

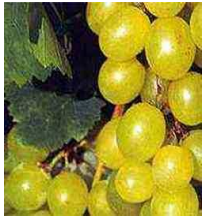


L'amélioration de la résistance des plantes à la sécheresse ?

Sélection traditionnelle
et / ou
OGM ?

Serge HAMON - IRD

**AUF – Coordinateur du Réseau
Biotechnologies et Amélioration des
Plantes**



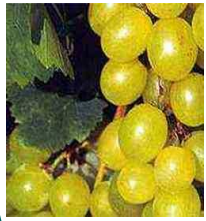
Plan de la présentation

Amélioration via les sélections classiques

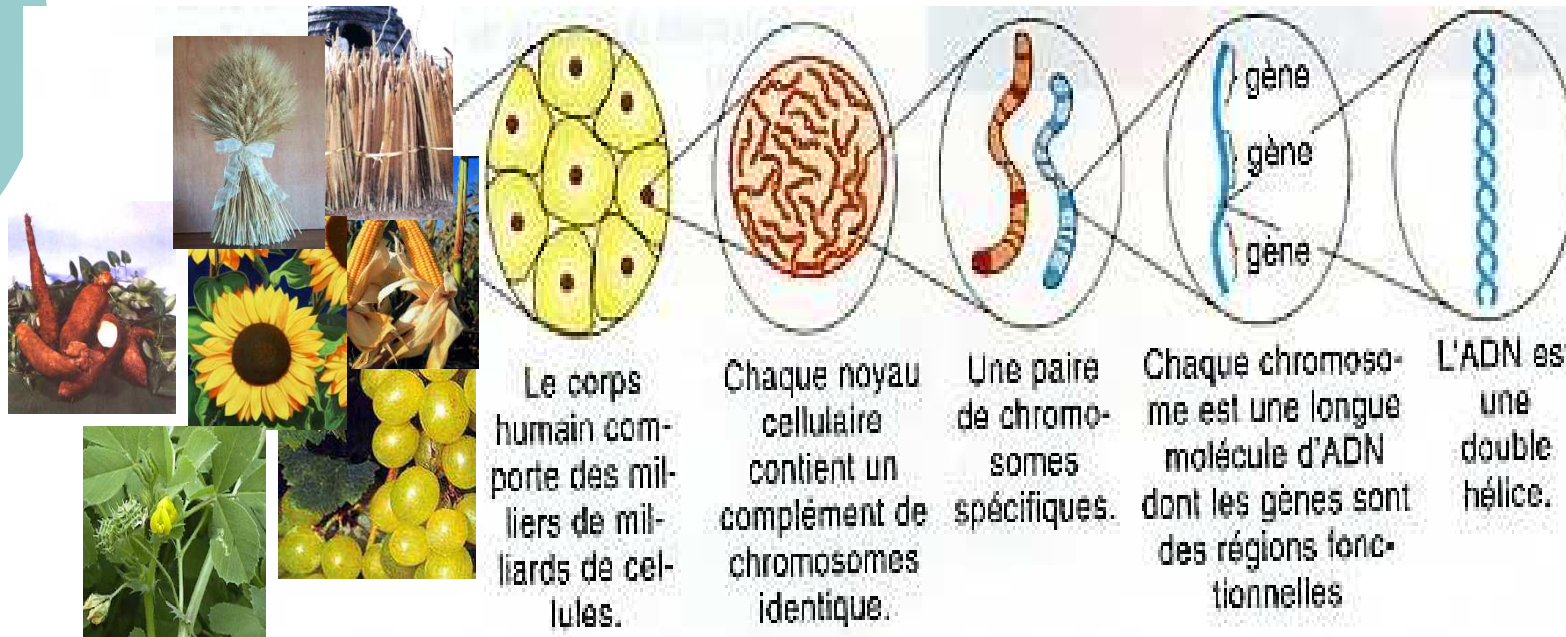
Amélioration via les OGM

Résistance à la sécheresse

Conclusion



La plante et son génome



Malgré cette biodiversité

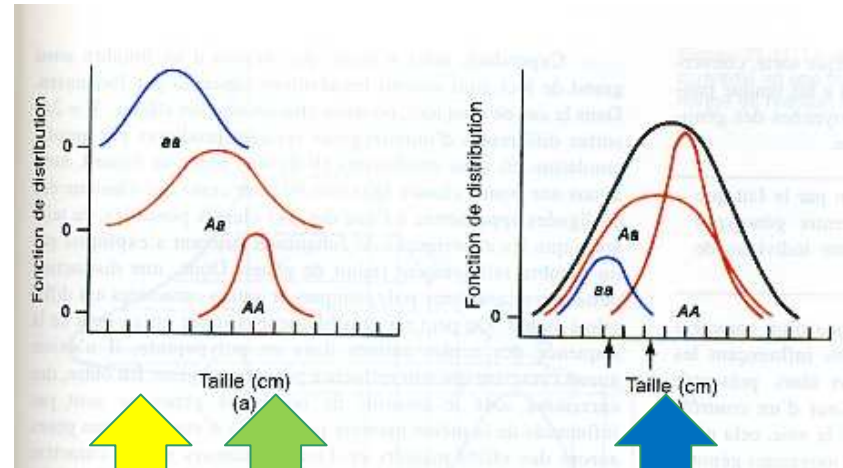


Une constante d'environ 35.000 gènes

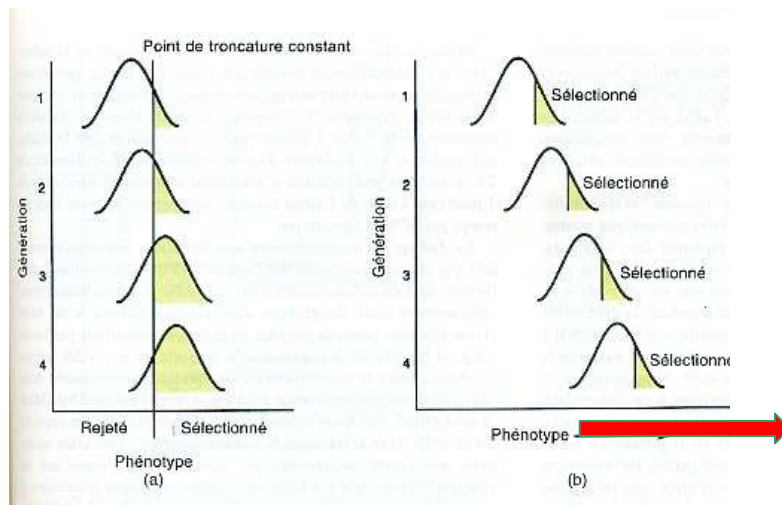


Simple mais difficile

Si on considère un gène **G** et deux allèles **A**, **a** et que les individus sont **diploïdes**, on aura 3 génotypes dans la population **AA**, **aa** et **Aa**

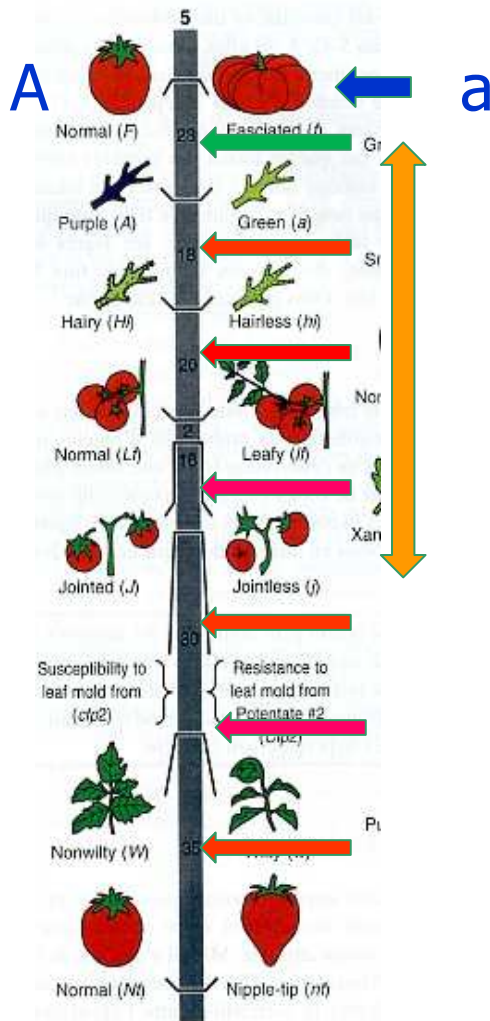


↑ 100 ↑ 150 ↑ 125



Il sera cependant possible, par tâtonnements successifs, **de décaler progressivement les moyennes** dans une direction donnée.

Sélection directionnelle



	Chromosomes en méiose	Produits de la méiose
Méioses sans crossing-over entre loci		
Méioses à crossing-over entre loci		

La **transmission classique** d'un caractère d'un individu à un autre se passe par un **échange réciproque** au niveau des chromosomes.

On peut améliorer cette sélection par l'utilisation **d'une sélection assistée par marqueurs moléculaires**.



Résultats généraux de la sélection classique sur 50 ans

○ Amélioration des rendements en 50 ans

- Blé : 0.35 q/an - **35% Rd**
- Maïs : 0.6q/an - **60% Rd**

○ Résistances

- Maladies, froid

○ Qualité

- Protéines, digestibilité

○ Modification culturales

- Remembrements
- Mécanisation
- Fumure azotée
- Pesticides

○ Problèmes

- Diminution diversité
- Pollution sols
- Nappes phréatiques



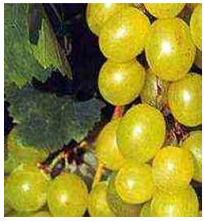
Plan de la présentation

Principes et améliorations classiques

Principes et améliorations OGM

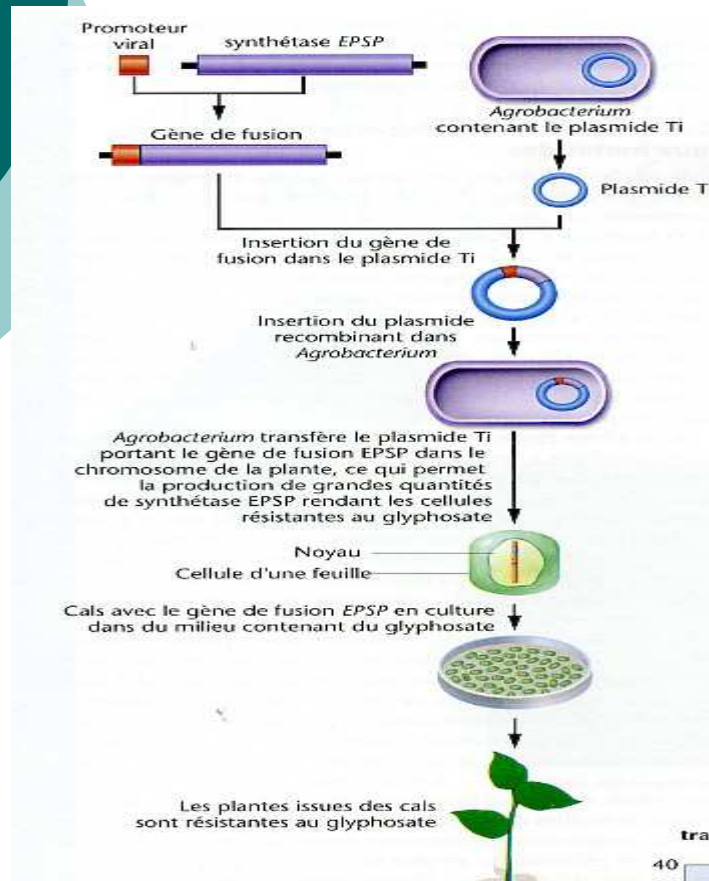
Résistance à la sécheresse

Conclusion



Les grandes étapes des OGM

- × **1983** : Premières plantes transgéniques
- × **1988** : Betterave, riz, coton, tournesol, peuplier
- × **1994** : Commercialisation aux USA de la tomate à maturation retardée
- × **1995** : Première commercialisation du coton **Bt** et du premier soja résistant au **Roundup**
- × **1998** : Homologation de plusieurs maïs *Bt* en Europe
- × **1999** : Moratoire sur les variétés transgéniques en Europe
- × **2003** : Ratification du protocole de biosécurité de Carthagène sur les importations / exportations
- × **2006** : Il y avait 90 millions d'hectares de plantes transgéniques en culture
- × **2007** : (Oct.) Premier Maïs à mini chromosome autonome



Un gène, ou quelques gènes, **quelque soit leur origine**, peut être introduit **dans un vecteur** qui servira à accompagner les accompagner vers leur nouvelle destination.

1) Ce gène s'intégrera en **une, ou plusieurs copies**, dans le génome.

2) **Le lieu d'intégration n'est pas prévisible.**

3) Il faudra ensuite **sélectionner** les plantes effectivement transformées et les tester.

4) Une fois intégré, le transgène, pourra **se transmettre à ses descendants.**



Surfaces 20 après.....

Millions d'hectares

× **Herbicide (Roundup)**

+ **Soja : 54.4**

+ Colza : 4.6

+ Maïs : 4.3

+ Cotonnier : 1.5

× **Insectes (Bt)**

+ **Maïs : 11.2 (Pyrale)**

+ Cotonnier : 4.5

+ Colza : 0

+ Soja : 0



CULTURES EFFECTIVES

Soja : 60 %

Maïs : 24 %

Cotonnier : 11%

Colza de printemps : 5%

× ESSAIS AU CHAMP

× Plus de 500 essais

- + **Cotonnier**
- + **Maïs**
- + Pomme de terre
- + **Soja**
- + Tomate

× Entre 100 et 300 essais

- + Blé
- + Tabac
- + Luzerne
- + **Colza**
- + Riz
- + Betterave
- + Melon



Pays (%)

- × **USA : 55.3**
- × Argentine : 19
- × Brésil : 10.4
- × Canada : 6.6
- × Chine 3.8
- × Paraguay : 2
- × **Europe 0.2**

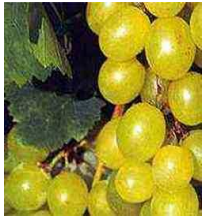
Caractères

- **Herbicide**
 - **Soja : 54.4**
 - Colza : 4.6
 - Maïs : 4.3
 - Cotonnier : 1.5
- **Insectes**
 - **Maïs : 11.2**
 - Cotonnier : 4.5
 - Colza : 0
 - Soja : 0



Raisons du refus ?

- **Principe de précaution**
- **Gestion sociale de l'innovation**
- **Politique et économie**



Principe de précaution

Perception du risque

Méconnaissance de la balance risque - avantages induit le refus du risque (Fumeur, conducteur)

- **Risques pour la santé**
- **Risques pour l'environnement**
- **Risques liés l'innovation**



Gestion sociale de l'innovation

- + Influence des **associations** opposées aux OGM
- + Gestion politique et manque de **confiance**
- + **Mauvaise** communication, **Erreurs** des entreprises (Monsanto – Rondup)
- + **La peur** de toucher au **vivant, à la nourriture**

Avantage communicatif des associations face aux autres instances et aux institutions de recherche



Politique et Economique

- + Le risque de **brevetage du vivant**
- + **La concentration** des entreprises de sélection et **la dépendance** de l'agriculteur
- + Les PED n'ont pas de COV – **pas de protection**
- + **Un attrait « mode ? » pour le naturel, le bio**

Certainement le risque le plus important et le plus réel



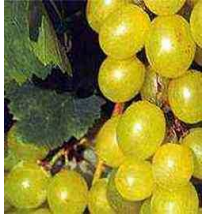
Conclusions sur les OGM

× **Transgenèse :**

- + Permet l'introduction de gènes non présents au départ dans l'espèce
- + Nouvelles capacités (insecticides, herbicides,....)
- + Peur des risques exacerbée mais partiellement justifiée
- + Financements diminués pour la recherche publique

× **Problèmes techniques :**

- + On ne maîtrise pas le site d'insertion
- + On ne maîtrise pas le nombre de copies
- + Expression plus ou moins forte du gène
- + Limité à un ou quelques gènes à la fois



Plan de la présentation

Améliorations classiques

Améliorations OGM

Résistance à la sécheresse

Conclusion et perspectives



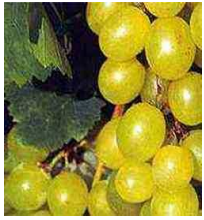
Impacts de la sécheresse ?

Diminution de la production (cultivée)

Gestion de la transpiration

Tolérance au déficit hydrique

Survie à la sécheresse (sauvage)



Sécheresse : à l'extrême survivre

× Définition

- × La capacité de survie d'une plante est son aptitude à **rester vivante** pendant une sécheresse sévère et prolongée

× Modalités

- × La survie est assurée par **le maintien d'un méristème aérien**, de bourgeons et de racines profondes (**Ex plantes méditerranéennes**)

× Mécanismes

- × Ce type de comportement est assuré par différents mécanismes biologiques dont **l'accumulation de réserves glucidiques**



Sécheresse : en général tolérer

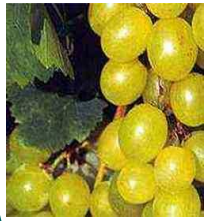
× Définition

- + La tolérance à la sécheresse consiste à optimiser les échanges d'eau et de carbone

+ Changements au niveau de la plante

- × i) **la stratégie d'esquive** – décalage de cycles de floraison
- × ii) **la voie d'évitement** – réduction de croissance

La reprogrammation de la plante pour la gestion du métabolisme

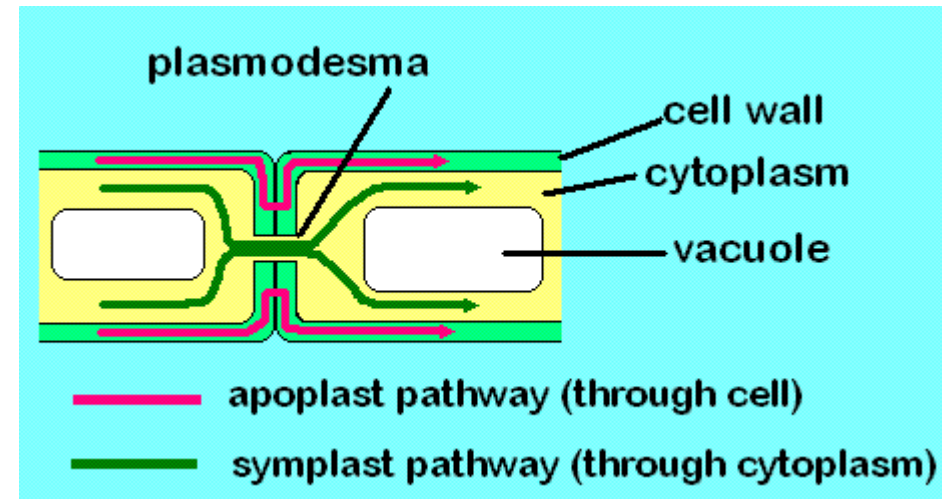


Sécheresse : Transpiration = circulation d'eau

Dans la plante, l'eau est prélevée dans le sol, via les racines, elle passe du cortex dans les tissus vasculaires. A ce niveau, il y a deux routes utilisées :

La voie **symplastique** passe au travers des cytoplasmes

La voie **apoplastique** au travers des parois cellulaires



Nombreux mécanismes mis en œuvre pour le transport des liquides, des ions, des solutés



Résistance à la sécheresse : fonction complexe

Survie :

Protection des méristèmes

Métabolisme des glucides

Tolérances :

Durée de cycle, architecture

Reprogrammation du métabolisme structural

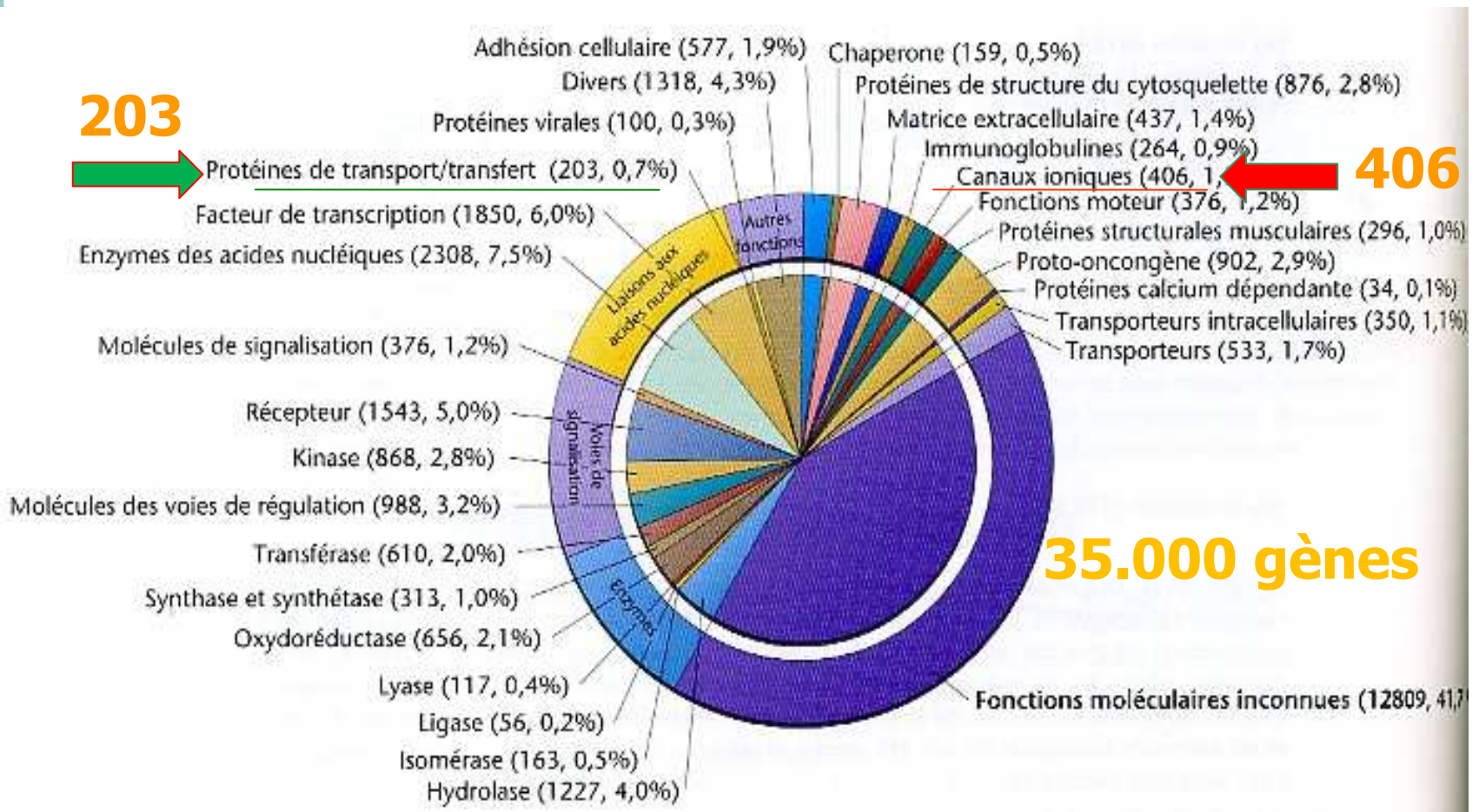
Transpiration :

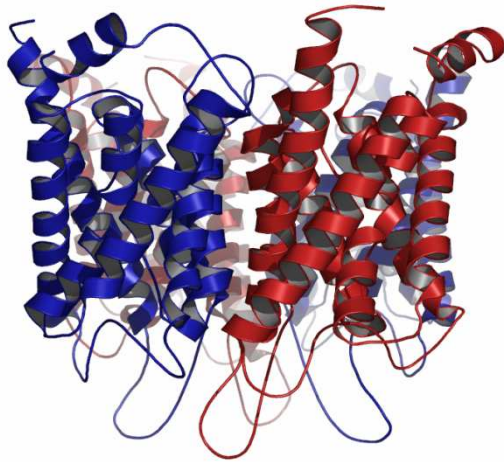
Régulation des flux de liquides

Transporteurs eau, ions, solutés



Représentation des gènes totaux par fonction





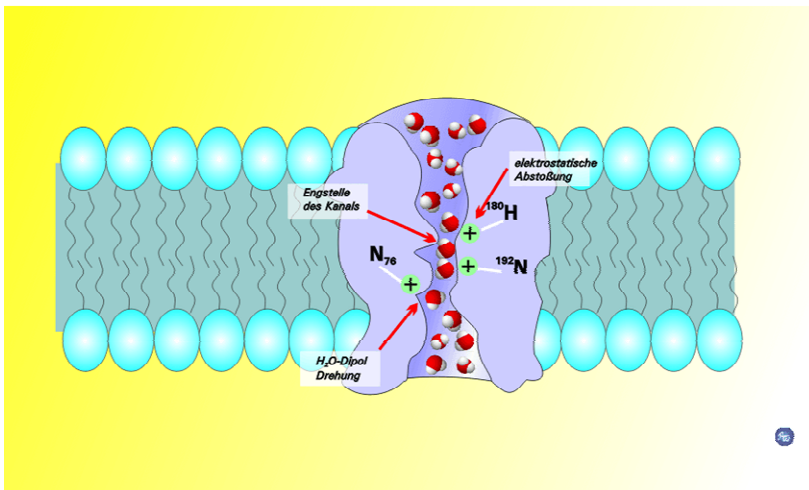
Les **aquaporines** sont des protéines membranaires qui forment des pores dans les membranes.

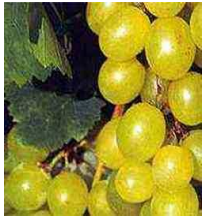
1) Elles conduisent l'eau - entrée / sortie - au travers des membranes

2) Elles sont arrangées sous forme de **tétramères**.

3) Il y en a **4 grandes familles** types chez les plantes subdivisées en une **multitude de sous groupes**.

4) Il y a aussi **des canaux** spécifiques des ions Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^-





Conclusions

- × **La gestion de l'eau par la plante**
 - + Un phénomène très complexe
 - + De très nombreux gènes impliqués
- + **Sélection classique**
 - + Possible sur le long terme : en populations
 - + Modifications : cycle, architecture
- + **Transgenèse OGM**
 - + Trop tôt pour la gestion globale de l'eau
 - + A voir pour un aspect spécifique une protéine particulière
 - + **Ex : Protéine « Dirigent » Riz - eau saumâtre**



Grenelle

Sous Louis XIV, l'autorisation du pain à la levure, ancêtre du débat sur les OGM

LE LIBÉ DES HISTORIENS

Nouveaux risques, nouvelle gouvernance... Décidément, nouveau est l'adjectif favori des déclarations d'intention de Grenelle. Nouveau, vraiment? Mais nouveau par rapport à quoi, et à quand? Associer des non experts à une concertation dans des domaines d'intérêt public n'est pas d'une nouveauté radicale. Citons ici l'expérience de 1668 – donc sous le gouvernement très monarchique du jeune Louis XIV. On trouve alors en vente à Paris un pain «nouveau», fait non plus de franc levain, mais de «l'écume de bière» – c'est l'ancêtre de notre baguette. Ce pain nouveau ne contient-il pas un poison inconnu, «un poison lent» aux effets différés? Et comment savoir si cette miche n'est pas en fait une menace pour la santé? Et de cabaret en cabaret, la rumeur court et enfle comme la pâte de ce pain qui lève si vite et si bien.

Experts. On est face à un problème de santé publique – quand les trois livres de pain quotidien fournissent la majorité des calories – et face à une incertitude scientifique – avant Pasteur, on ne comprend guère les phénomènes de fermentation. Levain ou levure? Ce pain génériquement modifié qui agite l'opinion mobilise les décideurs. Premier à intervenir, le lieutenant de police La Reynie – l'œil du roi dans la capitale.

Il ne se considère pas seulement en charge de la voirie, de l'éclairage et de l'ordre public (ce que les Parisiens résumant par la trilogie «crottes, lanternes et catins») mais aussi des questions d'environnement et de santé. Il consulte les experts. Réponse de la faculté: il faut interdire le pain à la levure. Puis le Parlement se saisit de la question et demande l'avis d'un jury, composé à égalité de spécialistes et de non spécialistes. Ces derniers n'ont pas été choisis au hasard. Il n'est pas dans l'esprit du temps de s'en remettre à un tirage au sort pour désigner un panel de consommateurs. L'opinion publique, ou comme on dit, l'esprit public, ne peut émaner de ces couches po-

pulaires si versatiles qu'elles seraient bien incapables d'exprimer un avis stable et sensé. Les porte-parole choisis ont la double qualité d'être âgés (l'expérience doit parler) et notables. La distance entre eux et les médecins experts est bien mince. Sans microscope ni laboratoire, l'expert n'est pas complètement nu, mais presque. Et on acquiescerait bien volontiers au principe du XXI^e siècle: rapprocher spécialistes et profanes, c'est partir de l'idée que toutes les ressources cognitives mobilisables ne se situent pas du côté scientifique.

Décalage. A l'issue de la conférence, la réponse est consensuelle: non au pain à la levure! Un an après, en mars 1670, le Parlement rend son arrêt. Il permet l'utilisation de la levure, sous condition: «*faisant défense d'en employer d'autres que celle qui se fait dans cette ville de Paris, fraîche et non corrompue*». On observe le même décalage en 1998, quand la première conférence de consensus organisée en France avait recommandé de ne pas autoriser les OGM contenant des gènes de résistance aux antibiotiques. Or, quelques semaines plus tard, le gouvernement autorisait la mise en culture de nouvelles lignées de maïs...

MADELEINE FERRIÈRES • Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, Aix-en-Provence

«GOUVERNANCE»

La «démocratie écologique» est un des quatre chapitres du document de travail du Grenelle de l'environnement (*Libération* d'hier). «*Une nouvelle gouvernance est nécessaire*», y lit-on. Une loi sur le «*dialogue environnemental*» est envisagée. Ce sujet sera au menu du Grenelle jeudi.



OGM – Maïs et Foie Gras

- Alors que chez Monsanto ils gavent les rats pour voir si l'indigestion de maïs OGM leur fait mal au ventre, que Séralini refait les calculs, trouve un vague effet pas trop évident, un agriculteur du Gers a refait les manips:

Le défenseur des OGM n'en a pas qu'après José Bové, il répond également à Corinne Lepage « qui s'étonne de la grosseur du foie d'un rat après avoir mangé du maïs OGM ». « Il s'agit d'un phénomène normal. Depuis un an, j'ai proposé à deux éleveurs de canards gras de gaver avec du maïs OGM. Qu'ont-ils observé ? D'abord, que le canard consomme moins de maïs OGM que de maïs classique. On obtient un foie de poids standard en le gavant environ cinq jours de moins grâce à ce maïs au poids spécifique supérieur (NDLR : soit une matière nutritive plus importante). De plus, le maïs OGM présente l'avantage d'être exempt de toxines. » Enfin, selon le producteur gersois, « sur les centaines de canards gavés au maïs OGM, la mortalité a été nulle, ce qui est exceptionnel ».

- En conclusion de son propos, l'infatigable défenseur de la culture OGM affirme « que ces éleveurs ne souhaitent plus se passer du maïs BT ». Il faut demander à Monsanto de tester ses trucs sur des canards plutôt que sur des rats ?
- Evoque aussi une expérimentation sur les flux de gènes

L'article complet

<http://www.sudouest.com/311007/une.asp?Article=311007a48622.xml>