séquence des nucléotides qui ouvrent la voie au lecteur du génome.
- **1986** lancements de projet génomique humain

c) L'ère moderne de la génomique (depuis 1990)

- 2003 le séquençage du génome humain est achevé.
- Les années 2000 l'émergence des techniques de séquençage de nouvelle génération

3. les différentes branches de génomique

▪ Génomique Structurale

La génomique structurale est une partie de la génomique, Son objectif est l'étude la structure physique et l'organisation du génome (cartographier et le séquencer de génome)

▪ Génomique Fonctionnelle

Il vise à définir les propriétés et la fonction de gènes individuels et de leurs variations. Donc il détermine expression et interagissent des gènes pour produire des phénotypes (caractéristiques physiques ou biologiques).

▪ Génomique Comparative

La génomique comparative est un domaine de la génomique qui utilise divers outils pour l'étude les similitudes et les différences entre les génomes de différentes espèces. Elle permet aussi de comprendre les relations évolutives et d'identifier les gènes qui ont été conservés au cours de l'évolution.

4. Le rôle de la génomique

La génomique joue un rôle très important dans nombre domaines

A. Médecine et santé

- Analyser le profil génétique d'un patient pour prédire sa réponse aux médicaments et choisir la thérapie la plus efficace.
- Identifier les mutations génétiques à l'origine de maladies héréditaires rares pour un diagnostic précoce.
- Séquencer l'ADN des tumeurs pour trouver les mutations spécifiques et développer des thérapies ciblées

B. Agriculture et sécurité alimentaire

- Améliorer les cultures : Identifier les gènes qui vas une résistance à la sécheresse, aux maladies ou une meilleure valeur nutritionnelle, et utilise le pour crie des nouvelles variétés.
- Utilise pour augment la productivité, on utilise des informations génétiques pour développer des cultures à haut rendement qui nécessitent moins de ressources (eau, pesticides).

C. Environnement et microbiologie

- Séquencer le génome des agents pathogènes (virus, bactéries) pour suivre leur évolution et leur propagation en temps réel.
- Étudier le rôle des communautés microbiennes (par exemple dans le sol ou l'océan) pour comprendre le fonctionnement global de l'environnement.

D. Évolution et histoire humaine

- Comparer les génomes de différentes espèces pour reconstruire l'arbre de la vie et comprendre comment la vie a évolué.
- Reconstituer l'histoire humaine : Analyser le génome humain pour retracer les migrations des populations ancestrales et la diversité génétique de notre espèce.

II. la génomique végétale

C'est un domaine interdisciplinaire qui utilise la génétique, la biologie moléculaire et la bio-informatique pour comprendre la structure, l'organisation, la fonction et l'évolution des gènes des plantes.

Le génome végétal se caractérise par une diversité et une complexité remarquables, souvent plus grandes que celles des animaux. Selon :

- **Organisation de l'ADN :**

La majorité du génome est contenue dans le noyau, organisée en chromosomes.

Les plantes possèdent des génomes supplémentaires dans leurs organites :

ADN de Chloroplastes code les gènes impliqués dans la photosynthèse.

ADN Mitochondries code les gènes impliqués dans la respiration.

- **Facteurs de Complexité :**

Taille Variable : La taille du génome (mesurée en paires de bases) varie énormément, ex : allant de 63 Mégabases (Mb) chez *Genlisea* à plus de 150 Gigabases (Gb) chez le pin.

La taille des génomes végétaux est extrêmement variable. Elle va de génomes très petits et compacts (comme chez *Arabidopsis thaliana*) à des génomes gigantesques (comme ceux du blé ou de certaines plantes à fleurs) qui peuvent contenir des dizaines de milliards de paires de bases.

Polypléidie : De nombreuses cultures importantes (blé, coton, café) sont polypléïdes, c'est-à-dire qu'elles possèdent plusieurs jeux complets de chromosomes (plus de deux par exemple, $4n$, $6n$). Cela complique l'analyse génétique mais peut conférer une plus grande robustesse et une meilleure adaptation aux stress environnementaux.

Éléments Répétés : Les génomes végétaux sont souvent riches en séquences d'ADN répétitives, notamment les transposons (ou éléments mobiles), qui peuvent représenter plus de 80 % du génome. Jouant un rôle majeur dans l'évolution et l'organisation du génome.

1. Les Trois Piliers de la Génomique Végétale

L'étude des génomes végétaux est généralement divisée en trois catégories interconnectées.

Type de Génomique	Objectif Principal	Méthodes Clés
Génomique Structurale	Déterminer la structure physique complète du génome (la séquence).	Séquençage de Nouvelle Génération (NGS), cartographie des chromosomes, assemblage du génome.
Génomique Fonctionnelle	Comprendre le rôle et la fonction de chaque gène.	Étude du transcriptome (ARN), protéomique (protéines), et utilisation de l'édition génétique (CRISPR) pour observer les effets de la modification d'un gène.
Génomique Comparative	Étudier les similarités et les différences entre les génomes de différentes espèces de plantes.	Alignement de séquences, recherche de gènes conservés (orthologues) pour comprendre l'évolution et l'adaptation.

2. Objectifs de la Génomique Végétale

La génomique végétale vise à décoder et à exploiter l'information génétique des plantes pour des objectifs scientifiques et appliqués :

- **Séquençage et Cartographie Complète :** L'objectif fondamental est de déterminer la séquence exacte de l'ADN de la plante et d'établir la carte physique des chromosomes (Génomique Structurale).
- **Compréhension de la Fonction des Gènes :** Identifier la fonction précise de chaque gène (Génomique Fonctionnelle), notamment ceux impliqués dans la croissance, le développement, la floraison et les réponses aux stress.
- **Découverte de Gènes d'Intérêt Agronomique :** Localiser les gènes responsables des traits importants pour l'agriculture, tels que la résistance aux maladies, la tolérance à la sécheresse, et l'amélioration du rendement.
- **Compréhension de l'Évolution :** Utiliser la Génomique Comparative pour retracer les relations évolutives entre les espèces végétales et comprendre les processus de domestication.

3. Champs d'Applications de la Génomique Végétale

Les connaissances issues de la génomique végétale sont appliquées dans divers secteurs clés :

- **Amélioration des Plantes :**

Sélection Assistée par Marqueurs (MAS) : Utilisation de marqueurs génétiques pour identifier rapidement les plantes possédant des gènes souhaitables, accélérant ainsi la création de nouvelles variétés.

Édition de Gènes (CRISPR) : Modification précise du génome pour introduire des résistances ou améliorer des caractères sans passer par de longs croisements traditionnels.

Sécurité Alimentaire et Développement Durable :

Création de cultures capables de pousser dans des environnements hostiles (sols salins, zones arides) pour faire face au changement climatique et à l'augmentation de la population mondiale.

Réduction de la dépendance aux pesticides et engrais en développant des plantes naturellement résistantes.

Biotechnologie et Bio-raffinerie :

Utilisation de la génomique pour modifier des plantes afin qu'elles produisent des biocarburants ou des biomatériaux (plastiques biodégradables).

Développement de plantes pour la production de protéines recombinantes (protéines thérapeutiques ou vaccins).

Conservation de la Biodiversité :

La génomique permet de surveiller la diversité génétique des populations végétales sauvages, d'identifier les espèces menacées, et d'établir des stratégies de conservation efficaces.

Découverte de Médicaments :

Identification des gènes responsables de la production de composés bioactifs et de métabolites secondaires chez les plantes médicinales, permettant une production plus efficace de pharmaceutiques d'origine végétale.

Biofortification : Identifier les gènes qui peuvent être manipulés pour augmenter la teneur en vitamines et minéraux des cultures (amélioration de la qualité nutritionnelle).