

## Qu'est-ce que la Biodiversité ? C'est la vie de la planète



**Biodiversité : néologisme issu de l'anglais *Biodiversity***

( *Bios* : la vie + *diversity* : diversité )

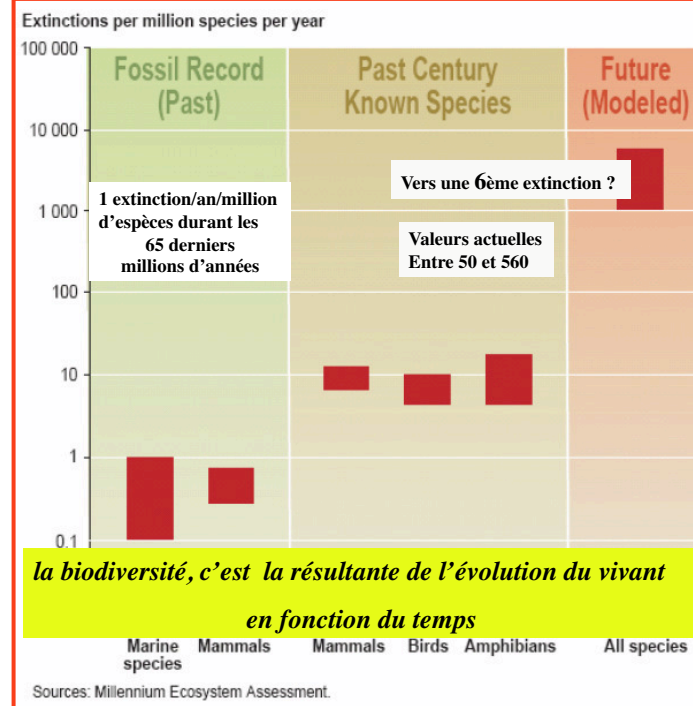
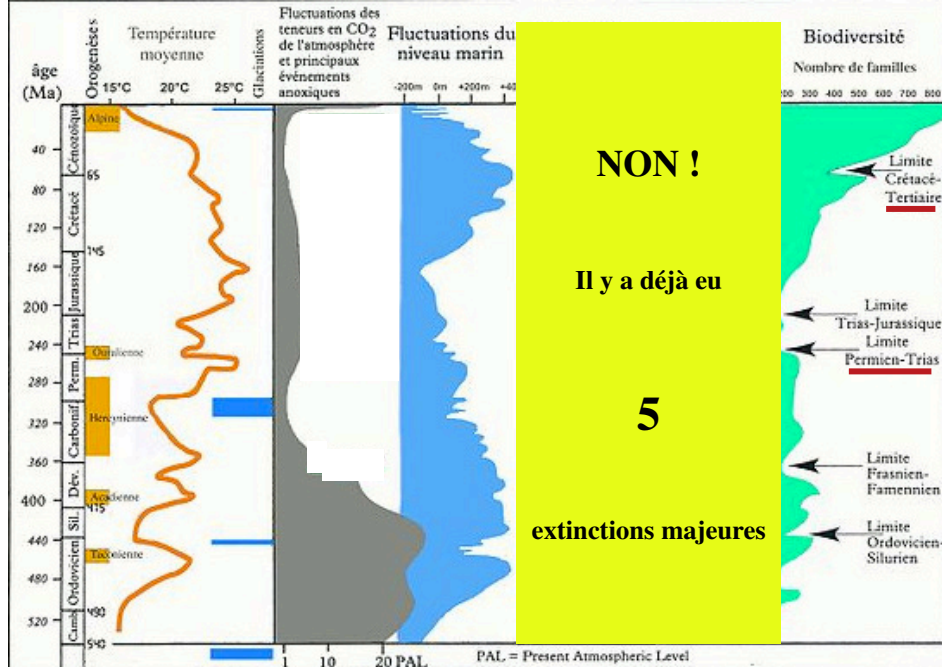
### *Rapports & Recommandations des Nations Unies*

Rio on Janeiro 1992, *Earth Summit*  
Joannesbourg 2002, *Summit of Joburg*

*Report 2005,*  
2010 London,  
2010 Nagoya,

*Millenium Ecosystem Assessment*  
*Year of Biodiversity*  
*Biodiversity Convention*

### La disparition de la biodiversité : une première au cours de l'histoire de la terre ?



#### Causes :

- Urbanisation
- Espèces introduites
- Pollution
- Agriculture intensive
- Surpêche
- Déforestation
- Production de déchets
- Pollution des eaux
- Engrais: Azote, Phosphore
- etc,



écosystème marin



écosystème d'eau douce

**Des écosystèmes très fragiles : récifs coralliens et forêts humides**



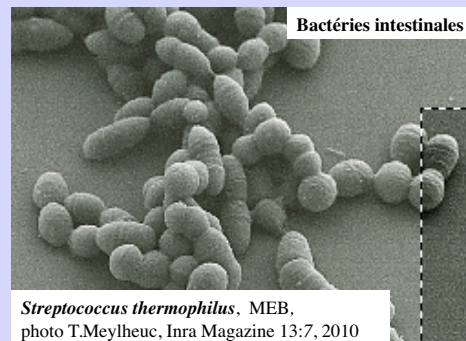
*Rhizophora mucronata* Rhizophoracées

**Des écosystèmes très fragiles : les mangroves**

## Quelques écosystèmes très particuliers



Tronc d'arbre mort / fourmière



Bactéries intestinales

*Streptococcus thermophilus*, MEB,  
photo T.Meylheuc, Inra Magazine 13:7, 2010

**Pourquoi les japonais digèrent  
bien les sushis ?**

*Nature* 2010, 464: 908

**La grande abondance et la  
diversité des espèces ont  
nécessité des méthodes  
d'observation et de description  
et une dénomination universelle**



Rosier des chiens



Rose de Chine

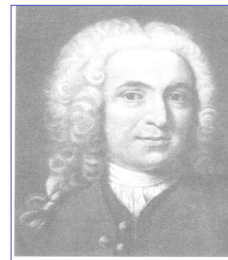


Rose de porcelaine

Rose trémière  
Rose d'Inde  
Rose de Jérico  
Rose des sables,  
Rose des vents,  
etc



Rose de Noël



Charles Linné  
(1707-1778, Suédois)

## Règles définies par Linné

Linné C. 1736 *Fundamenta Botanica*; 1753 *Species plantarum*  
Traduction : Hoquet T. 2005 Les fondements de la botanique

210. Que la **Dénomination**, ...fondement de la Botanique, une fois la disposition achevée, **impose** aussitôt **les noms**.

211. Il est **seulement au pouvoir des authentiques botanistes** d'imposer de vrais noms aux plantes.

256. Une plante est parfaitement nommée quand elle est dotée d'un nom *générique* et *spécifique*.



Rosier des chiens

*Rosa canina* L.  
Rosaceae



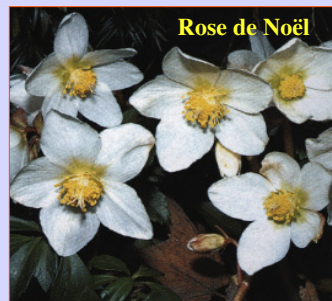
Rose de Chine

*Hibiscus rosa-chinensis*  
Malvaceae



Rose de porcelaine

*Nicolaia elatior* (Jack)  
Zingiberaceae



Rose de Noël

*Helleborus foetidus* L.  
Ranunculaceae

## Connaissance sur les plantes

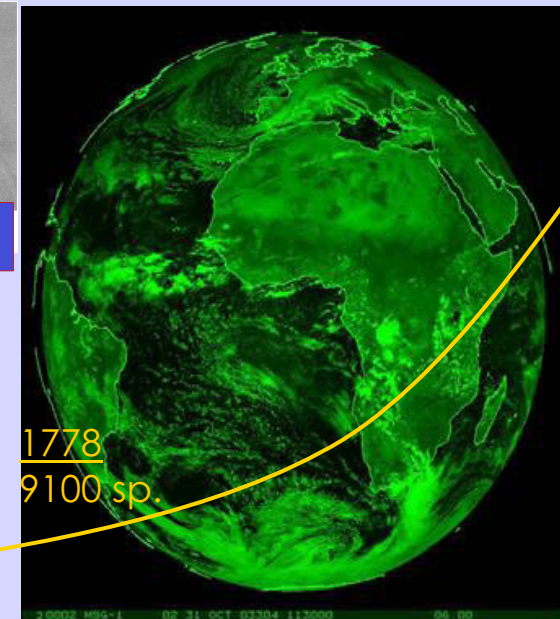


Carl Linné  
1707-1778

*Species plantarum*

**1753**

6000 sp.

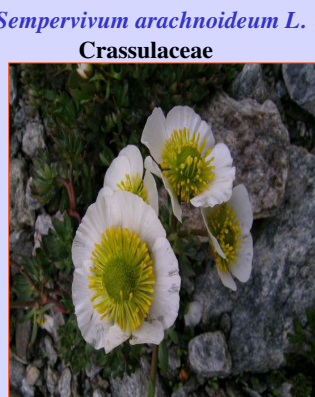




# Diversité florale dans les Alpes françaises



*Aquilegia alpina* L.  
Ranunculaceae



*Ranunculus glacialis* L.  
Ranunculaceae



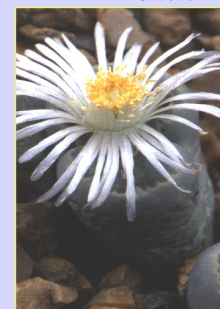
*Leontopodium alpinum* Cassini  
Asteraceae



*Lithops marmorata*  
Aizoaceae



*Argyroderma ringens* Aizoaceae

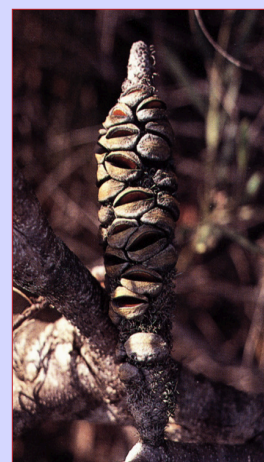


*Lithops fulviceps* Aizoaceae



*Argyroderma subalbum* Aizoaceae

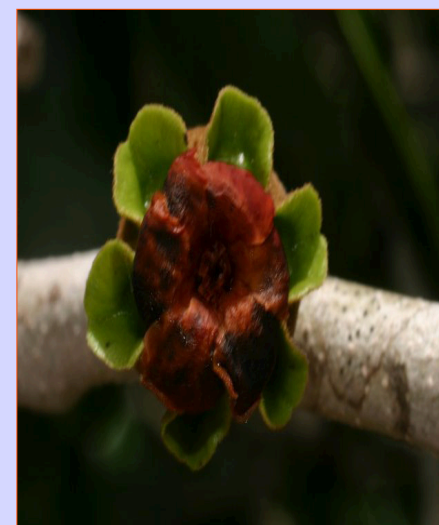
Désert de Namibie



*Banksia menziesii* Proteaceae

Outback australien

# Zone tropicale



*Diospyros egrettarum*  
Ebenaceae



*Napoleononia imperialis*  
Lecythidaceae

## Diversité de la taille et de la forme



*Rafflesia kerrii* Rafflesiaceae



*Salix myrsinifolia* Salicaceae



*Arrhenaterum elatius* Gramineae

## La France est responsable de plus de 20% de la biodiversité planétaire !

Régions	Superficie	Nbre d'espèces	Densité au km <sup>2</sup>	Endémicité (%)
Nouvelle-Zélande	269 057	2066	0,008	81,9
Nouvelle-Calédonie	19 103	3002	0,157	77,3
Fidji	18 274	1 302	0,071	36,5
Hawaii	16 705	956	0,057	89
Polynésie Française	3 583	1156	0,323	40,3
Samoa	2 849	550	0,193	33,1
Juan Fernandez	134	159	1,19	65,4

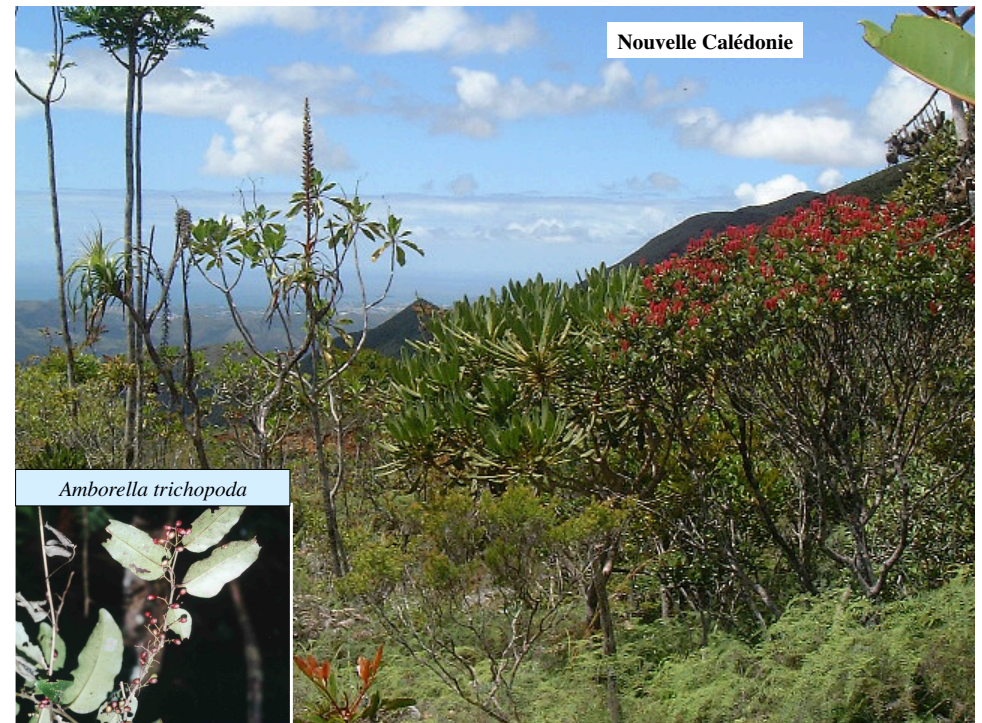
D'après Morat et al. 1994 remis à jour pour la Nouvelle-Calédonie

## Endémisme et points chauds de la biodiversité



*Cyathea borbonica* = le fanjan réunionnais

## Nouvelle Calédonie

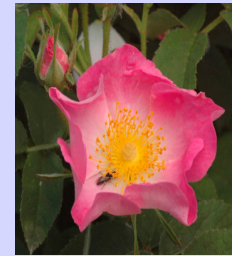


*Amborella trichopoda*

## La biodiversité masque une grande unité de développement

## La trilogie: le botaniste, le poète, le généticien

Biodiversité et unité



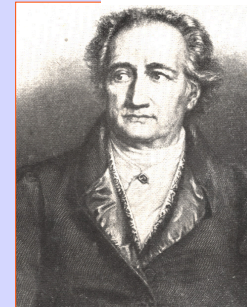
*Rosa gallica* L



*Rosa gallica*  
var. *officinalis*



Variété de Rose « pommée »



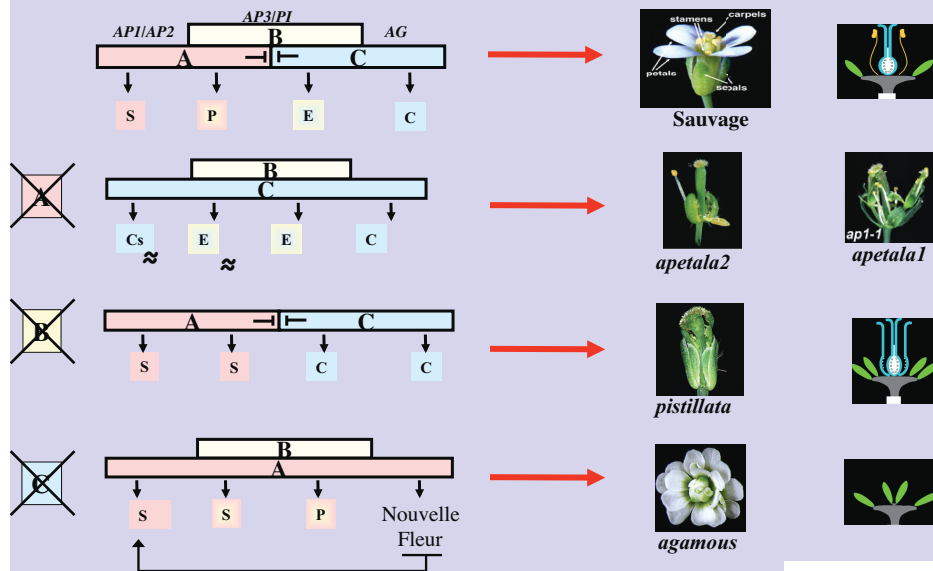
J.W. Goethe (1749-1832)

**Augmentation du nombre de pétales  
et disparition de nombreuses étamines**

« L'idée de l'unité de composition, de l'identité des parties végétales s'impose à mon esprit »

Essai sur la métamorphose des plantes, 1790

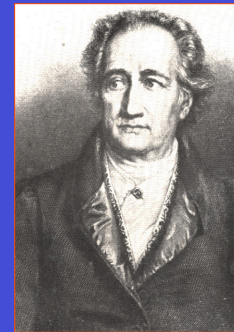
**Action combinée des gènes d'identité d'organe:**  
leçon tirée de l'analyse de mutants chez une espèce modèle, *Arabidopsis thaliana*



Biodiversité et unité

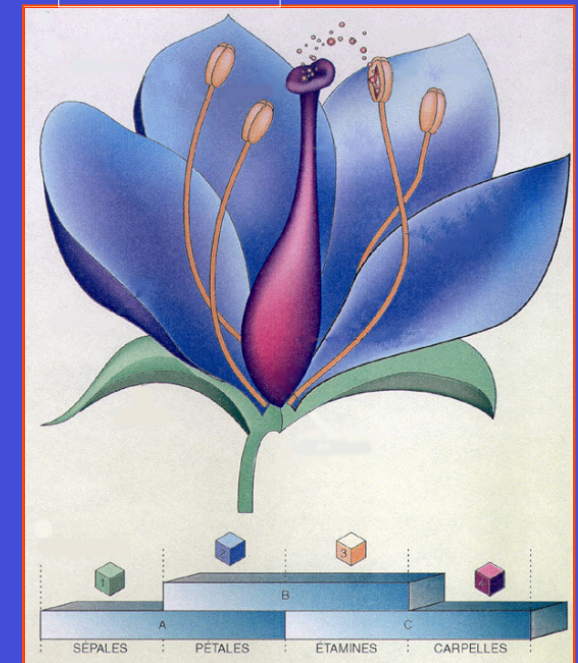
modèle ABC

Biodiversité et unité



J.W. Goethe (1749-1832)  
« Tout est feuille,  
et par cette simplicité  
la plus grande diversité  
devient possible"...) ».

Goethe, 1790  
*Nature*, 1991 353 : 31



**Biodiversité et espèces en danger**

**Liste rouge - IUCN**  
International Union for Conservation of Nature

**Sabot de Vénus**

*Cypripedium calceolus* Orchidaceae

en France  
Renouée  
Jussie  
Ambroisie  
Buddleia  
Vernis du Japon  
etc,

*Lantana camara*

Ile de la Réunion

*Mimosa pudica*

**Pestes végétales**

**Pourquoi des plantes ou des animaux deviennent-ils des pestes ?**

*Senecio jacobea*

*Tyria jacobea*

?

Les espèces invasives : deuxième cause majeure de perte de la biodiversité

*Planta*, 1999 207: 483  
*Nature*, 2003 421: 585  
*Ecol.Appl.* 1991, 1: 430

**Interactions plantes-insectes**

-Découverte de la plante (1835)  
-Dédution d'un pollinisateur (1862)  
-Découverte du pollinisateur (1903)

*Orchidée*

*Sphinx*

**Le sphinx de Darwin**

**La trilogie maïs-papillon-guêpe**

**Interactions plantes-insectes**

*Maïs*

**Monoterpene  
Sesquiterpene**

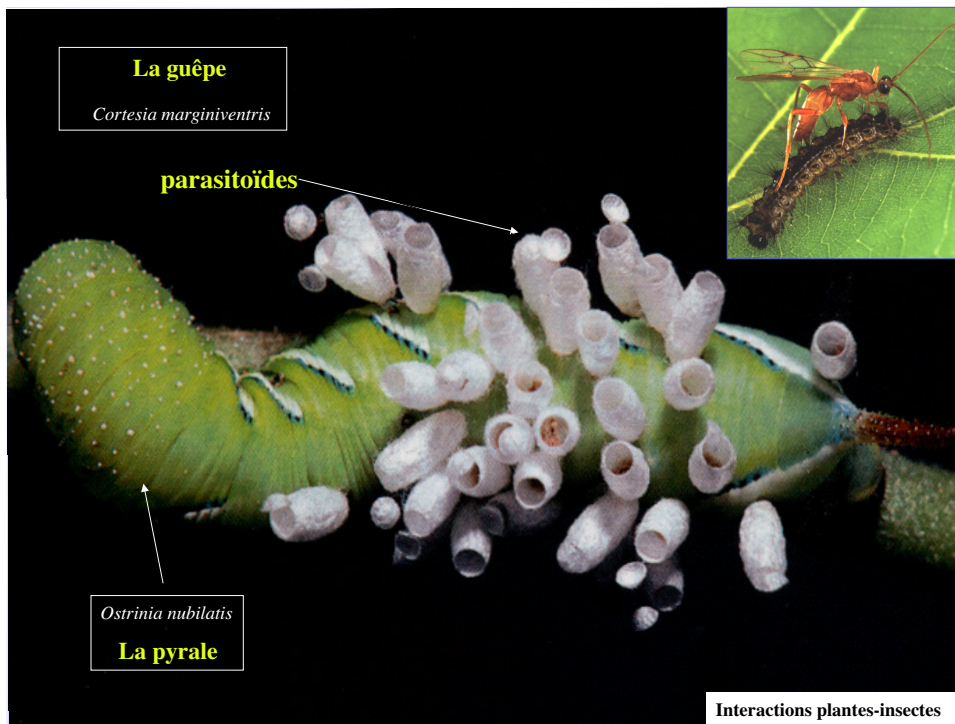
**SIGNAL**

**Volicitine**

**Chenille pyrale**

**guêpes**

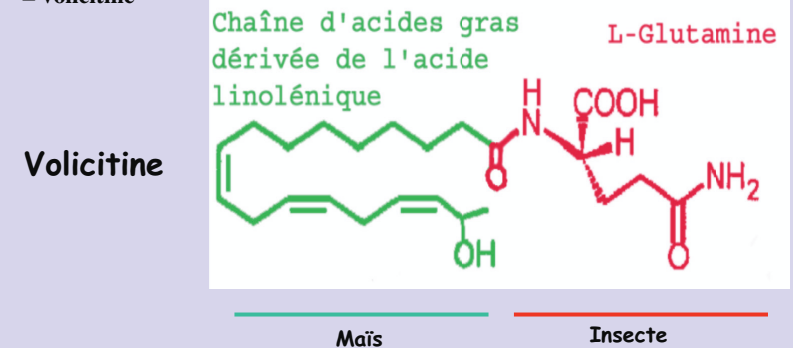
*Nature* 2001, 410: 530



Interactions plantes-insectes



N-(17-hydroxylinolenoyl)-L-glutamine  
= volicitine



*Proc Natl Acad Sci USA 2000, 95: 13971*

Interactions plantes-insectes

**Le Seneçon et l'insecte (cas d'une peste végétale)**  
**Le sphinx de Darwin (exemple de pollinisateur)**  
**La trilogie maïs-papillon-guêpe (exemple de parasitisme)**

**Ces interactions se transmettent de générations en générations**

**Y a t-il une mémoire ?**

**Mémoire**

**Mémoire et « apprentissage »**

**Mémoire « immunitaire »**

**Mémoire évolutive**

## La mémoire est-elle liée à la quantité d'ADN par cellule?

Virus T2 0,000220

Yeast 0,026

Arabidopsis thaliana 0,14

Human 6,4

Maize 11

Lily, Triton 72

Fritillaria 196

ADN pg / noyau N



*Arabidopsis thaliana*



*Fritillaria meleagris*

## La mémoire est-elle liée au nombre de gènes?

Levure	5.500
Abeille	10.000
Drosophile	13.600
Coenorhabditis (vers)	18.400
HOMME	21.000
Arabidopsis thaliana	26.751 <sup>a</sup>
Vigne	30.000
Maïs	32.000 <sup>b</sup>
Paramécie	37.000
Luzerne	40.000 <sup>a</sup>
Riz	41.000 <sup>a</sup>
Peuplier	42.000 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Curr Op Plant Biol 2007, 10 : 199  
<sup>b</sup> PNAS 2009, 104 : 11844

Terre: 4,5 MMa

Vie : 3,8 MMa  
LUCA  
monde à ARN

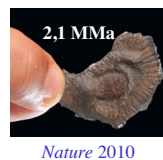
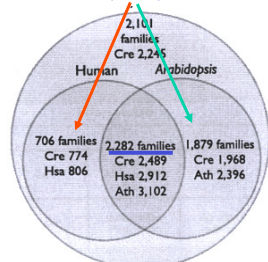
Archaeobactéries/-  
Bactéries/-  
Eucaryotes :  
2MMa

Animaux / végétaux:  
1,6 MMa

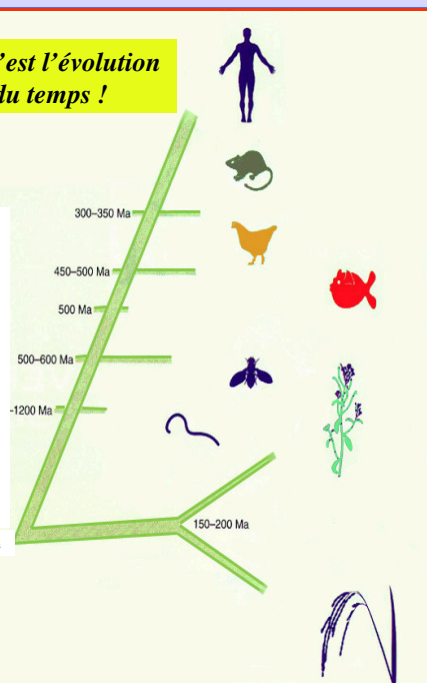
Phylogénie moléculaire  
Nature 2004, 427 : 674

La biodiversité: c'est l'évolution  
en fonction du temps !

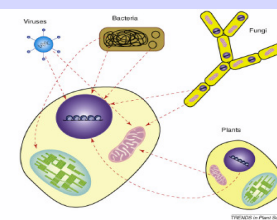
Chlamydomonas  
Nature, 2007, 318



Nature 2010



« Rien en biologie n'a de sens sauf à la lumière de l'évolution » T. Dobzhansky, 1973



Le transfert horizontal de gènes est-il possible ?

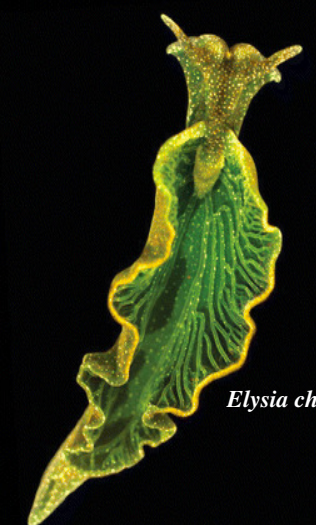
Animal - plante: PNAS 2008, 105: 46

Plante parasite- plante hôte: Science 2004, 305: 676

Plante - champignon : Plant Cell 2009, 21: 1897

Les bactéries intestinales: Nature 2010, 464: 908

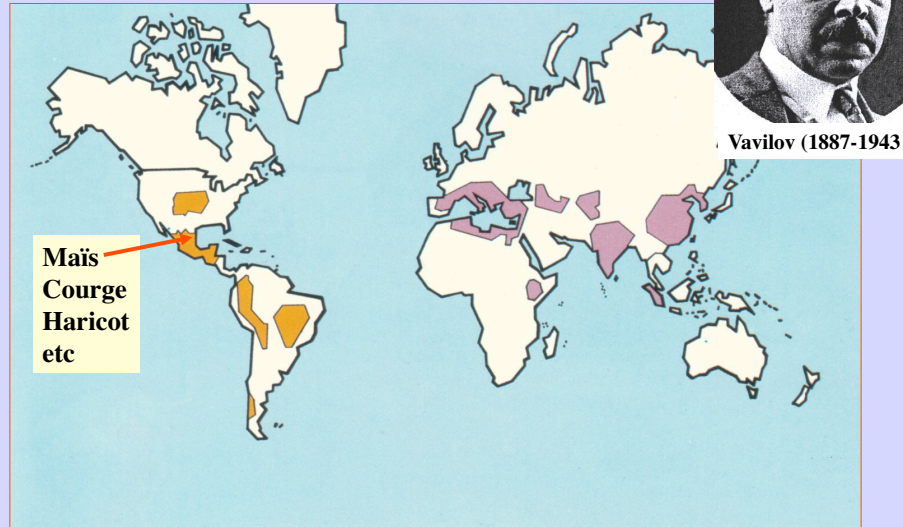
etc



*Elysia chlorotica*

PNAS 2008, 105 : 46

## L'Homme est-il uniquement destructeur de la biodiversité ?



Vavilov (1887-1943)

Carte des centres de domestication (Vavilov, 1940 ; Harlan, 1970)

## Origine botanique du maïs : les travaux de G.Beadle (1920-1980)

### 1. caryotypes

$$- 2n = 2x = 20$$

(J. Hered. 1939 30 : 245)

### 2. croisements

(maïs anciens x téosinte)

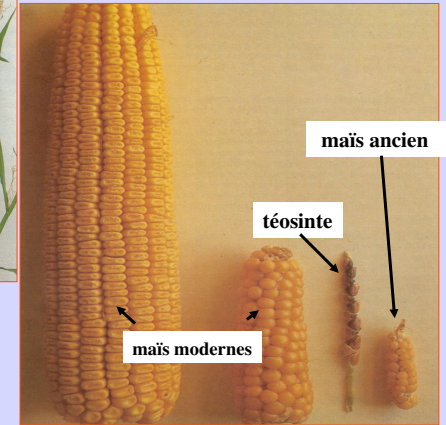
- analyse de la descendance: 50 000 pieds en F2

- fréquence de 1/500 des caractères maïs ou téosinte

Nombre de gènes impliqués (5)



téosinte



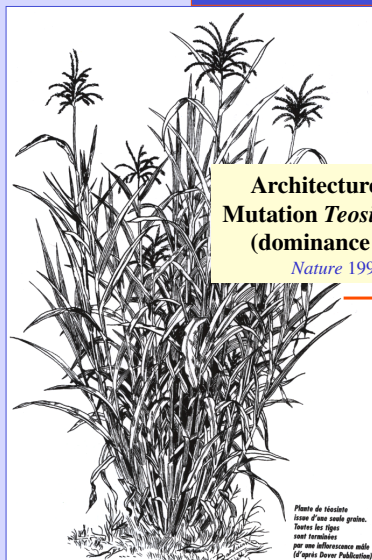
maïs ancien

téosinte

maïs modernes

Science 2003, 5648  
Nature 2005, 436

## Du téosinte aux maïs modernes

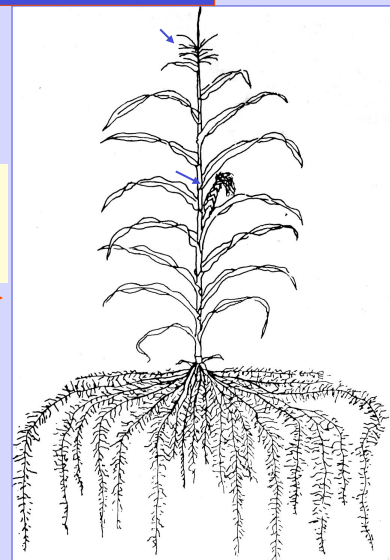


Architecture de la plante  
Mutation *Teosinte Branched 1*  
(dominance apicale, *tb1*)

Nature 1997, 386 : 485

Plante de téosinte  
sans d'un seul grain.  
Toutes les tiges  
sont ramifiées  
par une inflorescence mâle  
(d'après Dorner Publications).

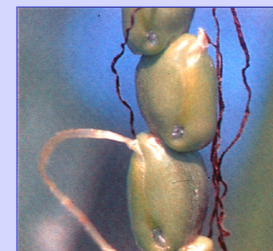
*Z.mays ssp parviglumis*



*Zea mays* L. subsp *mays*

## Du téosinte aux maïs modernes

### Mutations et les modifications du grain



Téosinte : grain immature



Téosinte: grain mature

*tga1* : Nature 2005, 436: 714-719  
*ra3* : Nature 2006, 441: 227-230



Maïs avec grains protégés



Barbara Mc Clintock  
Prix Nobel, 1983

Rétrotransposons et  
création de nouveaux gènes  
*Nat Genet* 2005, 37: 997  
*Plant Cell* 2008, 20: 247

La transposition: moteur de la variabilité génétique

## Conclusions issues de la génétique

1. Les caractères du maïs ont évolué durant sa domestication
2. Des mutations peuvent générer de nouvelles espèces
3. Génome et environnement interagissent

*Le génome est continuellement modifié*

*Les maïs modernes sont-ils  
naturels ?*

*Non! Ils ont été « créés » par l'homme  
(versus domestiqués).*

**L'Homme est aussi créateur de biodiversité  
La domestication accélère le paramètre temps**

## Conservation de la biodiversité et activités humaines



Depuis la publication de *The Origin of species* par Darwin, il y a 150 ans:

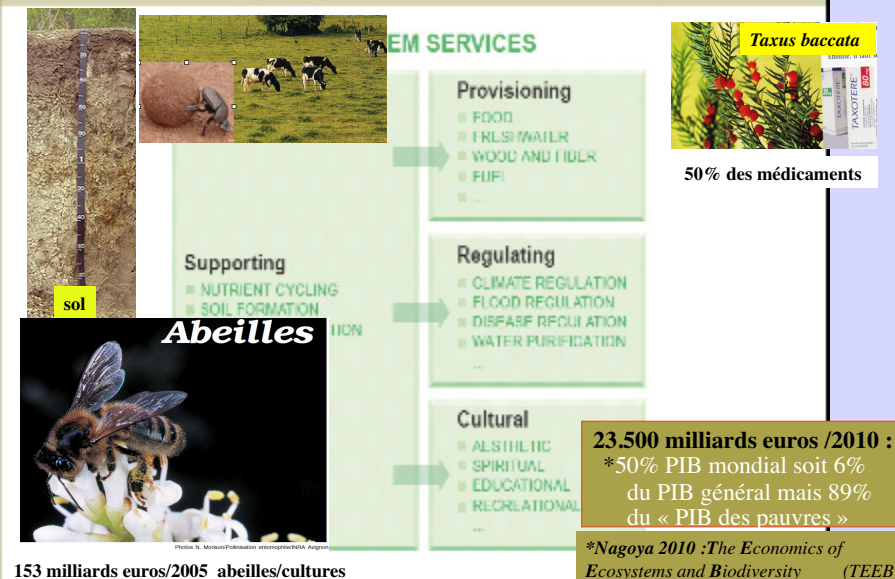
- ° la population humaine x 7
- ° l'énergie utilisée par personne x 7
- ° l'empreinte de l'homme sur l'environnement x 50

Millennium Ecosystem Assessment

## Les Services Ecosystémiques

*BioScience* 1983, 33: 248

## Bénéfices que l'Homme tire des écosystèmes





Monet, 1880, « La Grande Allée »

***« Nous n'héritons pas  
la terre de nos  
ancêtres,  
nous l'empruntons à  
nos enfants ».***

Antoine de Saint-Exupéry