

Quelques pré-requis

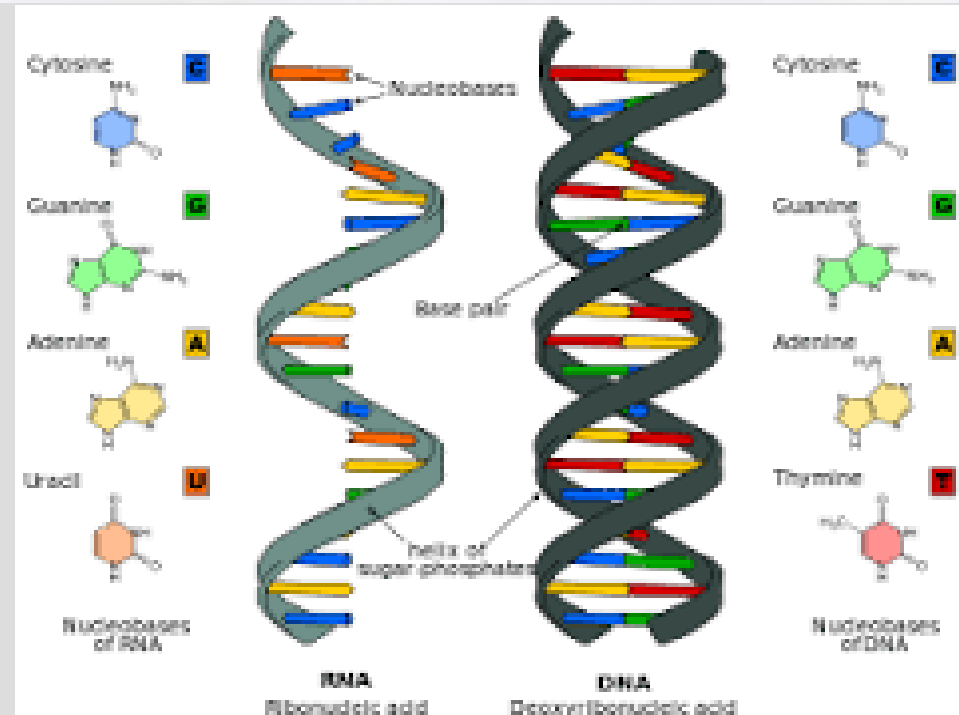
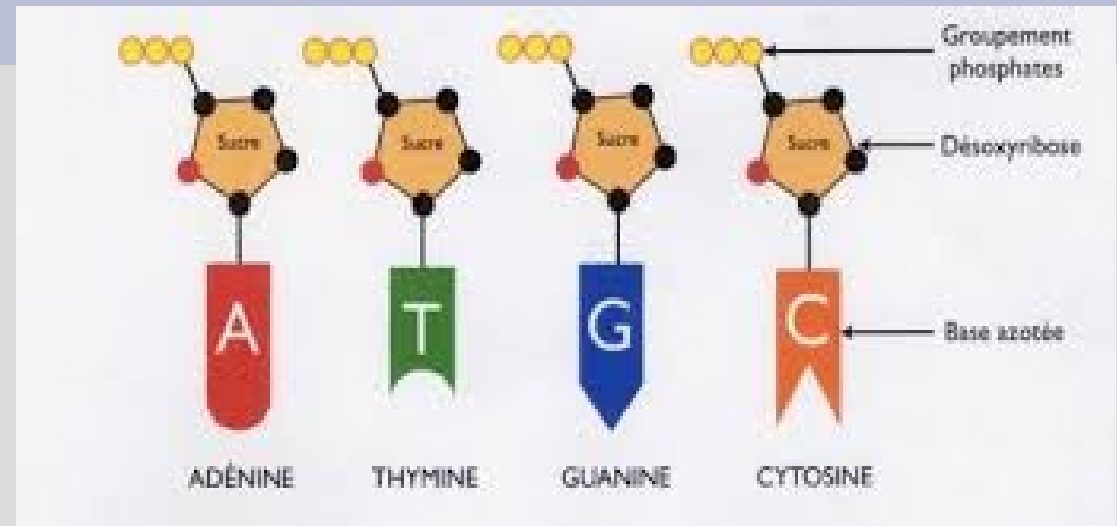
Loi relative à l'orientation et à la réussite des étudiants article 1^{er}

Afin de favoriser la réussite de tous les étudiants, des dispositifs d'accompagnement pédagogique et des parcours de formation personnalisés tenant compte de la diversité et des spécificités des publics étudiants accueillis sont mis en place.....

Intermezzo

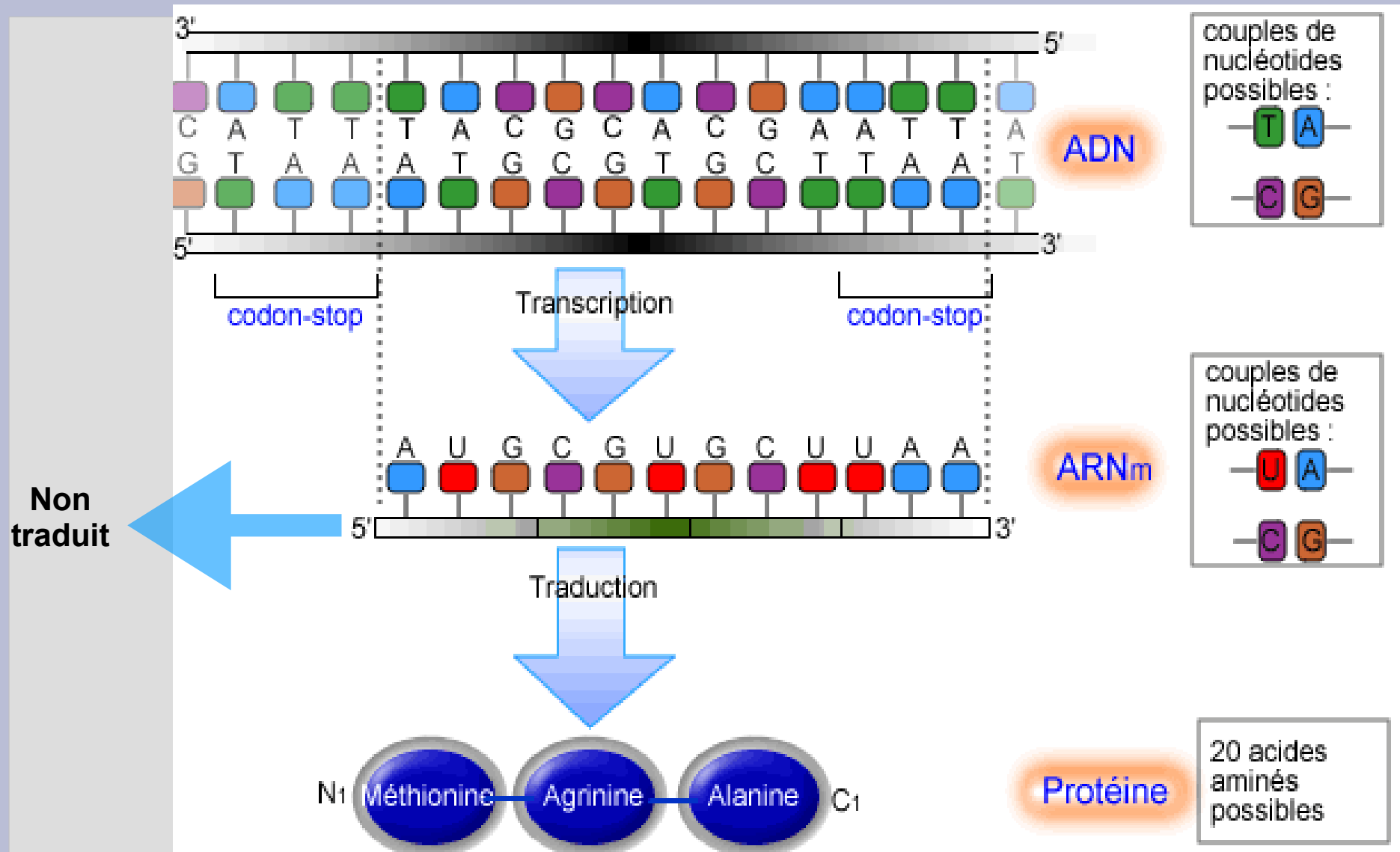
Intermezzo

De la base nucléique à l'acide nucléique



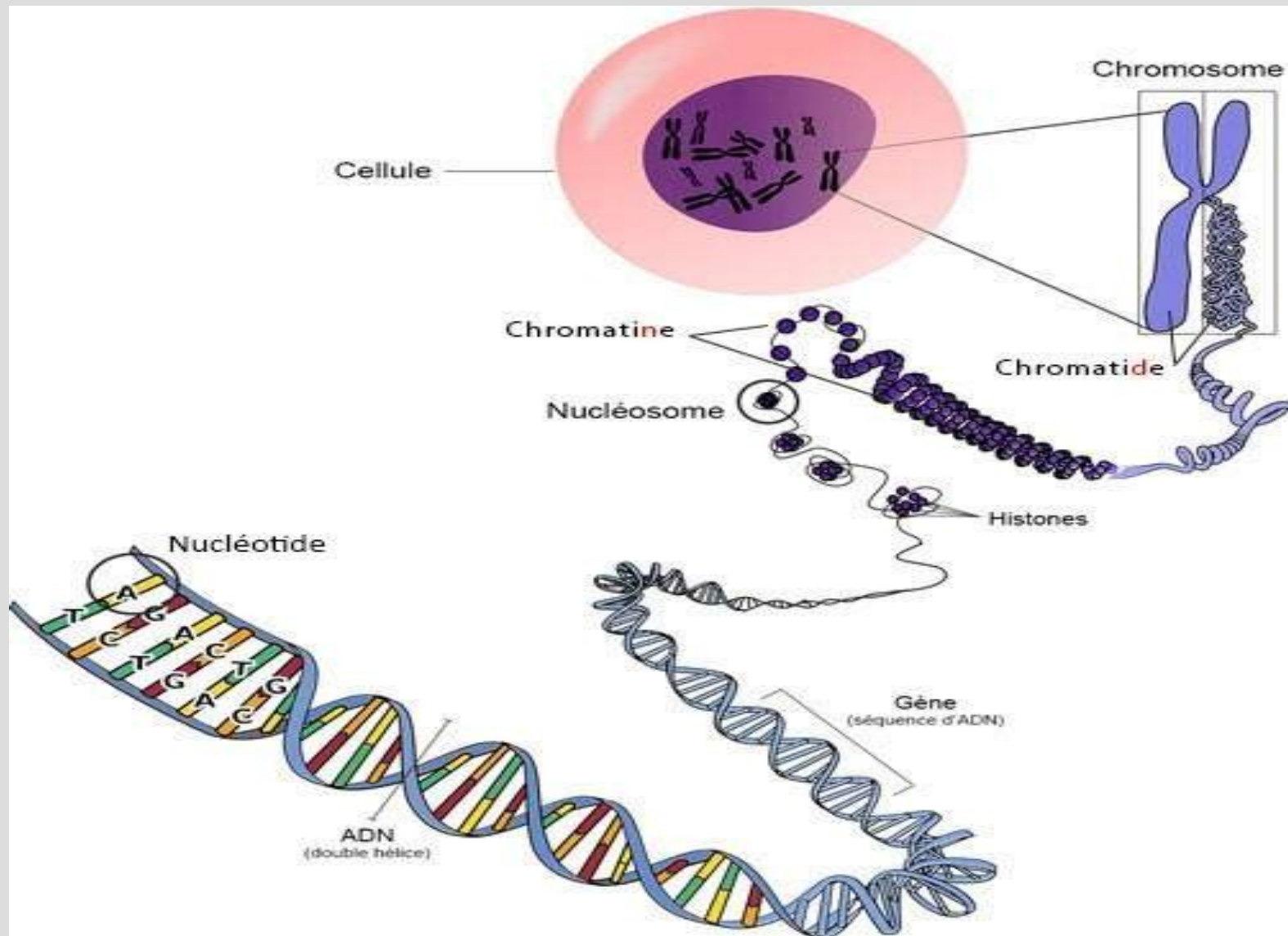
Intermezzo

L'expression génétique : synthèse protéiques



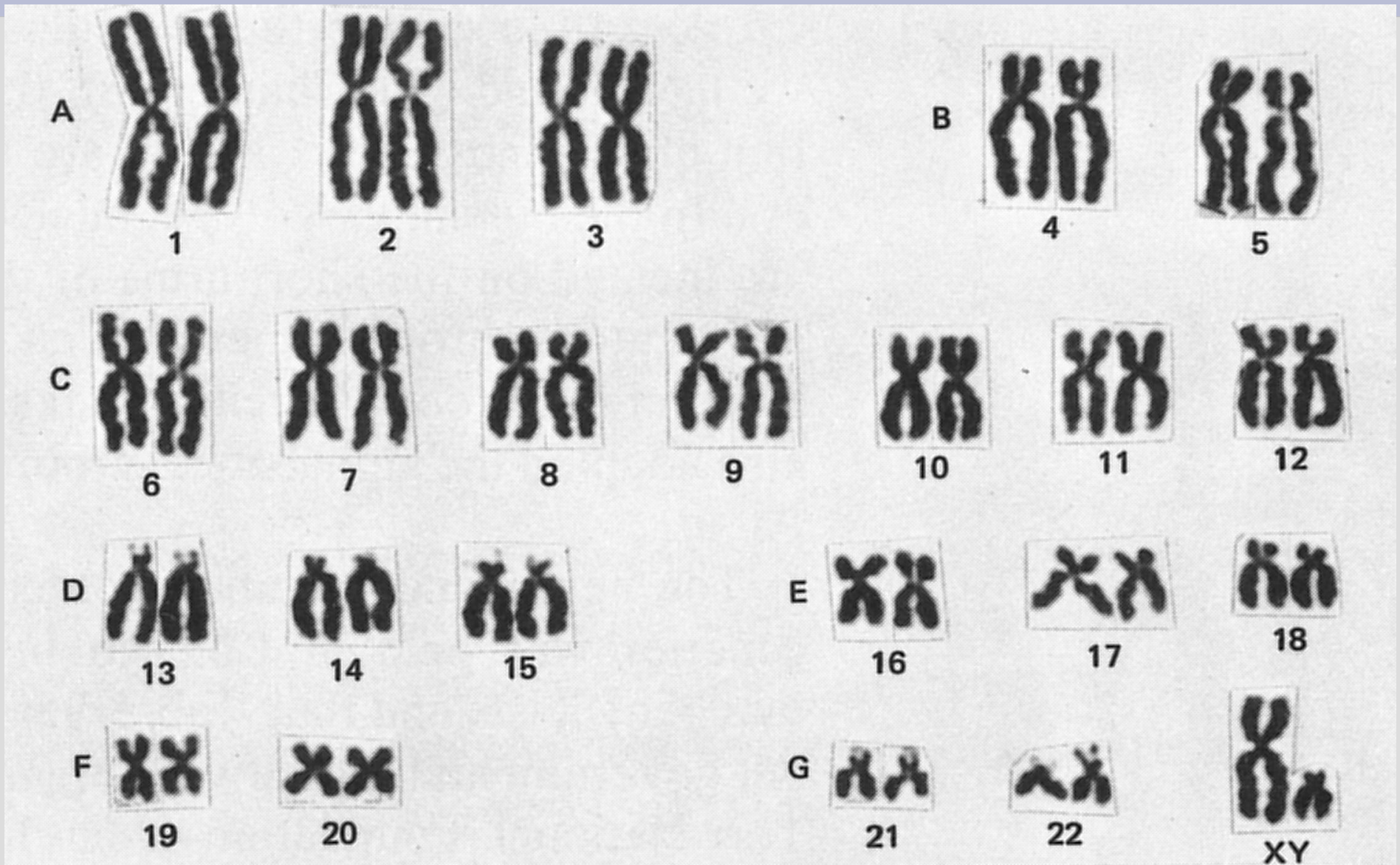
Intermezzo

De l'ADN au chromosome



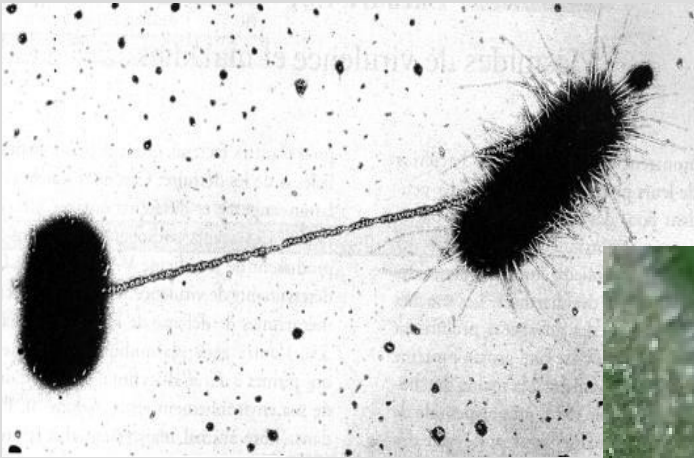
Intermezzo

Les chromosomes : le caryotype



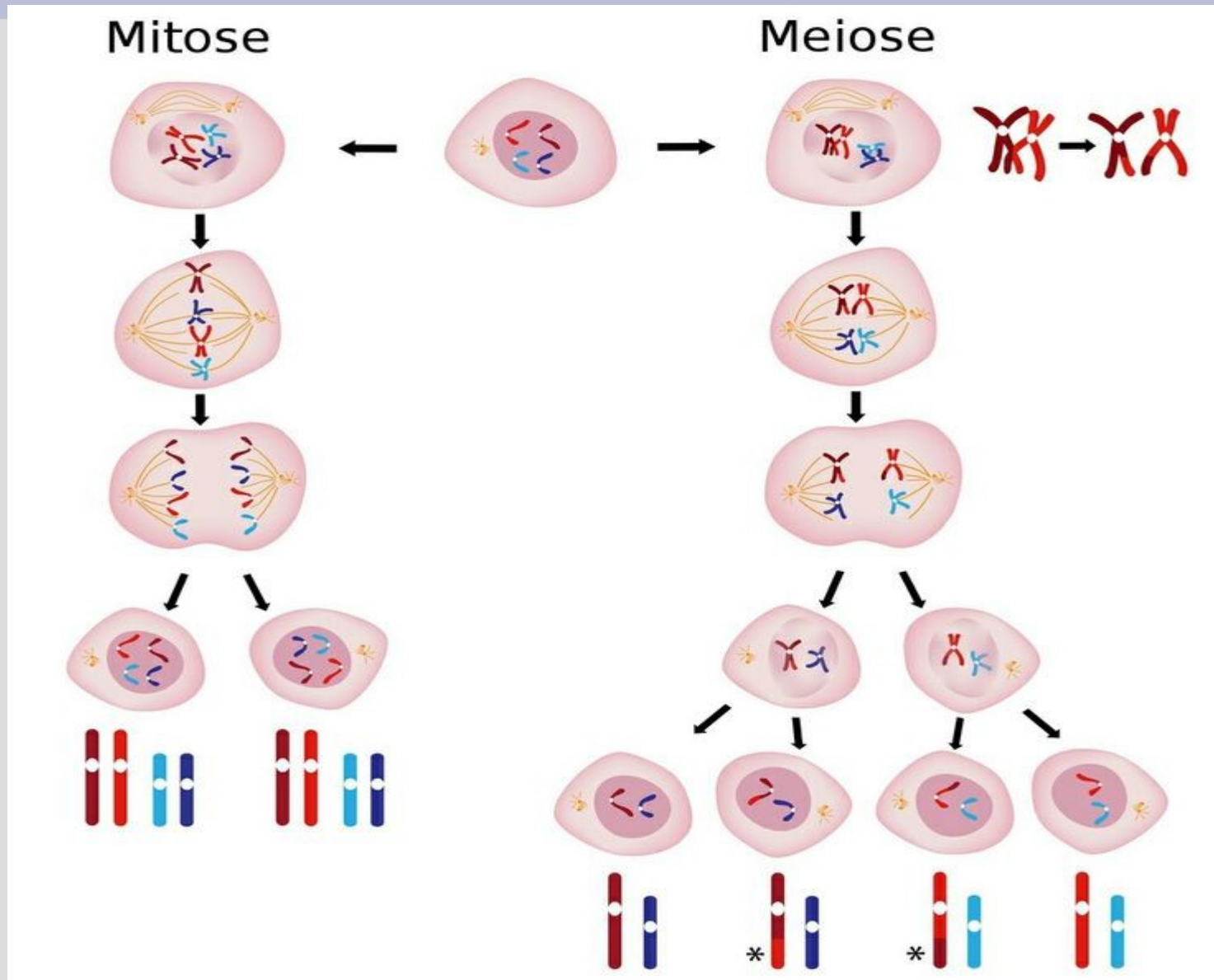
Intermezzo

Un formidabile invention : le sexe



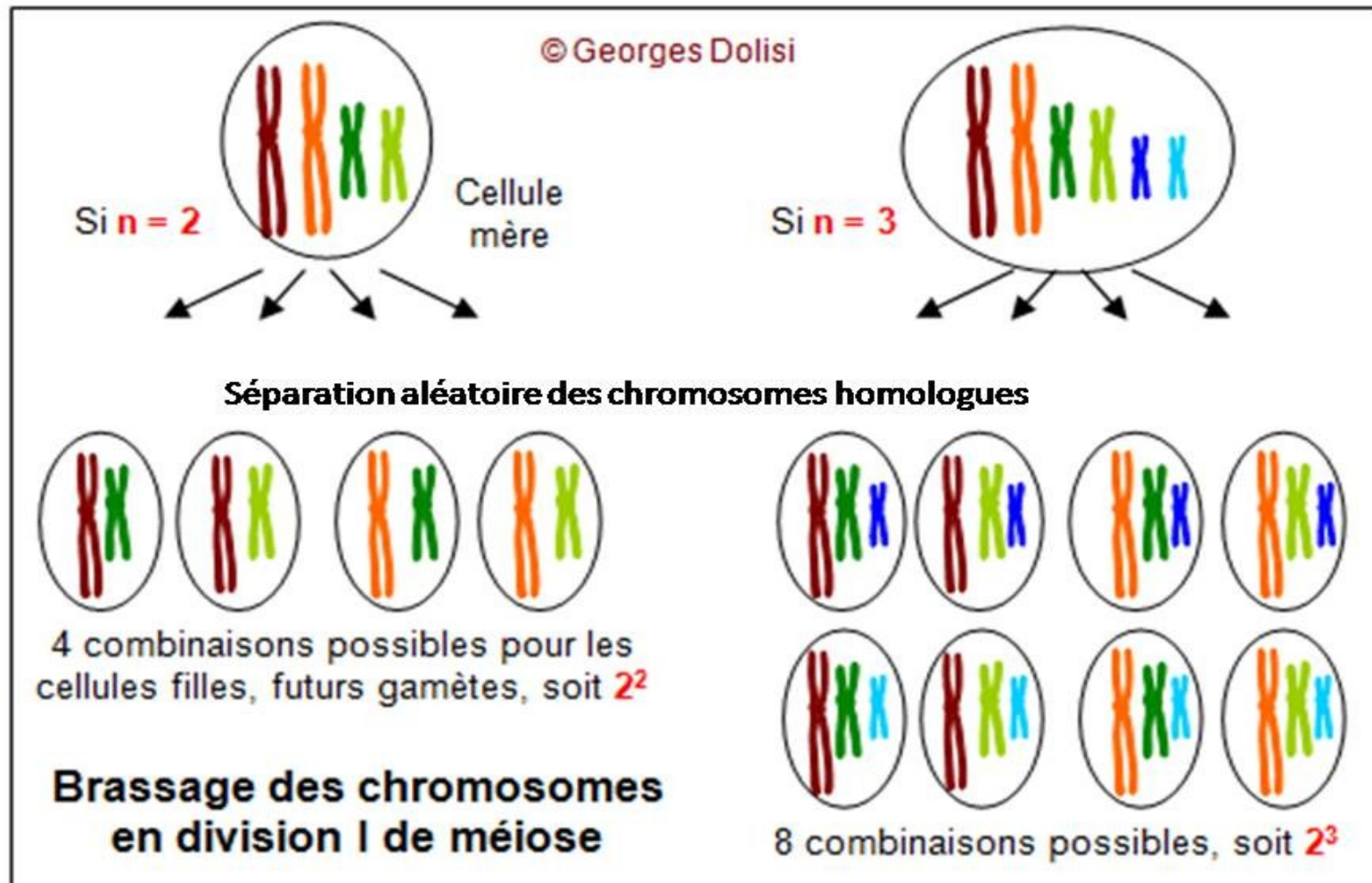
Intermezzo

Multiplication cellulaire



Intermezzo

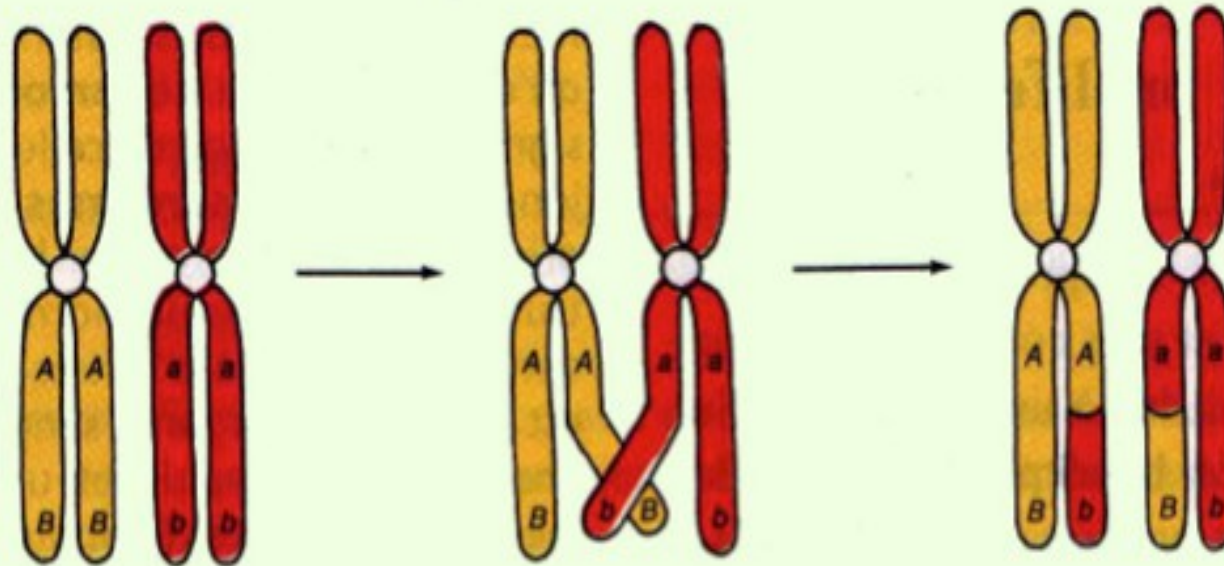
Le grand brassage



Soit pour $n=23$ il y a 2^{23} combinaisons possibles !

Intermezzo

Brassage inter-chromosomique



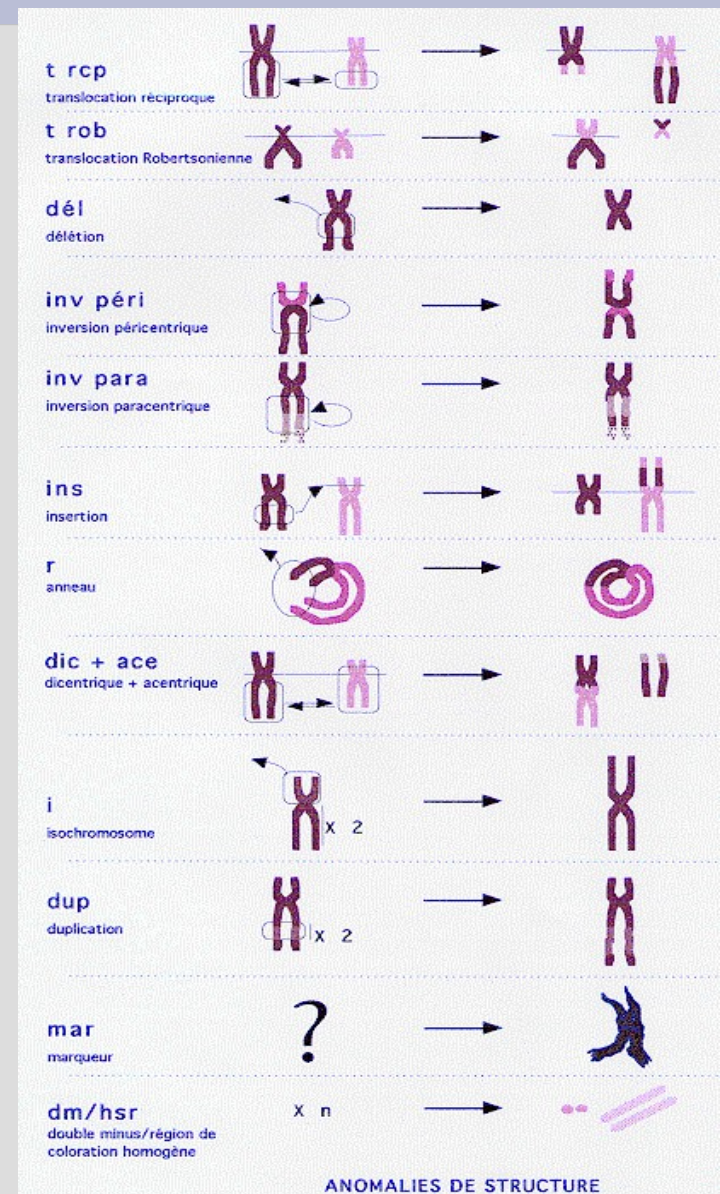
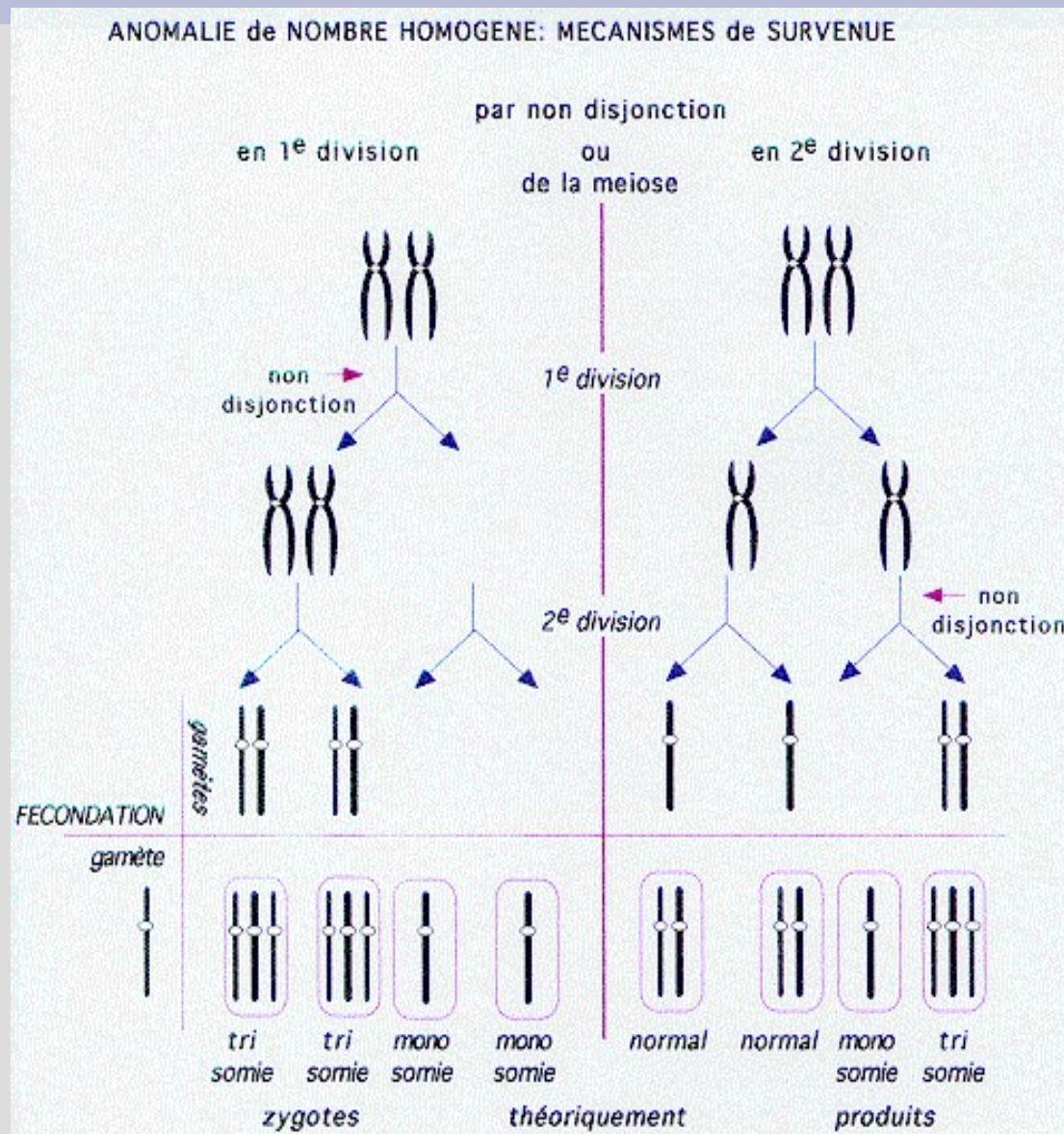
a) Synapsis et formation de tétrade

b) Enjambement

c) Recombinaison génétique

Intermezzo

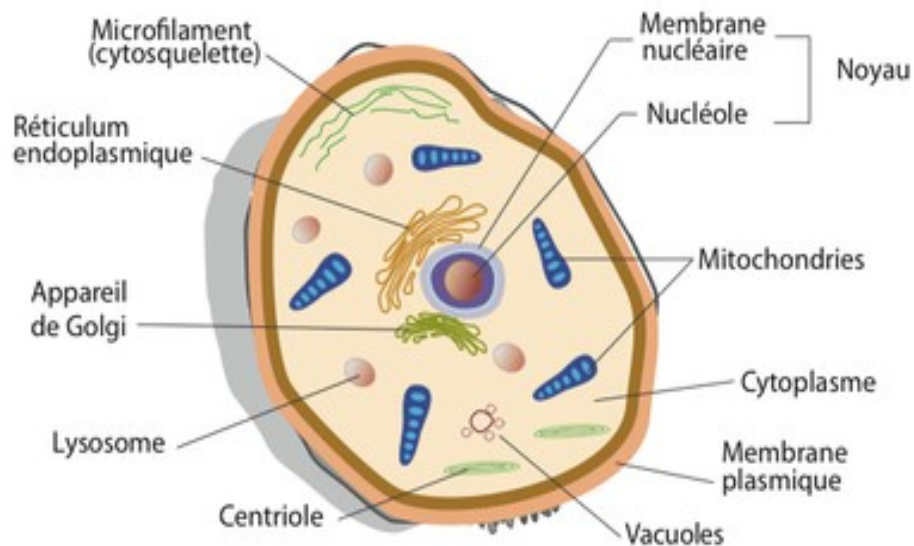
Altérations chromosomiques



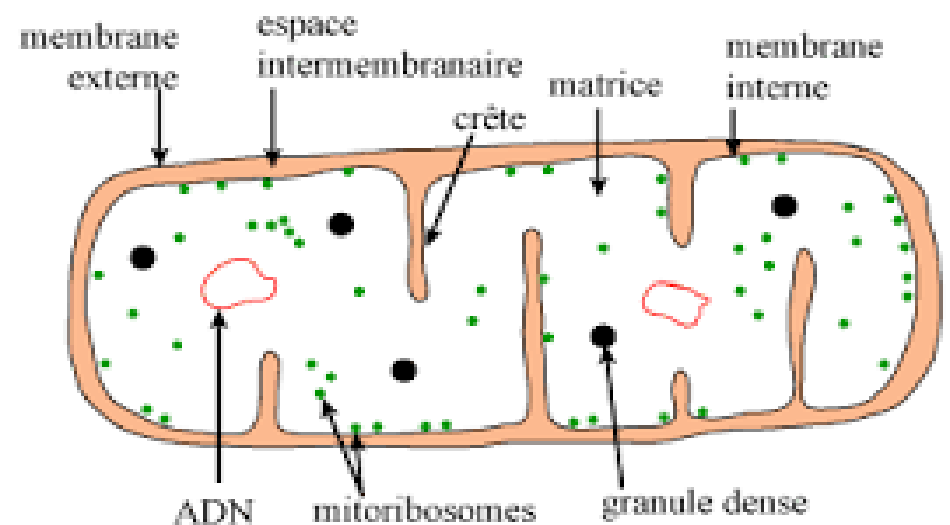
Intermezzo

Les ADN

- ADN autosomiques des chromosomes homologues
 - ◆ ADN aussi bien féminin que masculin
- ADN des chromosomes sexuelles X et Y
 - ◆ ADN du chromosome Y uniquement lié au sexe masculin
- ADN mitochondrial

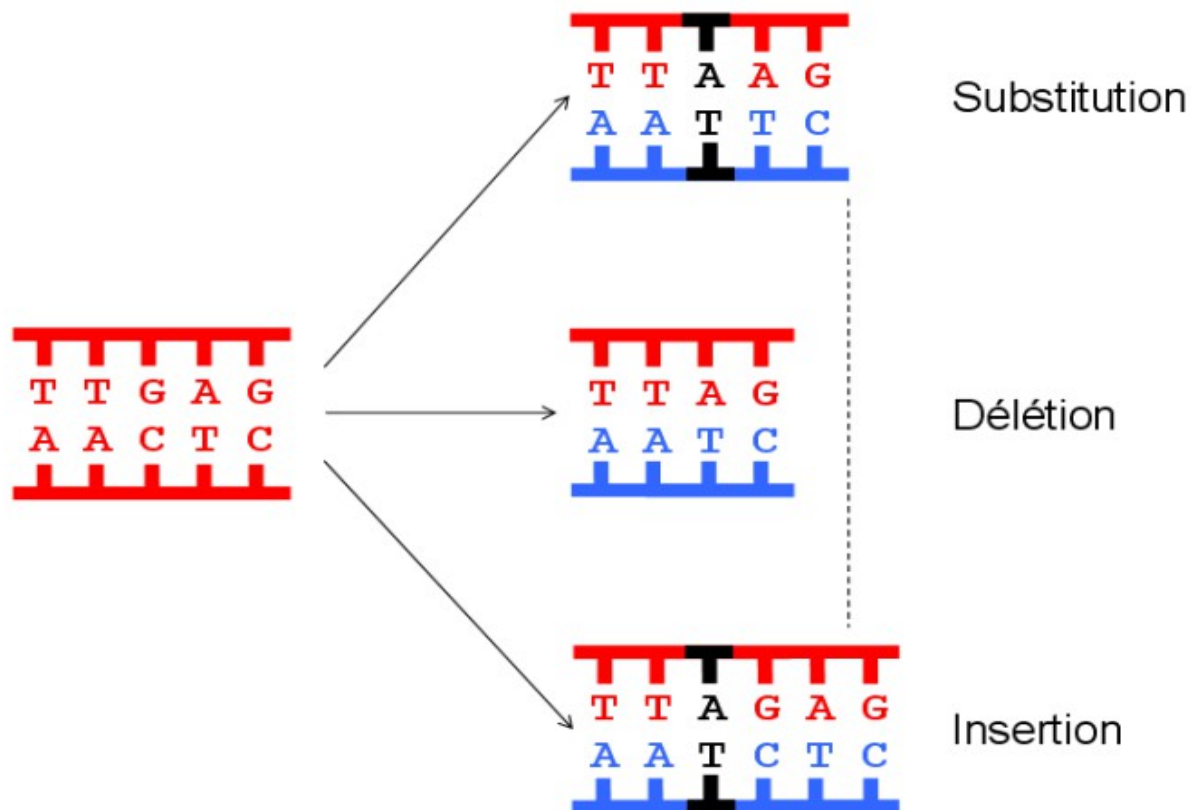


au



Intermezzo

Moteur de l'évolution : les mutations



Intermezzo

Moteur de l'évolution : les mutations

Conséquences des mutations

- Effets ou non
 - ✓ Sans action connue
 - ✓ Corrigée
 - ✓ Redondances (traduction ou de fonction)
 - ✓ Un grand nombre de mutations sont neutres
- Compatibles ou non avec la vie de la cellules
- Récessives ou dominantes
 - ✓ ARN régulateurs
 - ✓ Génotype et phénotype

Intermezzo

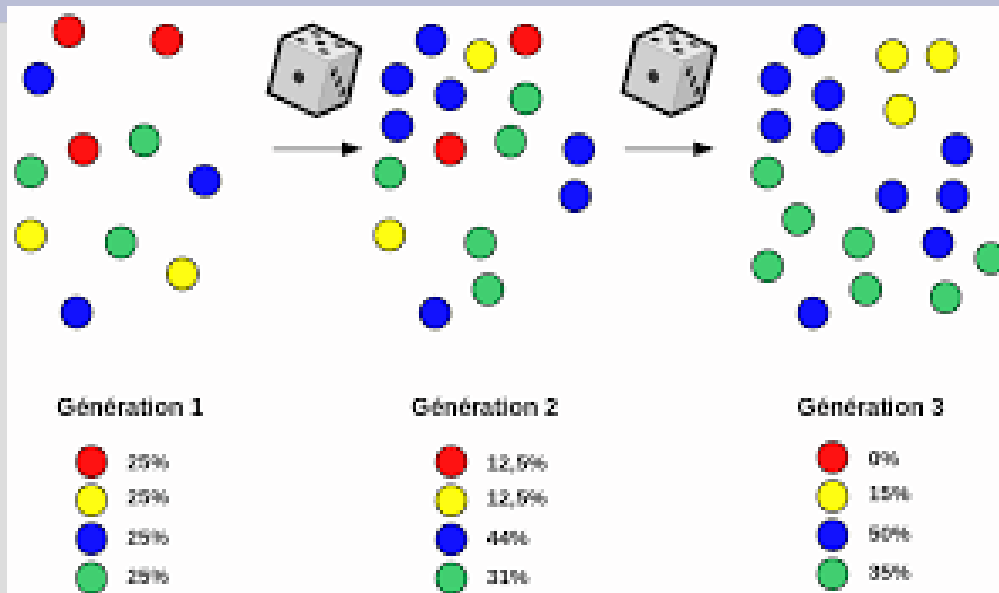
Moteur de l'évolution : les mutations

Exemple des groupes sanguins

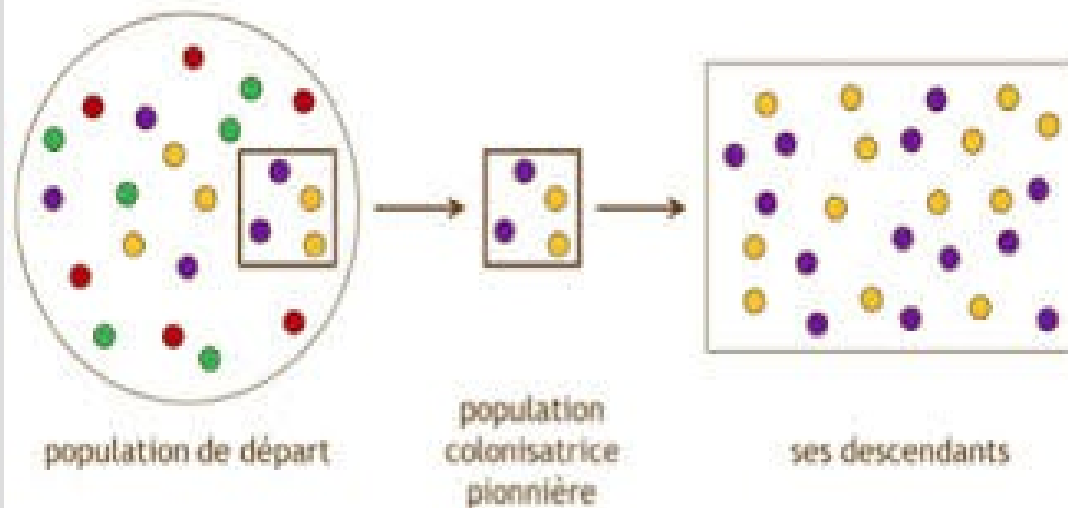
- Groupes = antigène surface des GR composé d'une molécule H et d'un sucre
- Ce sucre est différent dans le groupe A et B et absent dans le groupe O
- Ce sucre est fixé par une enzyme qui est différente dans chaque cas et qui est codée par un gène du chromosome 9 autosomique
- Ce gène à 3 allèles dont un inactif (groupe O)
- 4 différences du gène entre A & B et une perte d'un nucléotide pour O
- Les deux allèles A et B sont co-dominants

Intermezzo

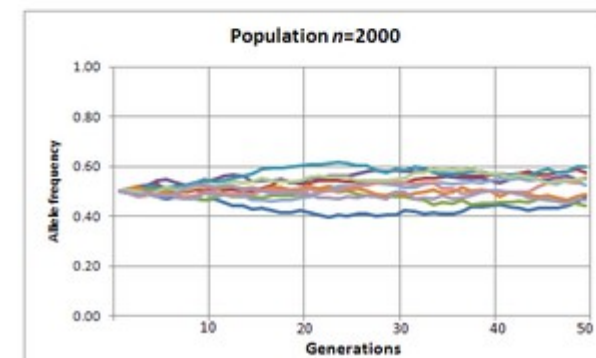
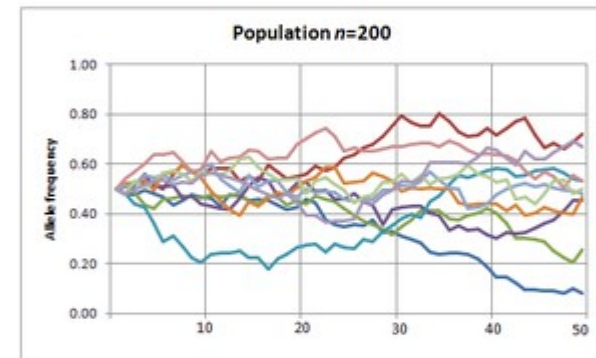
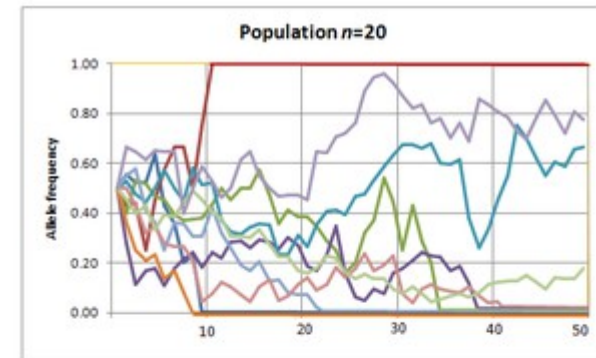
Moteur de l'évolution : la dérive génétique



Site : <http://vie-et-terre.fr>



Site : <https://www.bac-s.ne>



Intermezzo

Moteur de l'évolution : la sélection naturelle

Liée aux pressions de sélection favorisant ceux possédant une mutation qui présente un avantage sélectif

- Biotiques

- ◆ Intrinsèques

- ◆ Reproduction dont sélection sexuelle
 - ◆ Longévité (maladie)

- ◆ Extrinsèques

- ◆ Prédateurs (externes et internes)
 - ◆ Compétiteurs (ressources)

- Abiotiques

- ◆ Température, sécheresse
 - ◆ Altitudes
 - ◆ Ressources



Reine rouge

Intermezzo

Moteur de l'évolution : la sélection naturelle

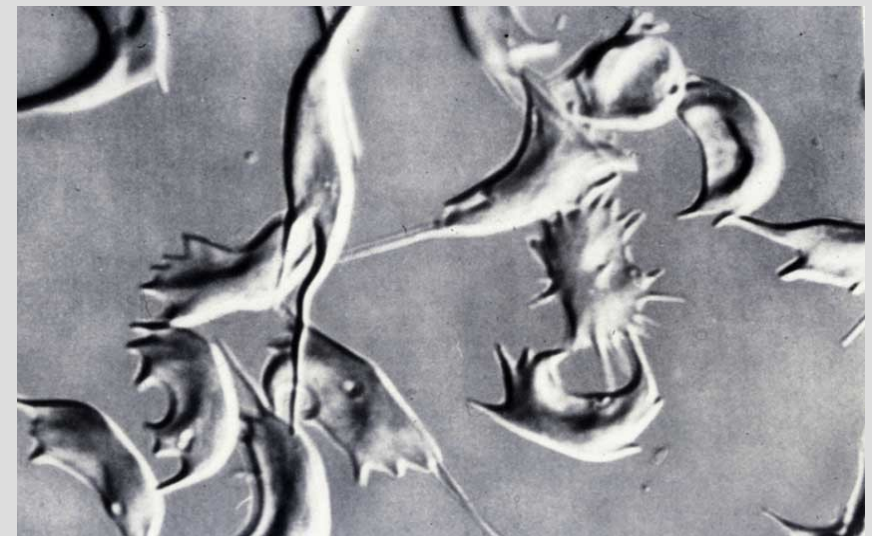
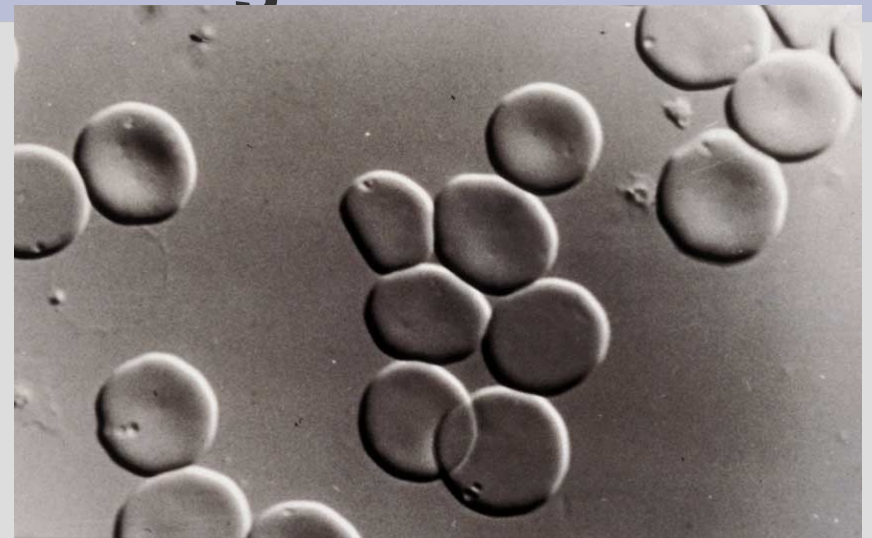
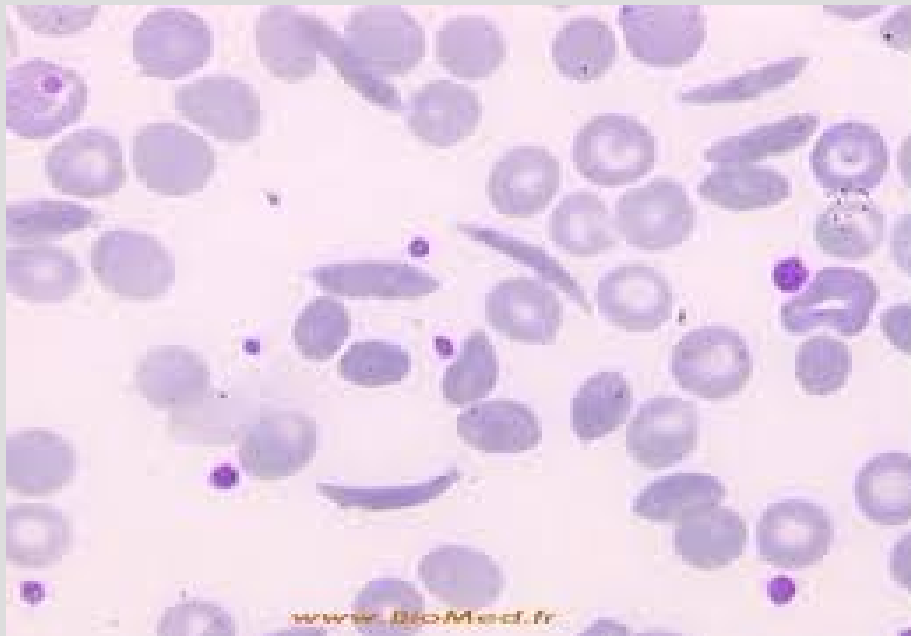
Liée aux pressions de sélection

- Culturelles (chez l'homme)
 - ◆ Tolérance au lactose
 - ✓ Mutation de la zone régulatrice du gène de la lactase
 - ✓ Normalement inhibition lors du sevrage
 - ✓ Avec la pratique de l'élevage
 - ✓ Avantage sélectif positif
 - ◆ Comportements sociaux-culturels
 - ✓ Flux de gènes entre populations pygmées et bantoues

Intermezzo

La sélection naturelle : équilibre avantage/désavantage

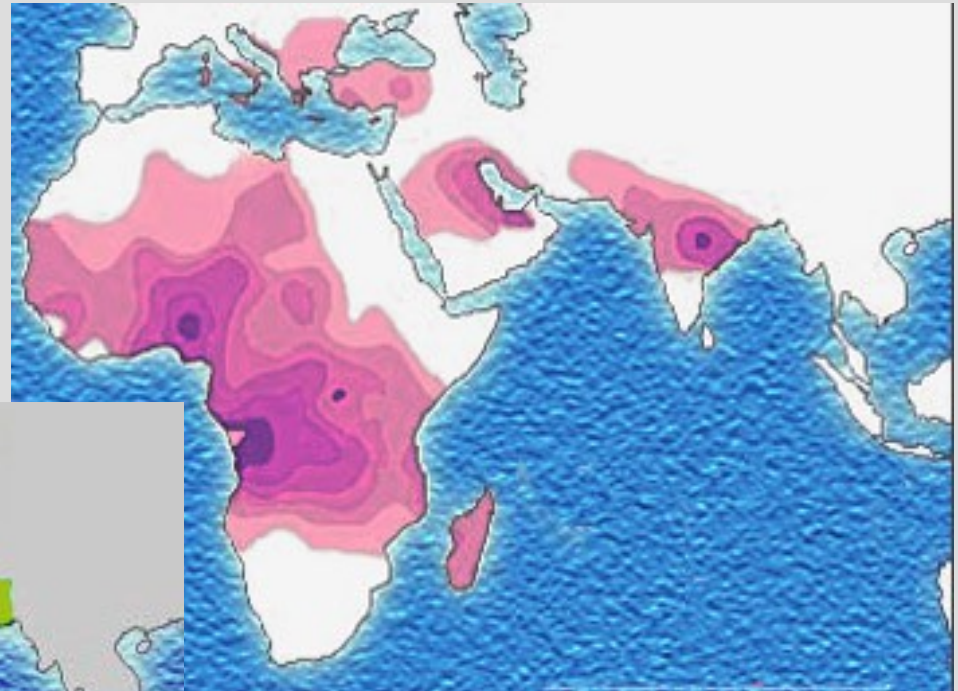
La drépanocytose



Intermezzo

La sélection naturelle : équilibre avantage/désavantage

Drépanocytose



Paludisme

Intermezzo

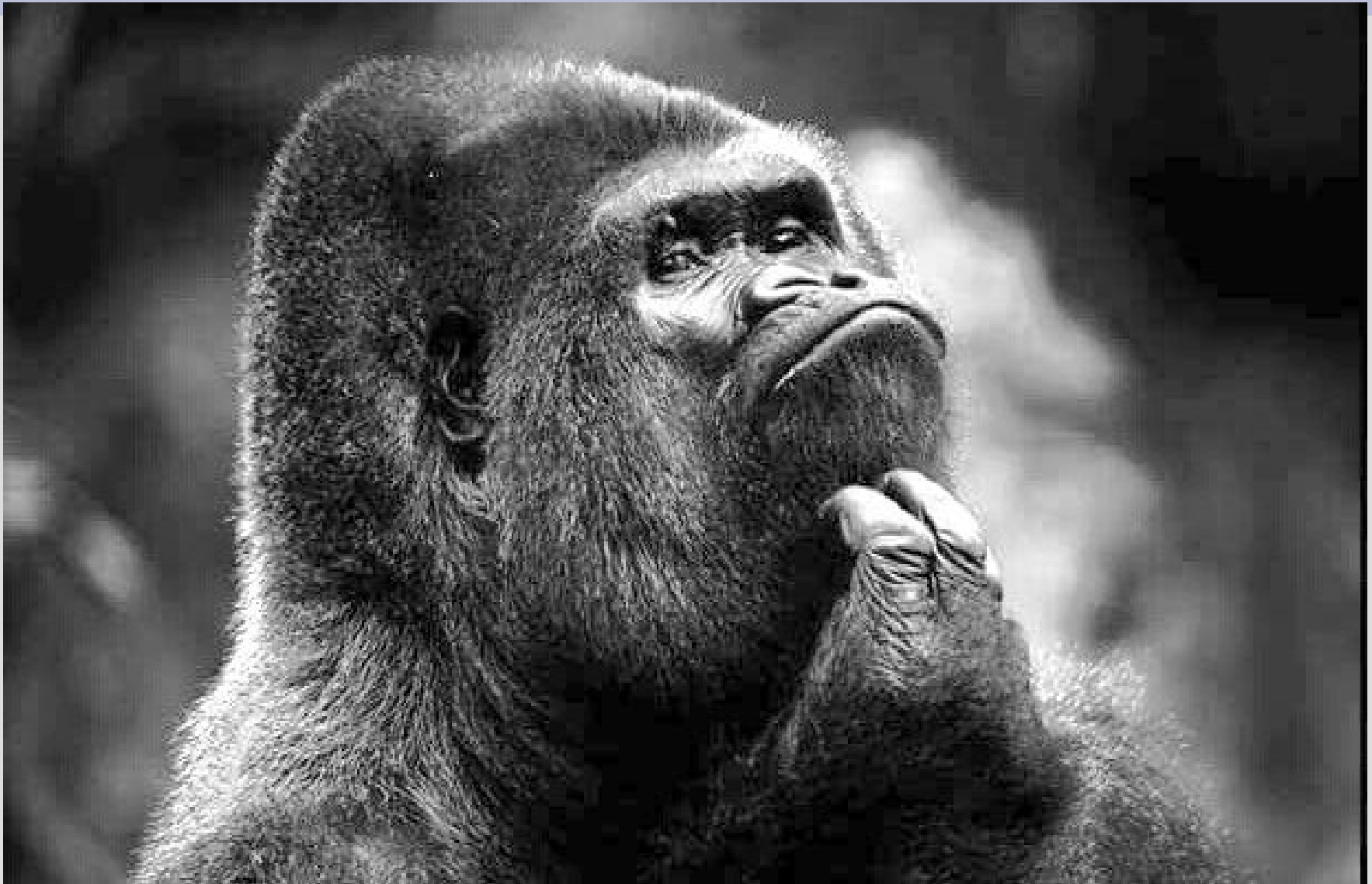
Évolution: hasard et nécessité

- Aléa
- Adaptation
- Conjoncture



- Aucun finalisme
- Aucune transcendance

Fugue : d'où vient-on ?



Fugue

Les mythes



Enuma Elish
II^{ème} millénaire

La genèse
VIII^{ème} – II^{ème} siècle



Fugue



Augustin d'Hippone 354 - 430

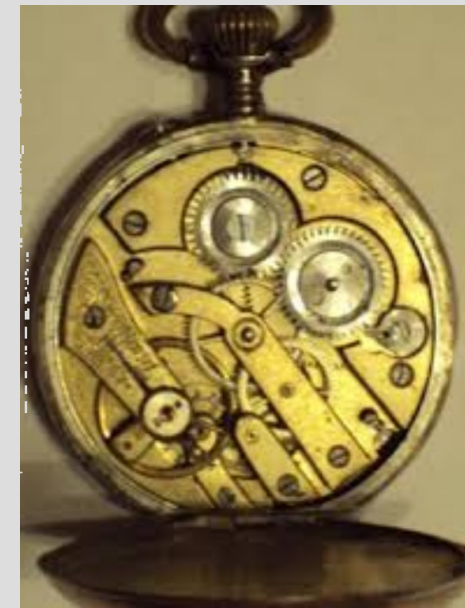


Musée de la création



James Ussher 1581 – 1656

Dieu créa le Ciel et la Terre le soir du 22 octobre - 4004



Dessein
intelligent

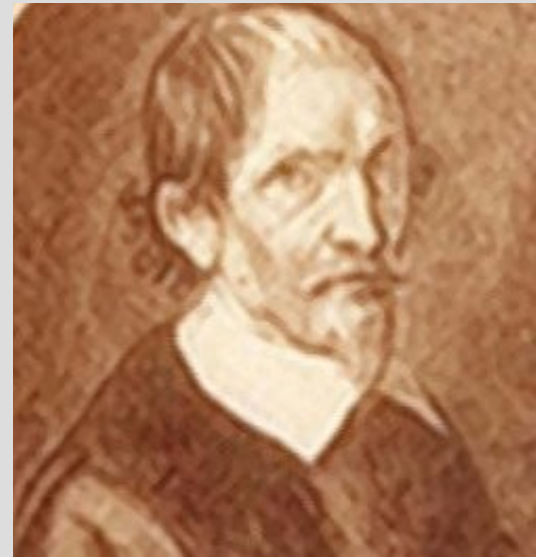
Fugue



Empedocles
- 490 - 430



Giordano Bruno brûlé en 1600
Campo de' Fiori à Rome

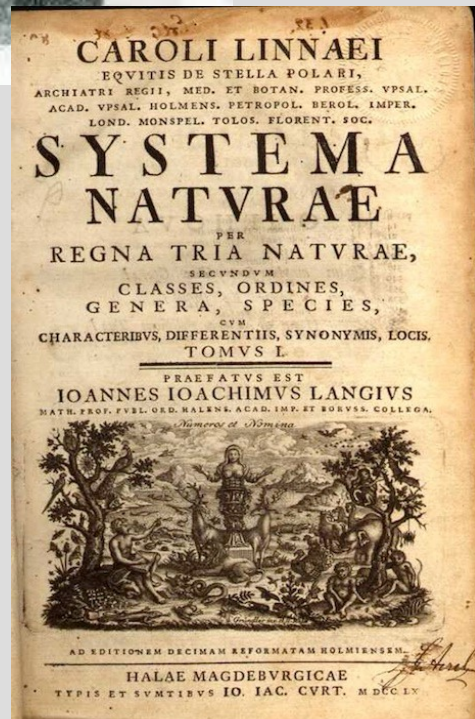


Isaac La Peyrère
1596 - 1676

Fugue



Carl Von Linné
1707 - 1778



Georges Cuvier
1769 - 1832



Fixicisme

Abstract

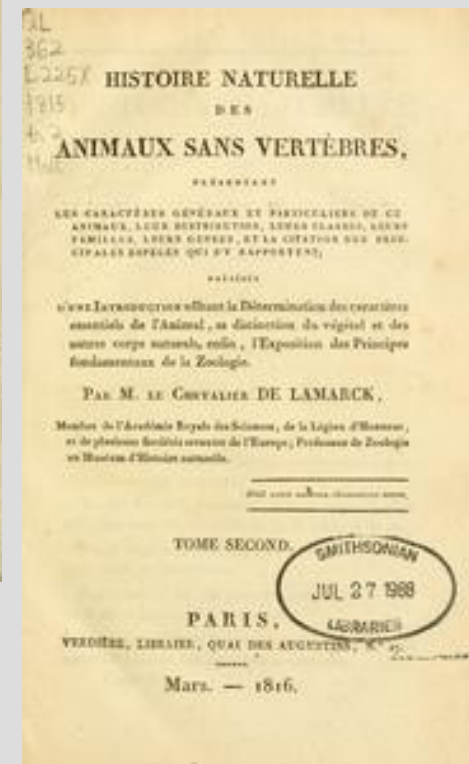
Fugue



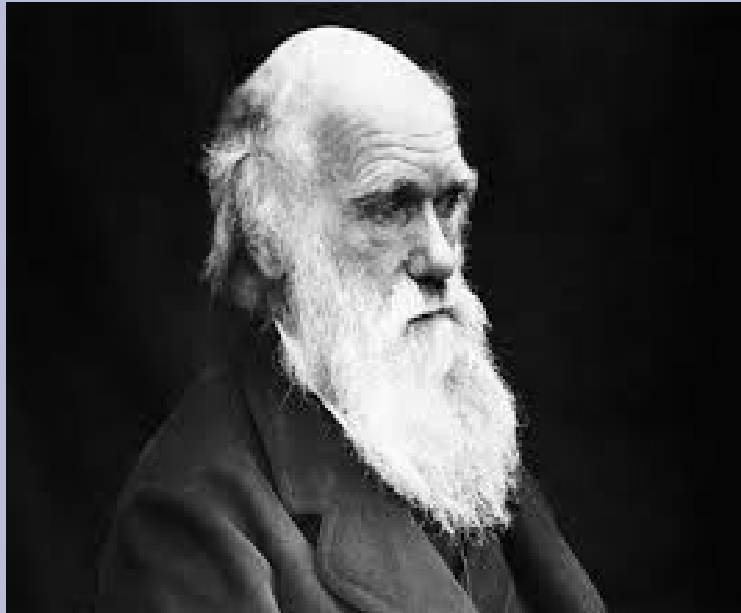
Jean-Baptiste de Lamarck
1744 - 1829



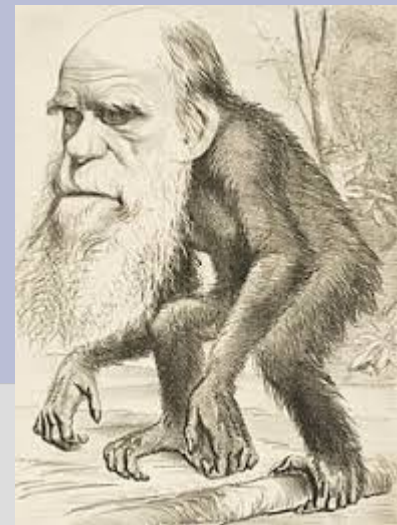
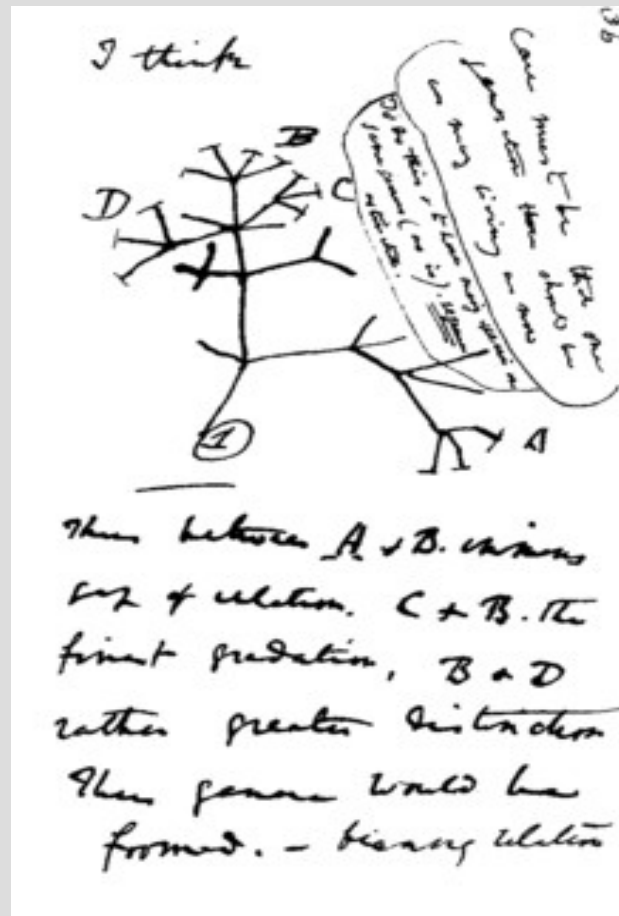
Transformisme



Fugue



Charles Darwin
1809 - 1882



THE
DESCENT OF MAN,
AND
SELECTION IN RELATION TO SEX.

1871

By CHARLES DARWIN, M.A.,

IN TWO VOLUMES.

JOHN MURRAY

ON
THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE
PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE
FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, ORIENTAL, LITERARY, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF "JOURNAL OF RESEARCHES INTO THE HISTORY OF THE LIFE OF THE
GALAPAGOS ISLANDS."

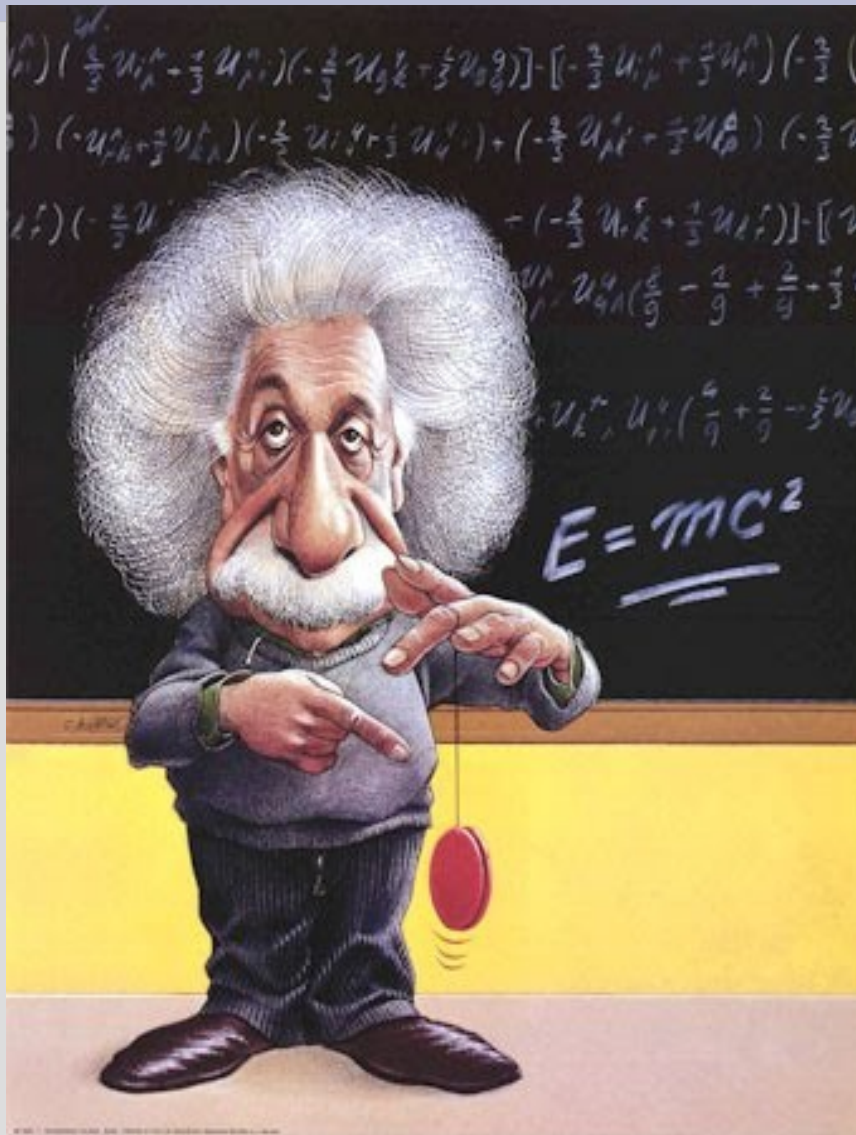
LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

The right of Translation is reserved.

L'homme fruit du hasard de l'évolution de la vie

1859

Fugue



Théorie $\neq$ Spéculation

- Cohérence interne
- Cohérence avec les faits
- Prédictive
- Simple
- Falsifiable



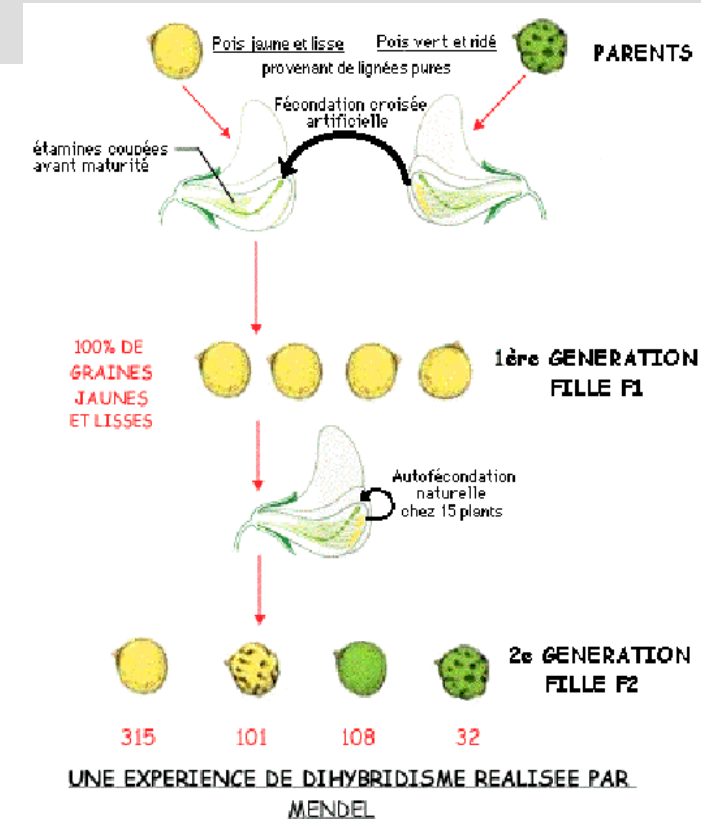
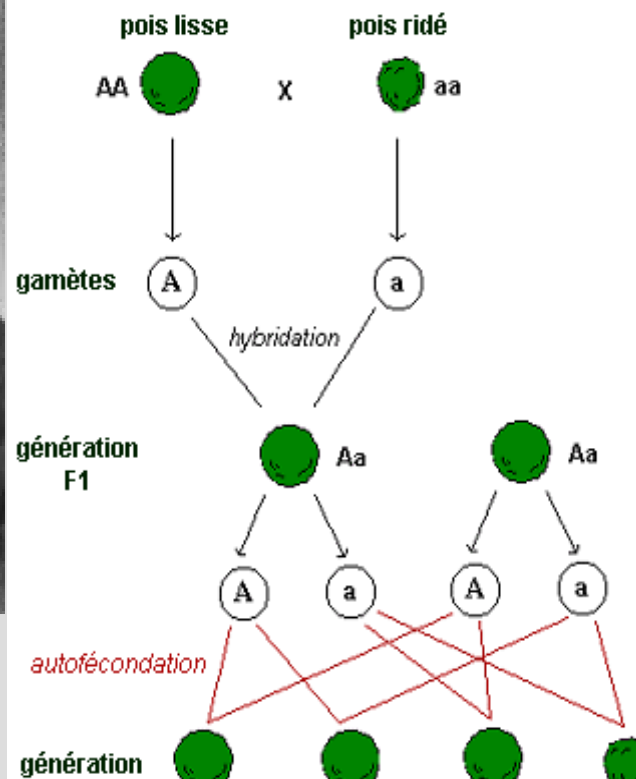
Fugue

Lois de l'hérédité 1866



Johann Gregor Mendel
1822 - 1884

- ✓ Uniformité des hybrides de première génération
- ✓ Disjonction des allèles
- ✓ Ségrégation indépendante des caractères héréditaires multiples

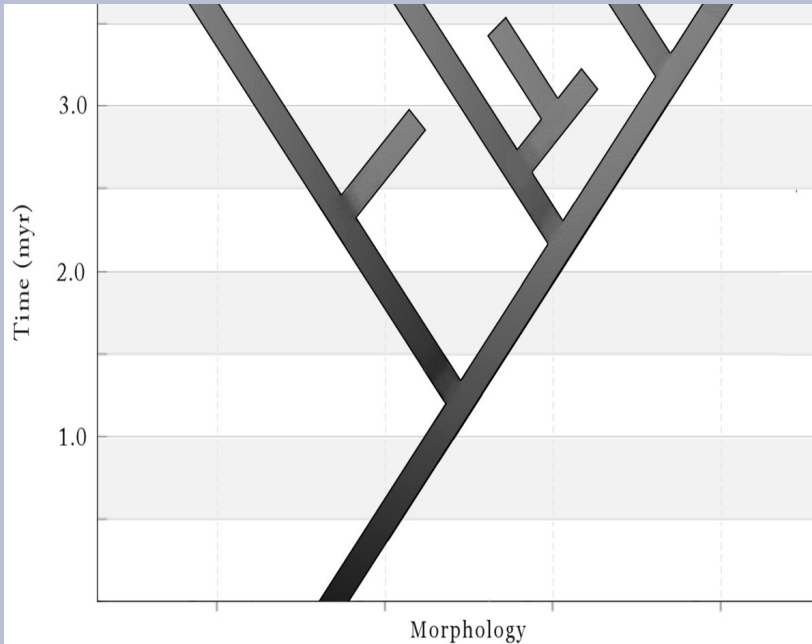


Fugue

Après Darwin

Gradualisme

- ✓ Théodosius Dobzhansky
- ✓ Julian Huxley
- ✓ Ernst Mayr
- ✓ Georges Gaylord Simpson



Punctuated Equilibrium (top)

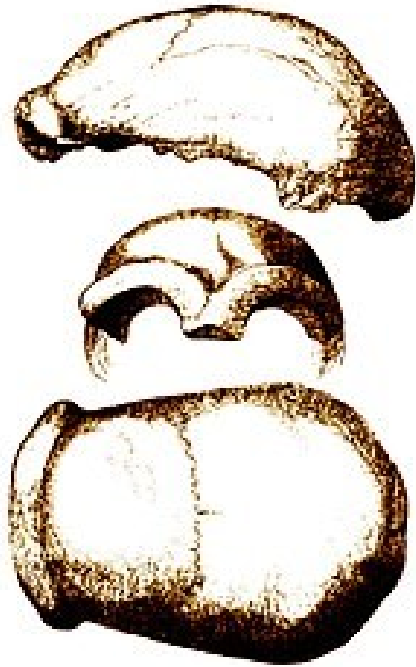


Équilibre ponctué

- ✓ Stephen Jay Gould
- ✓ Niles Eldredge

Fugue

- Homme de néanderthal
- Vallée de Néander (1856)
 - Gibraltar (1848)

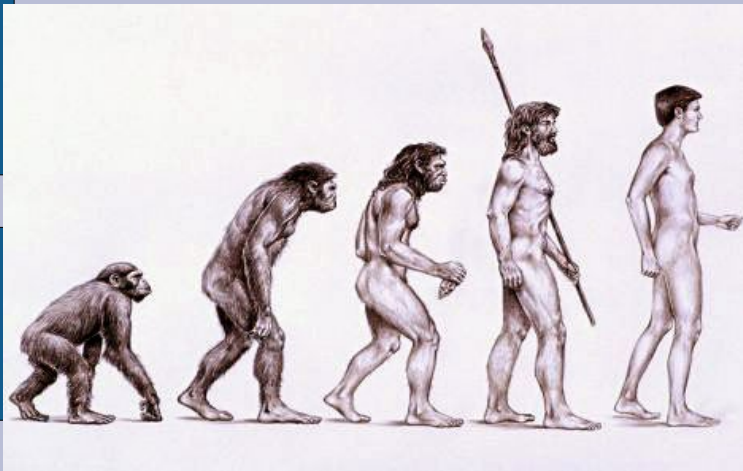


Hache de St Acheul

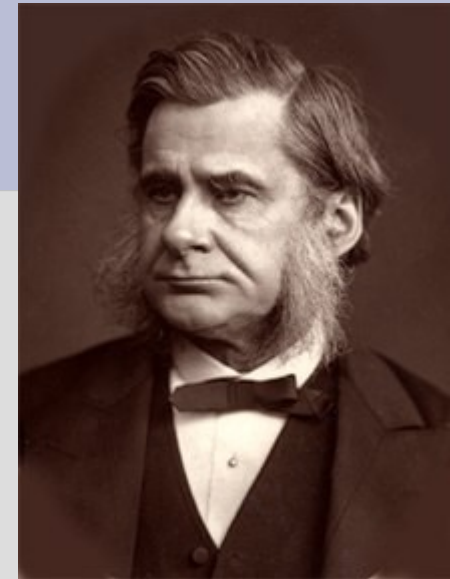


Jacques Boucher de Perthes
1788 – 1868

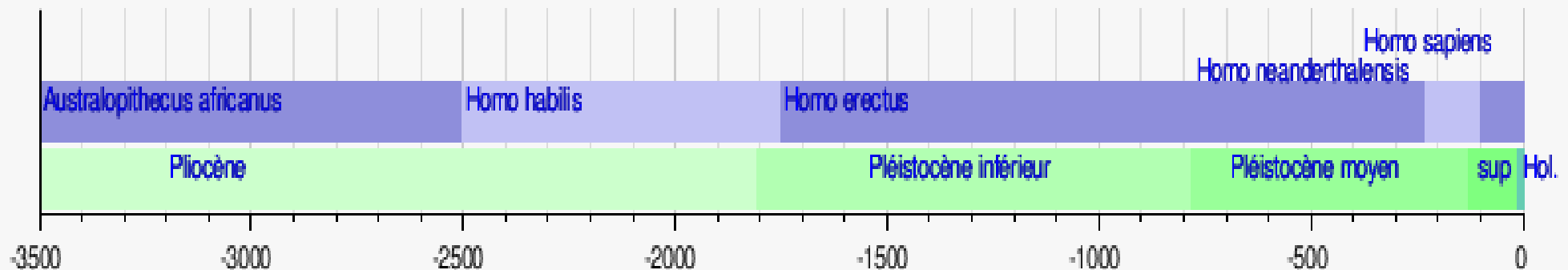
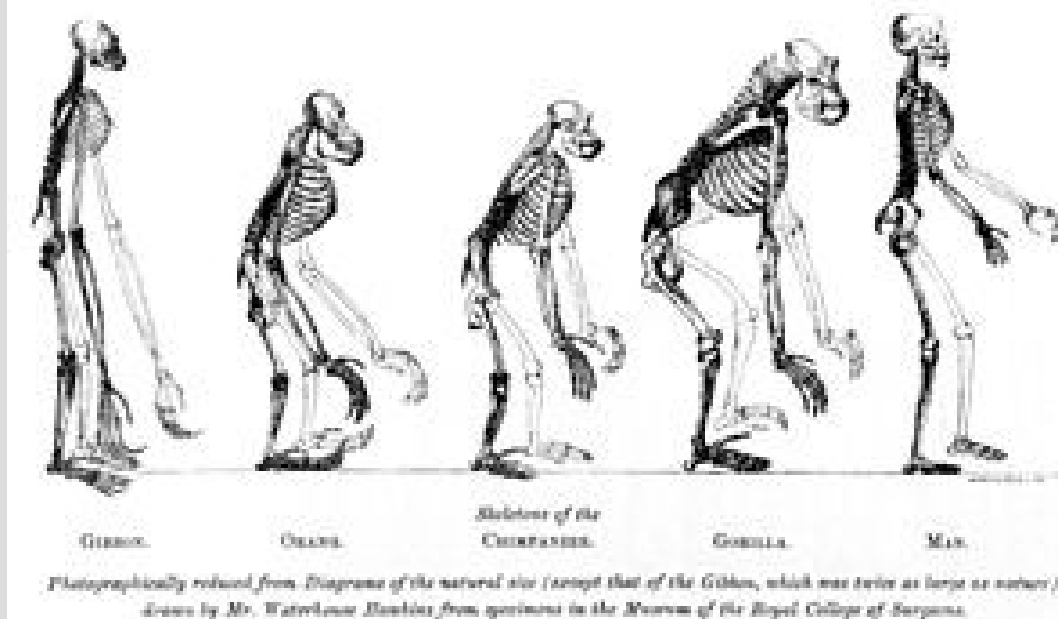




Fugue



Thomas Huxley
De la place de l'homme dans la nature 1863



Fugue

Moyens d'étude

- Anatomique (paléanthropologie, anatomie comparative)
- Archéologie (industrie lithique)
- Géologie (datation relative)
- Chimie isotopique (datation absolue) C14
- Physique : paléomagnétisme
- Informatique (calcul, bases de données, traitement d'images, images 3D...)
- Imagerie (scanner, synchrotron)
- Biologie moléculaire

Fugue

Gorille



postures

450 cm³



crânes
vus de profil
capacité crânienne

trou occipital



crânes
vus de dessous



bassins
vus de face



pieds



mains

Homme
actuel



1 550 cm³



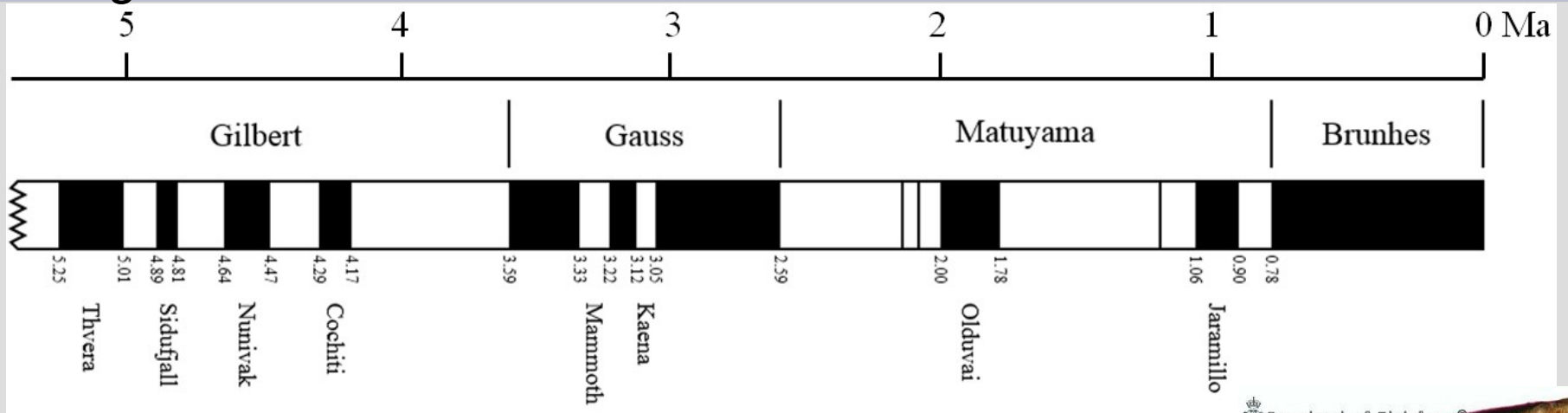
trou occipital





Fugue

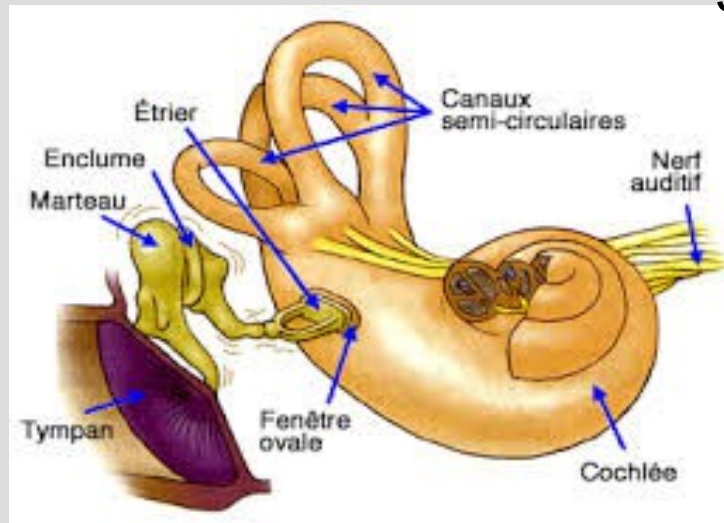
Paléomagnétisme



Department of Histology ©
Jagiellonian University Medical College

Périkymaties synchrotron

Extraction virtuelle micro-scanner



Fugue

Apport de la génétique

- Amplification (PCR)
- Séquençage du génome
 - ◆ Mitochondrial (lignée maternelle)
 - ◆ Nucléaire (lignée paternelle pour le chromosome Y)
- Séquençage haut débit
- Séquençage massivement parallèle

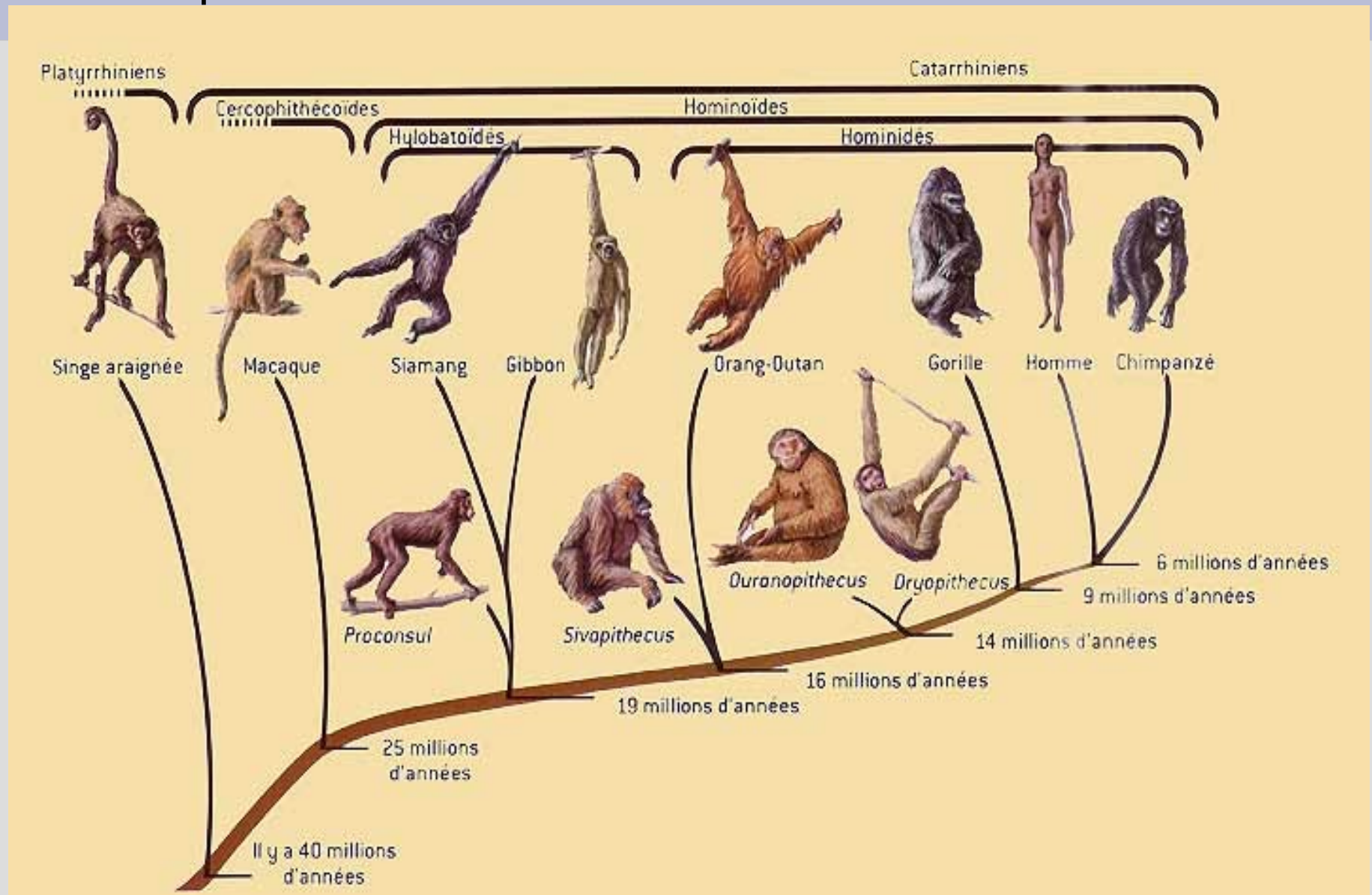
Fugue

Apport de la génétique

- Horloge moléculaire
 - ◆ hypothèse selon laquelle les mutations génétiques s'accumulent dans un génome à une vitesse constante
 - ◆ hypothèse affinée dites d'horloge moléculaire relaxée
 - ◆ permet de dater des événements de spéciations en accord avec les données paléontologique
- Paléogénomique
 - ◆ étudie l'ADN ancien (hommes, animaux, végétaux).
 - ◆ évalue les métissages
- Variabilités alléliques et migrations

Fugue

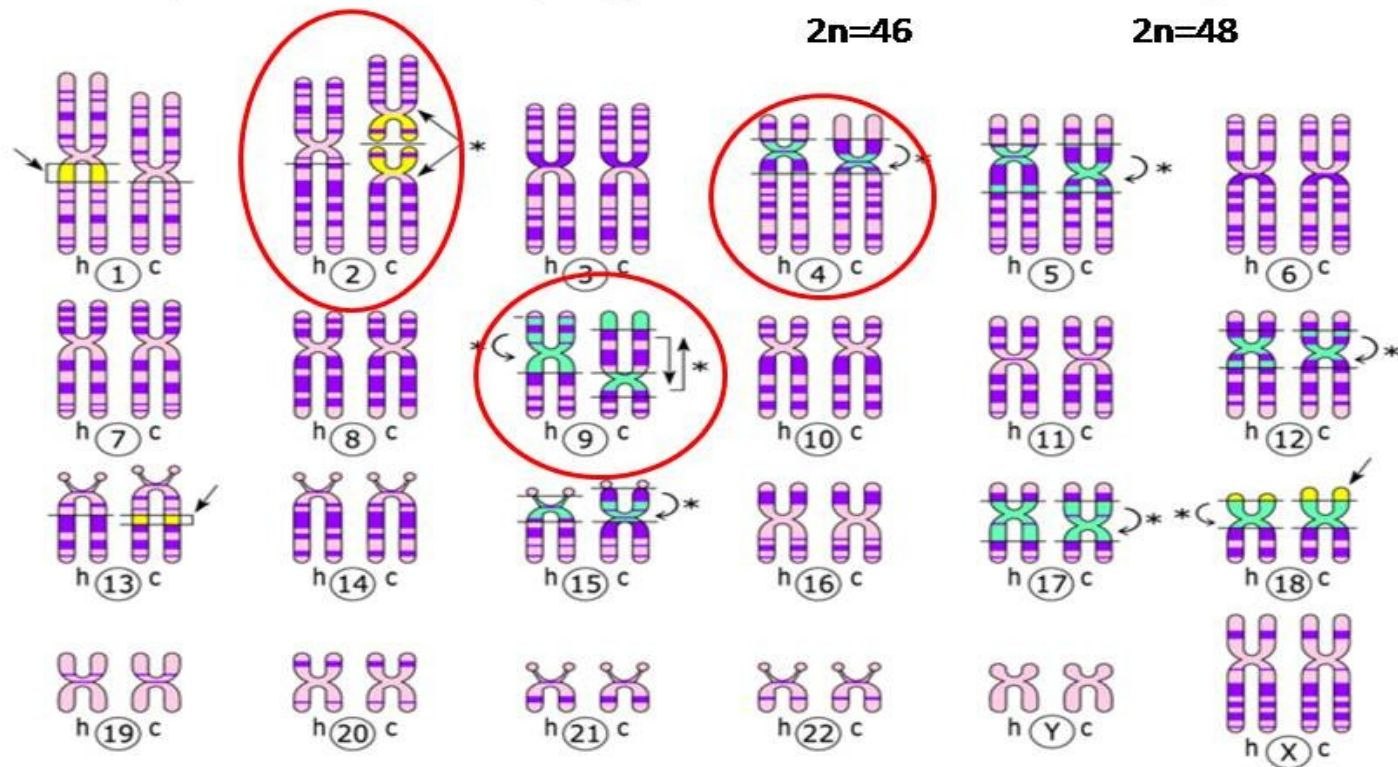
Évolution des primates



Fugue

Proximité

Comparaison des caryotypes de l'homme et du chimpanzé



identités
 additions
 inversions

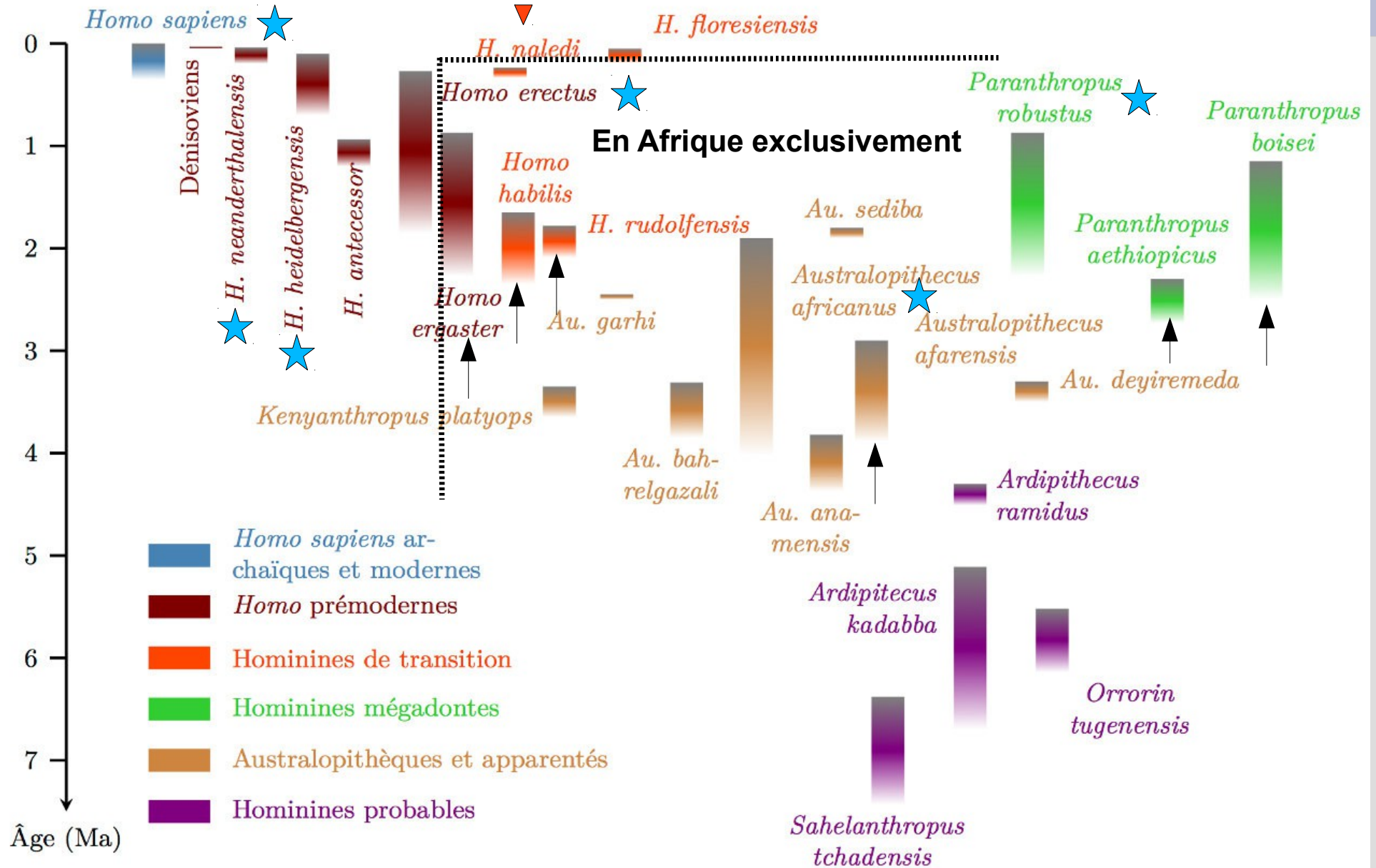
h : homme
 c : chimpanzé

http://www.assistancescolaire.com/enseignant/elementaire/ressources/base-documentaire-en-sciences/comparaison-des-caryotypes-de-l'homme-et-du-chimpanze-t_1102101

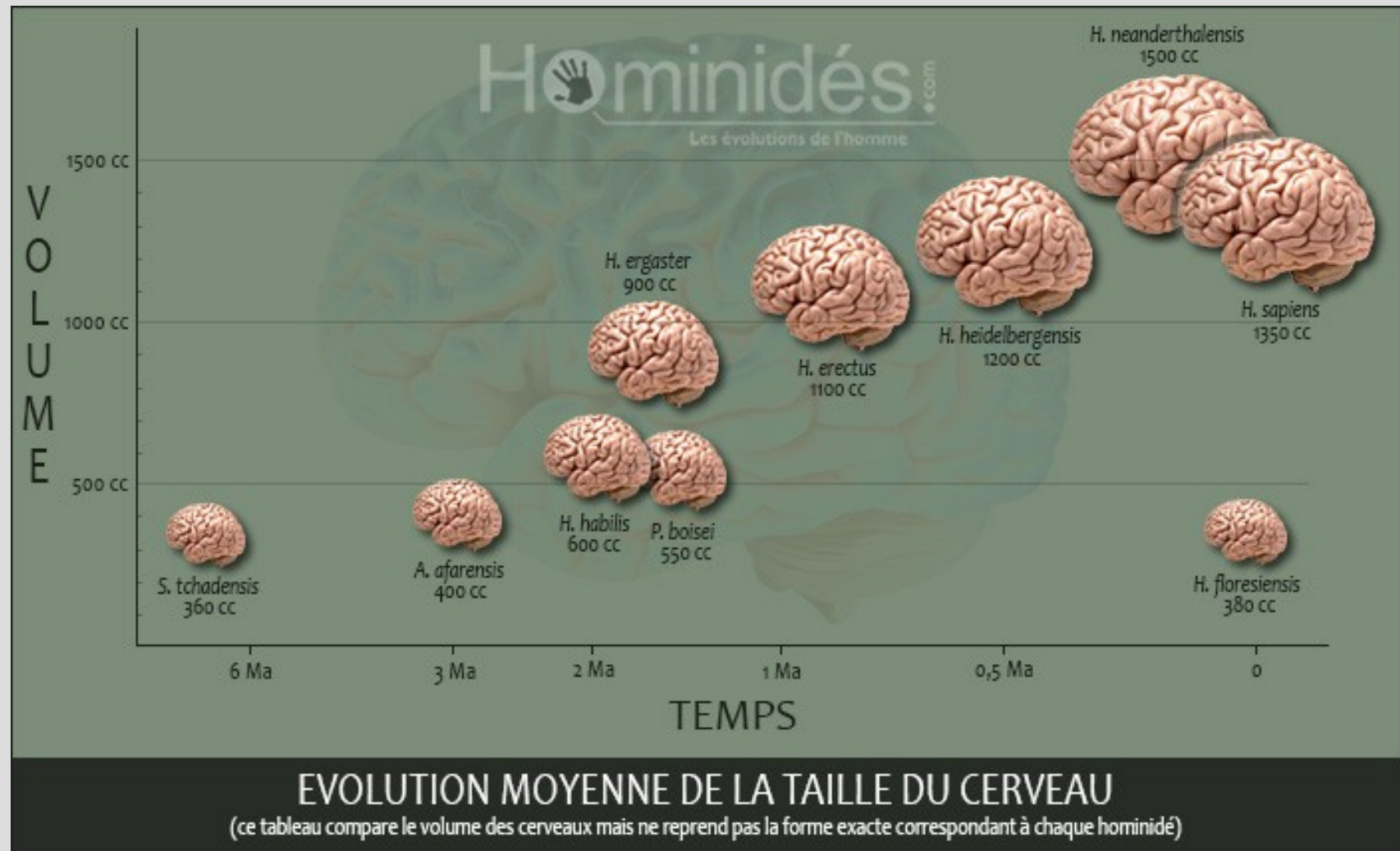
13 chromosome identiques, les autres chromosomes ne sont affectés que par des modifications limitées (addition, inversion de segments, etc.). Sur le plan moléculaire on estime à 98% d'identité génétique 🗣️

Fugue

★ 1954
 → 1978
 2014
 ▼ 2016

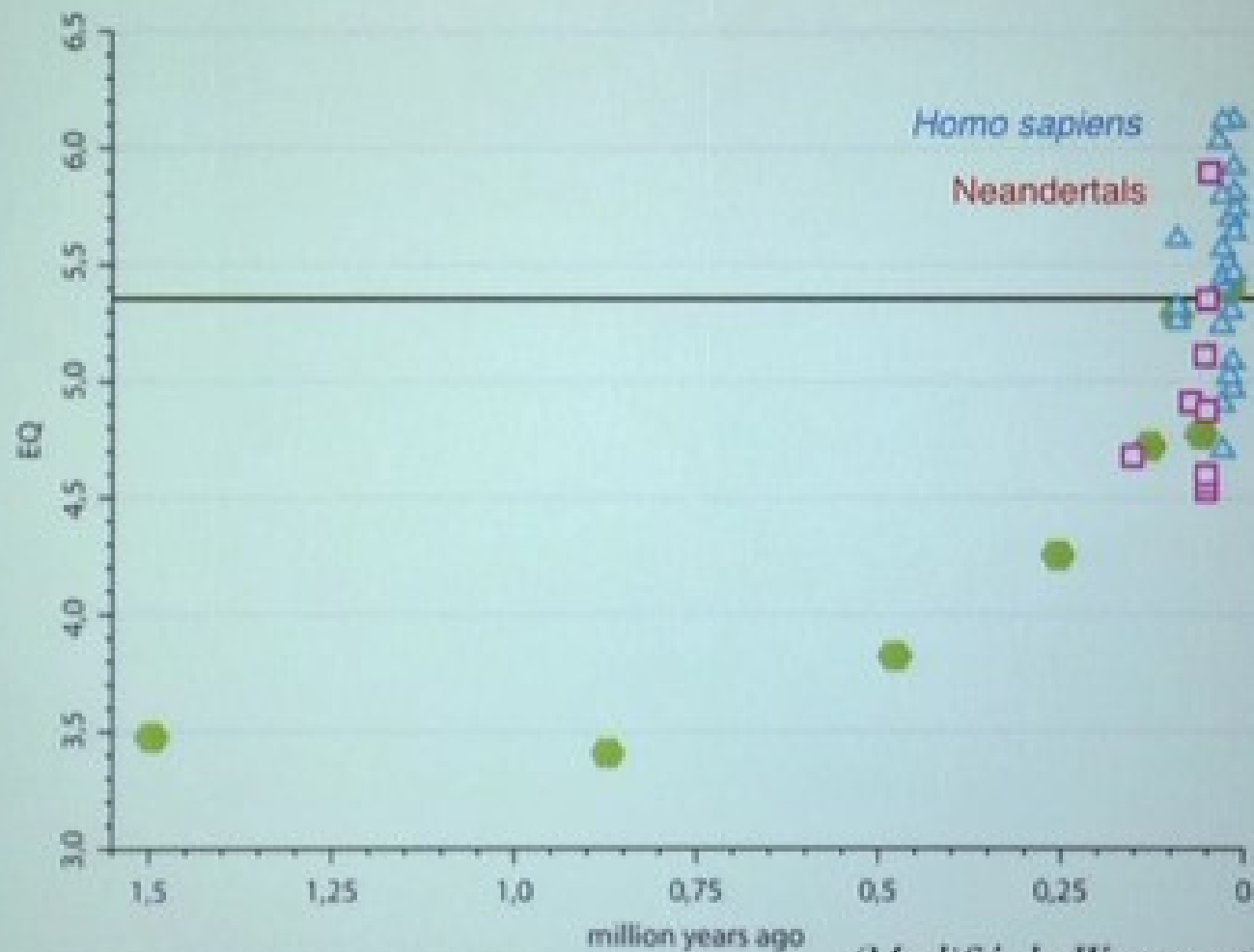


Fugue



Fugue

Evolution du coefficient d'encéphalisation chez les hominins



(Modifié de Weaver et al 2006)

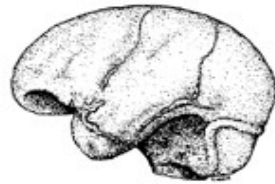
Fugue

LE DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU DES HOMINIDÉS

Photographies de crânes fossiles et moulages endocraniens
présentant en surface les vaisseaux méningés



V = 350 à 510 cm³



A. *Australopithecus*



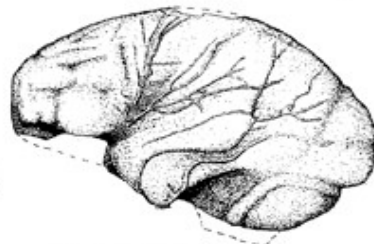
V = 550 à 680 cm³



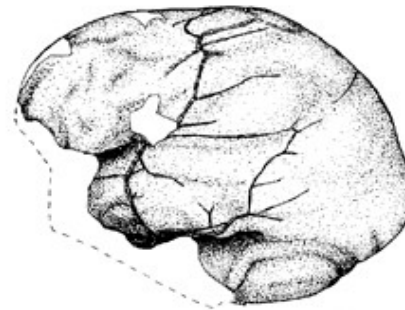
B. *Homo habilis*



V = 850 à 900 cm³

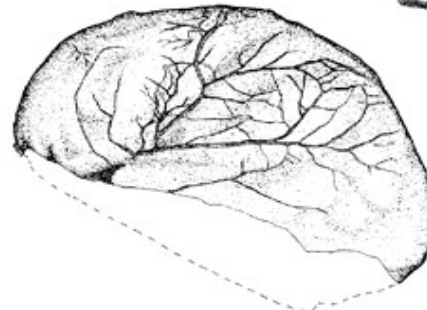


C. *Homo erectus*



V = 1200 à 1700 cm³

D. *Homo sapiens neanderthalensis*



V = 1450 à 1500 cm³

E. *Homo sapiens sapiens*



Fugue



Australopithèque

Homo habilis

Homo érectus

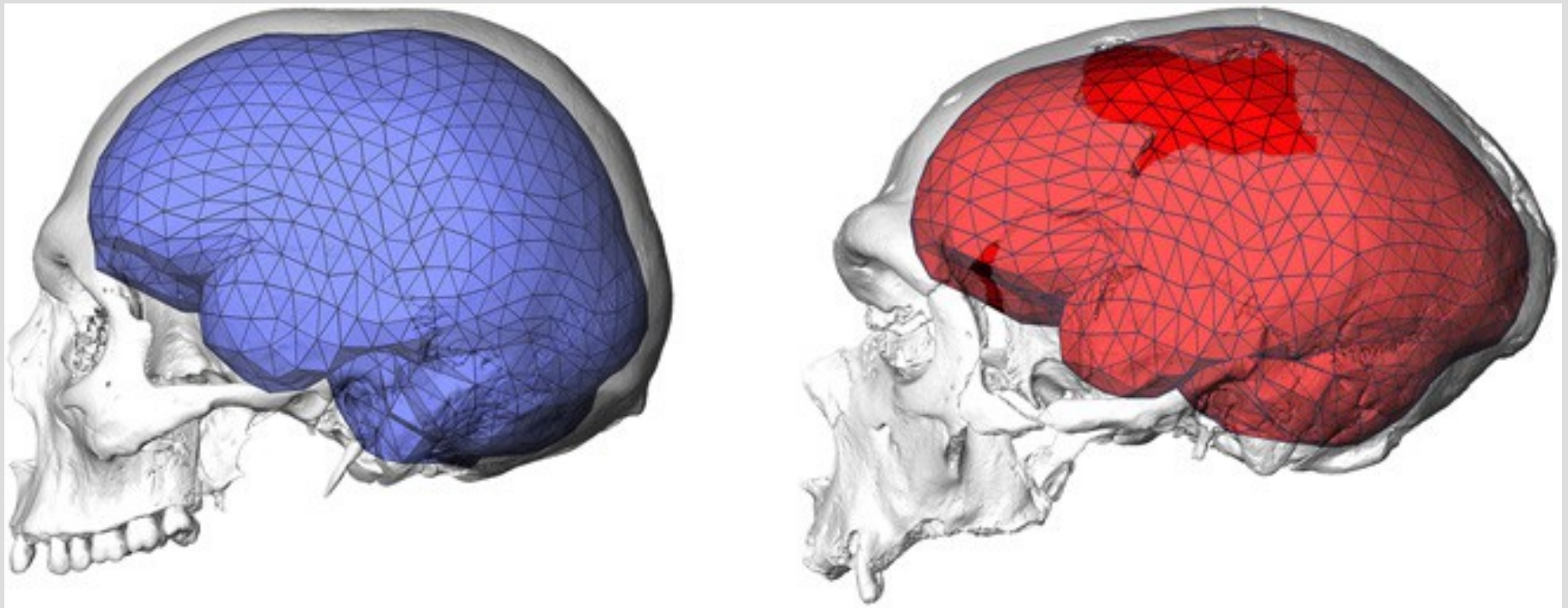
**Homo
néandhertalensis**

Homo sapiens

- L'enroulement du crâne
- La réduction de la longueur de la mâchoire et l'apparition du menton
- Le redressement de la face
- L'augmentation de la hauteur du crâne

Fugue

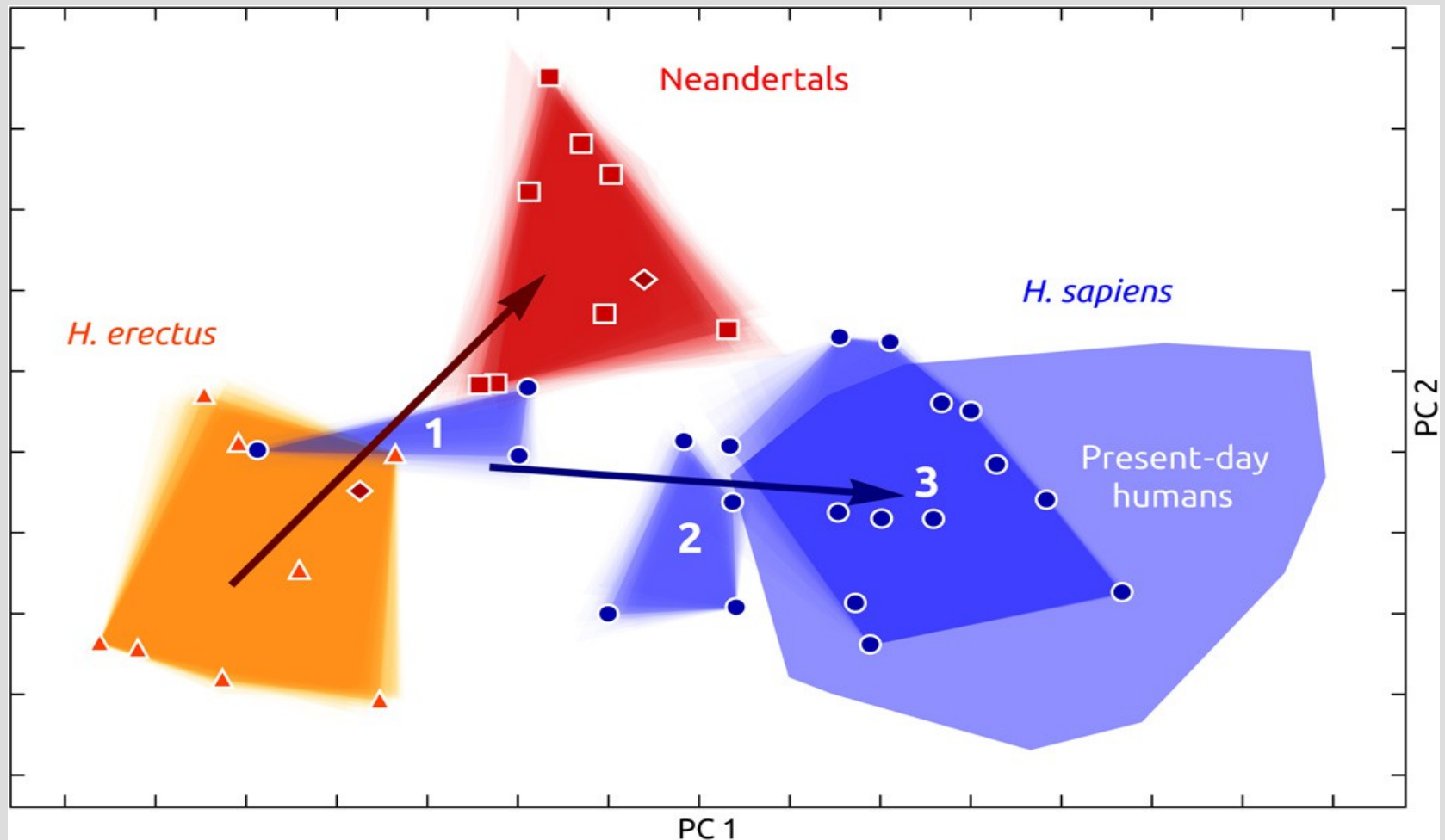
Fig. 1 Differences in brain shape between a present-day human (left, in blue) and a Neandertal from La Chapelle-aux-Saints (right, in red).



Simon Neubauer et al. Sci Adv 2018;4:eaao5961

Fugue

Fig. 1Fig. 2 bgPCA of endocranial shape.



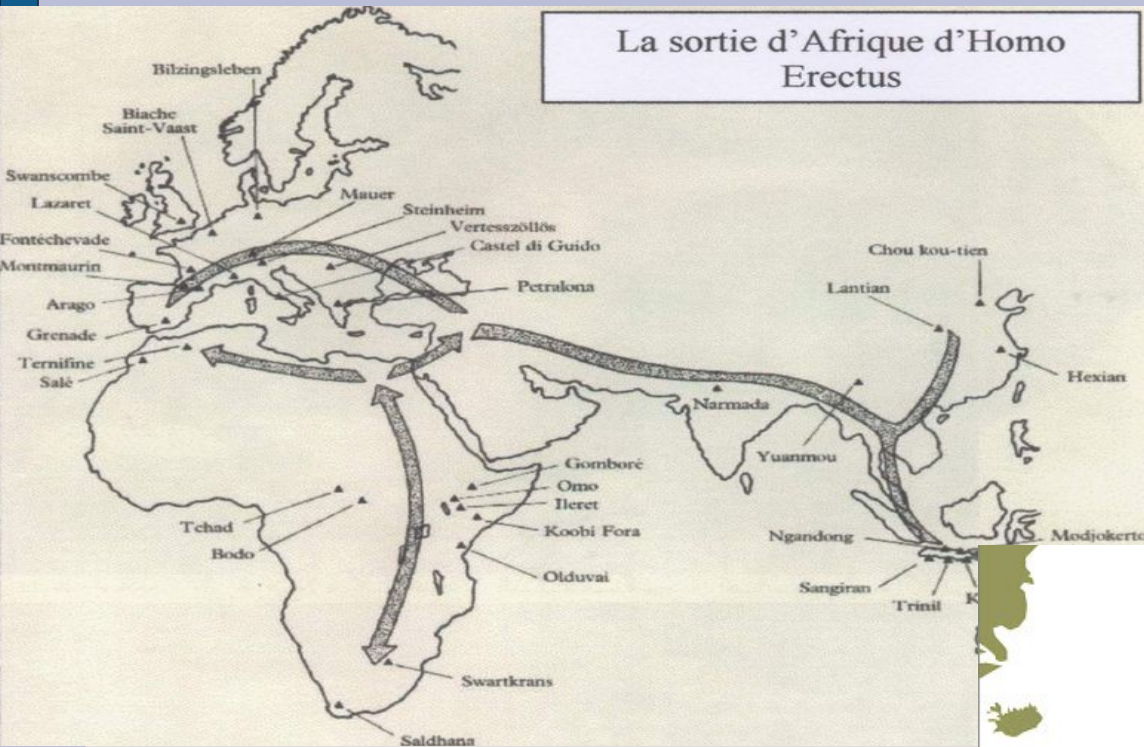
Simon Neubauer et al. Sci Adv 2018;4:eaao5961

ScienceAdvances

AAAS

- 2 MA

Fugue



Fugue

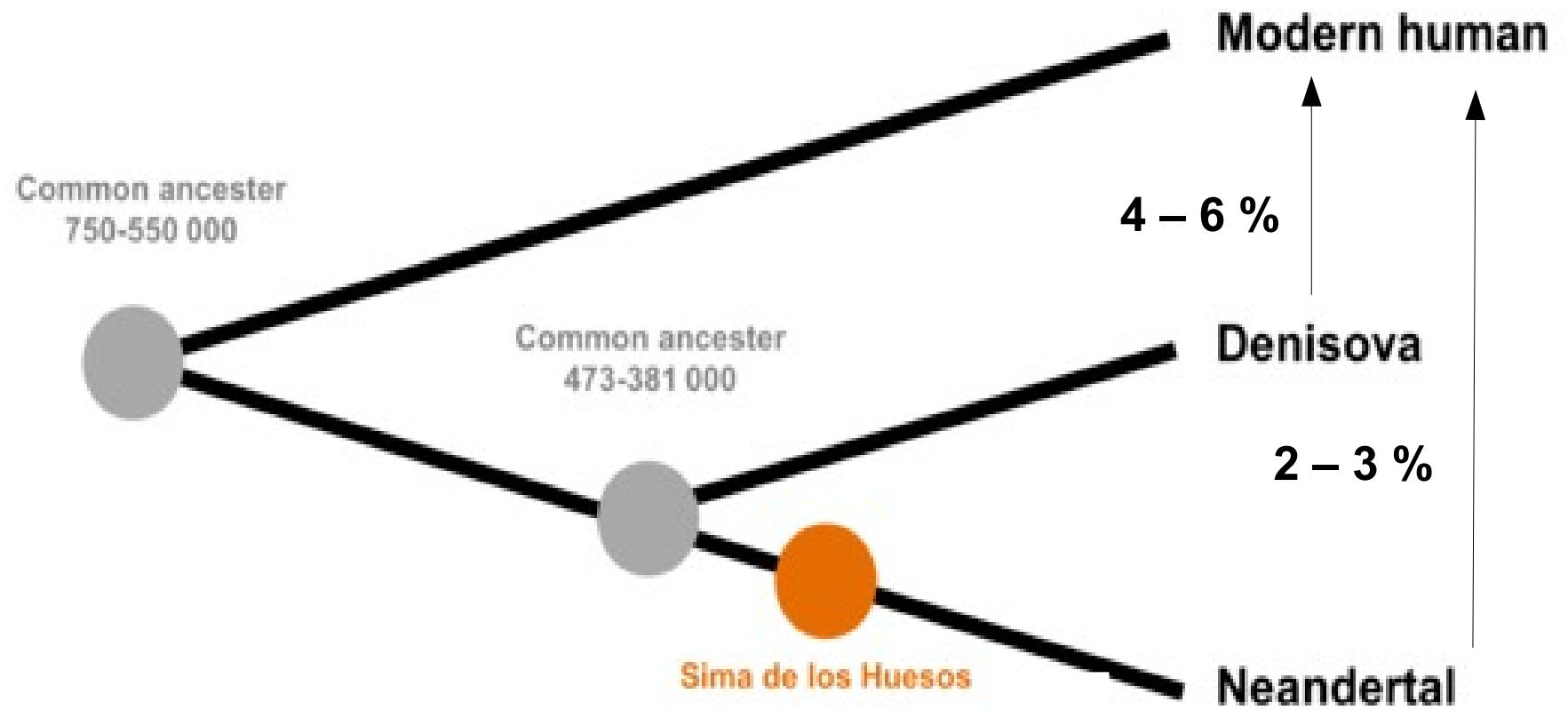
Néanderthal

- 400 000 à – 30 000 ans



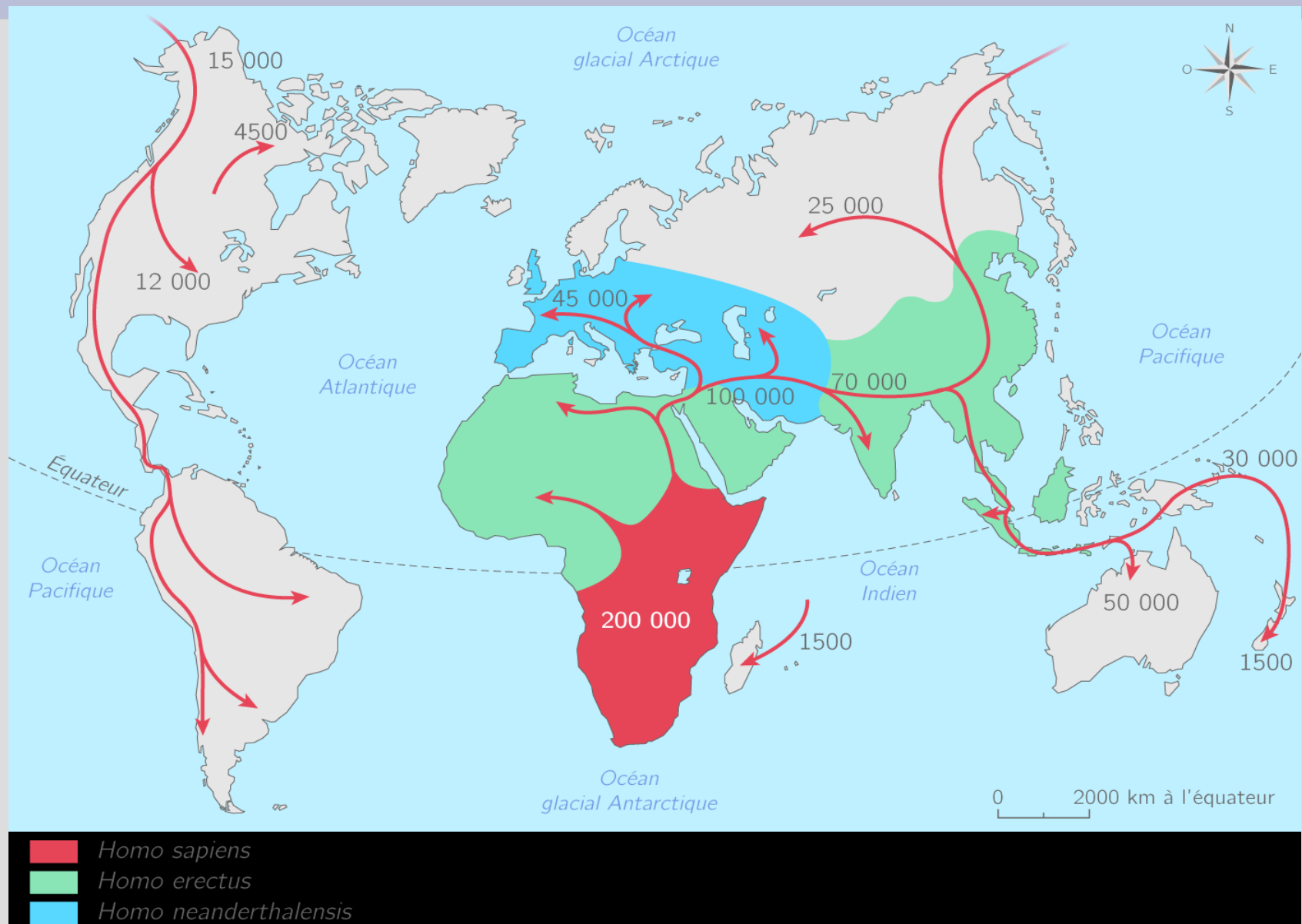
Fugue

Métissage



- 100 000 ans

Fugue



- 100 000 ans ??

Fugue



Photo & carte Le Monde



Prs Jean-Jacques Hublin et Abdelouahed Ben-Ncer

Photo site collège de France

- 300 000 ans



- 180 000 ans

Fugue

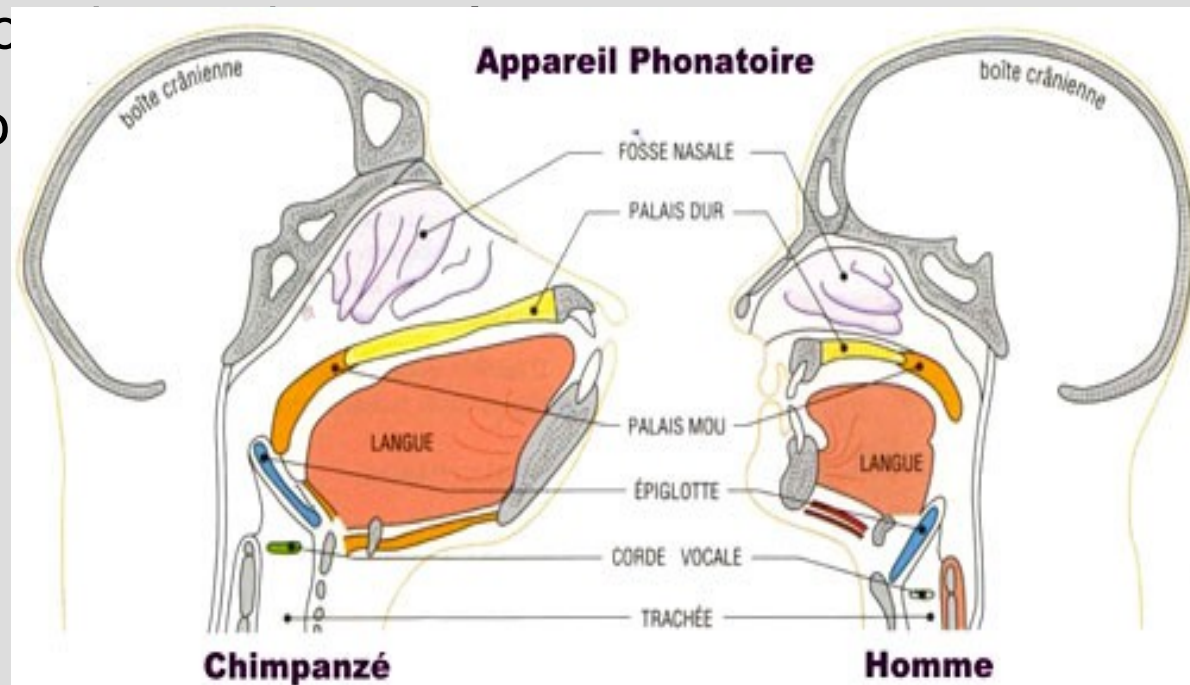
- Cerveau homme moderne 20 % de l'énergie pour 2 % du poids du corps
- Externalisation de fonctions : ré-allocation de l'énergie au cerveau
 - ✓ Alimentation carnée
 - ✓ Outils de découpage
 - ✓ Armes de chasse
 - ✓ Cuisson
 - ✓ Protection contre le froid
- ✓ Croissance du cerveau après la naissance
 - ✓ 400 g soit 12 à 15 % du poids (45 % chimpanzé)
 - ✓ Nombre de connexions : amélioration cognitive

Fugue

Les mutations génétiques qui «ont fait» l'homo sapiens

FOXP2 chromosome 7 (famille KE)

- ◆ Code pour une protéine facteur de transcription
- ◆ Action sur l'expression
- ◆ Rôle dans l'expression génique de cellules nerveuses
- ◆ Présent chez Néanderthal



Fugue

Les mutations génétiques qui «ont fait» l'homo sapiens

- HARs (Human accelerated regions)
 - HAR1 chromosome 20
 - ◆ ARN non messenger (régulateur)
 - ◆ S'exprime dans les neurones de l'embryon
 - ◆ Rôle dans l'organisation en couche du cortex

Fugue

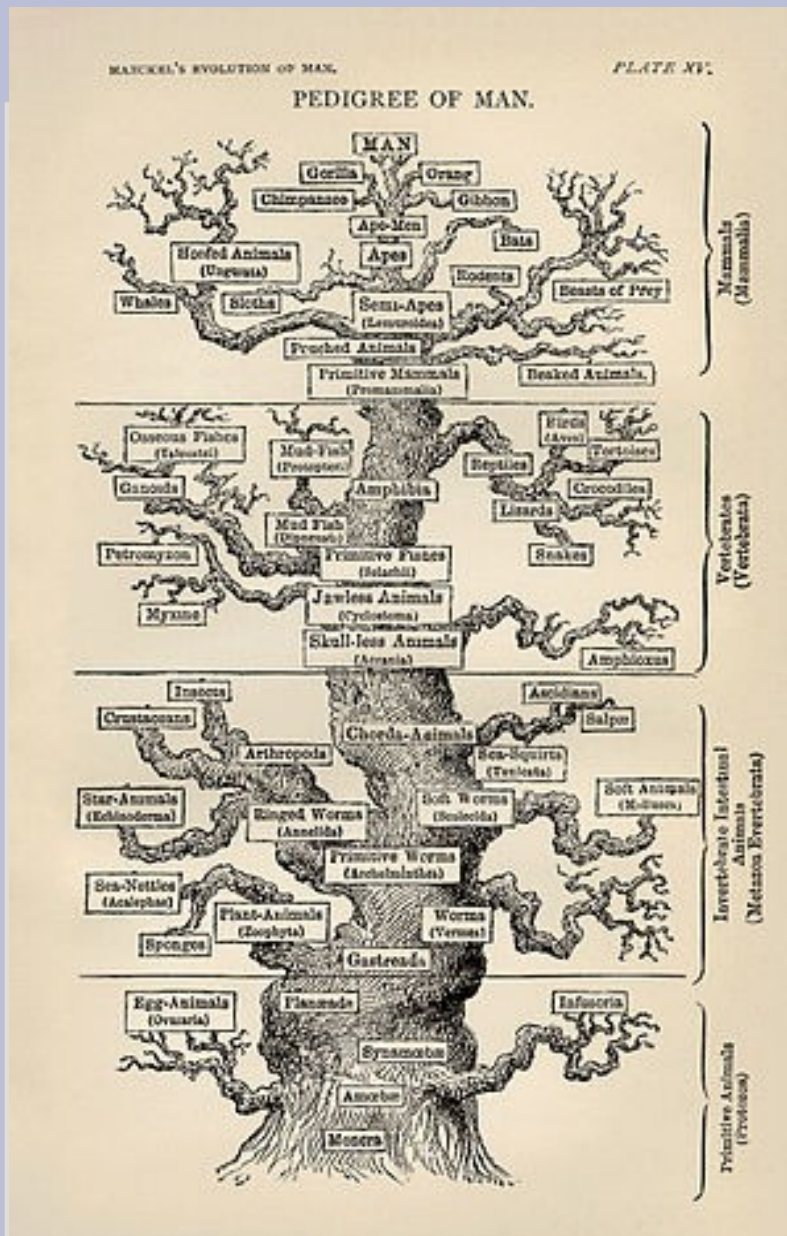
Et alors fugue hors de notre nature animale ?

- La bipédie (répertoire locomoteur)
- Les outils
- Alimentation omnivore
- Le langage
- Autres éléments apportés par l'éthologie sur les chimpanzés/bonobos....

Nous ne descendons pas du singe
mais

nous sommes des singes parmi les singes

Fugue : l'arbre de la vie



Fugue

Homo Sapiens



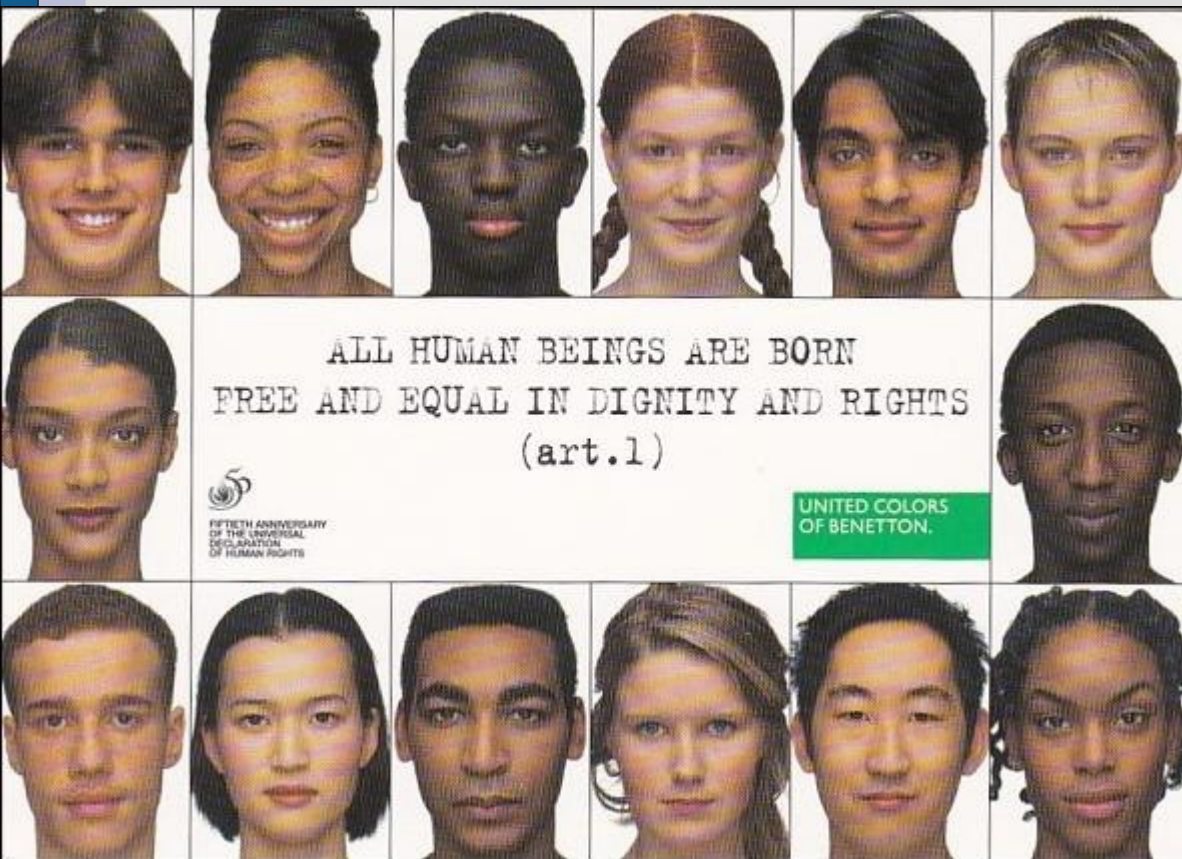
Fugue

Dettes concernant ce chapitre

- Jean-Jacques Hublin : paléoanthropologue professeur au Collège de France directeur du département d'évolution humaine à l'institut d'anthropologie évolutive Max Planck de Leipzig
 - Conférences Collège de France
 - « Quand d'autres hommes peuplaient la terre »
Flammarion
- Le site de l'institut Français d'Éducation ENS Lyon <http://ife.ens-lyon.fr>
- Le site Hominidés <http://www.hominides.com>

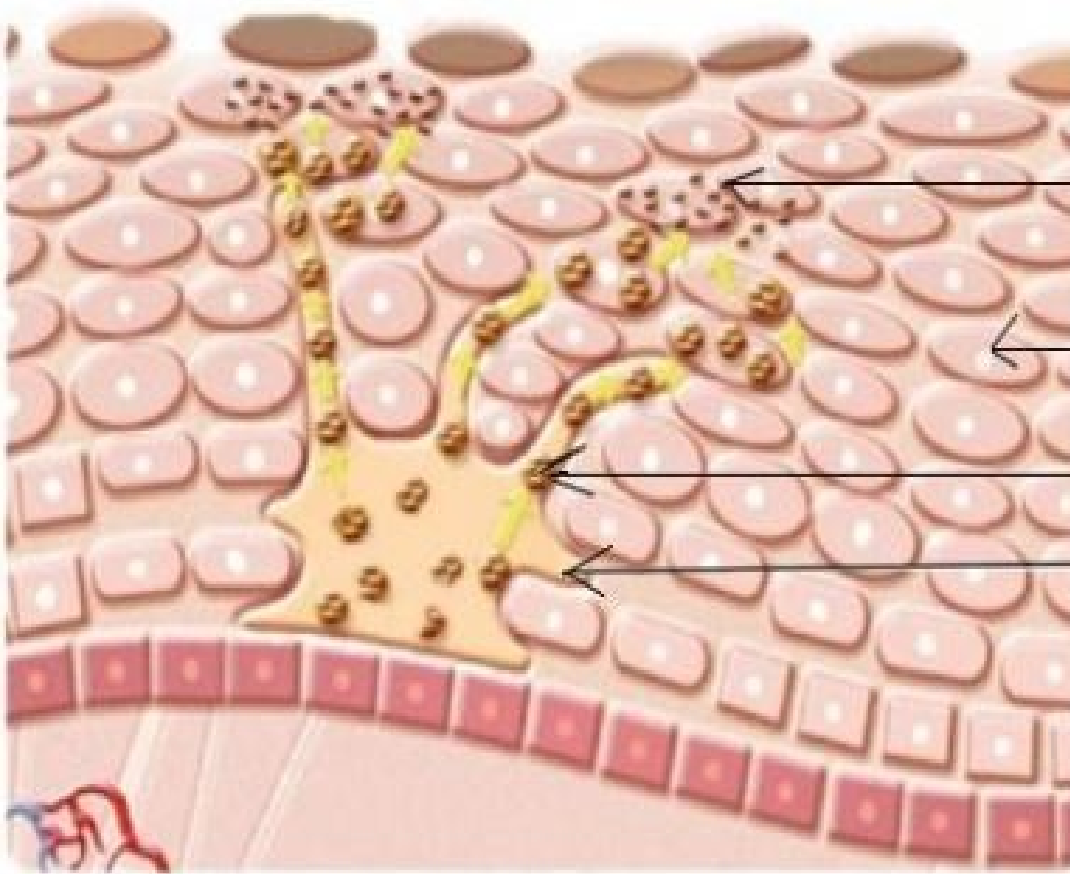
Variations

Pourquoi sommes-nous différents ?



Variations

Couleur de peau



mélanine

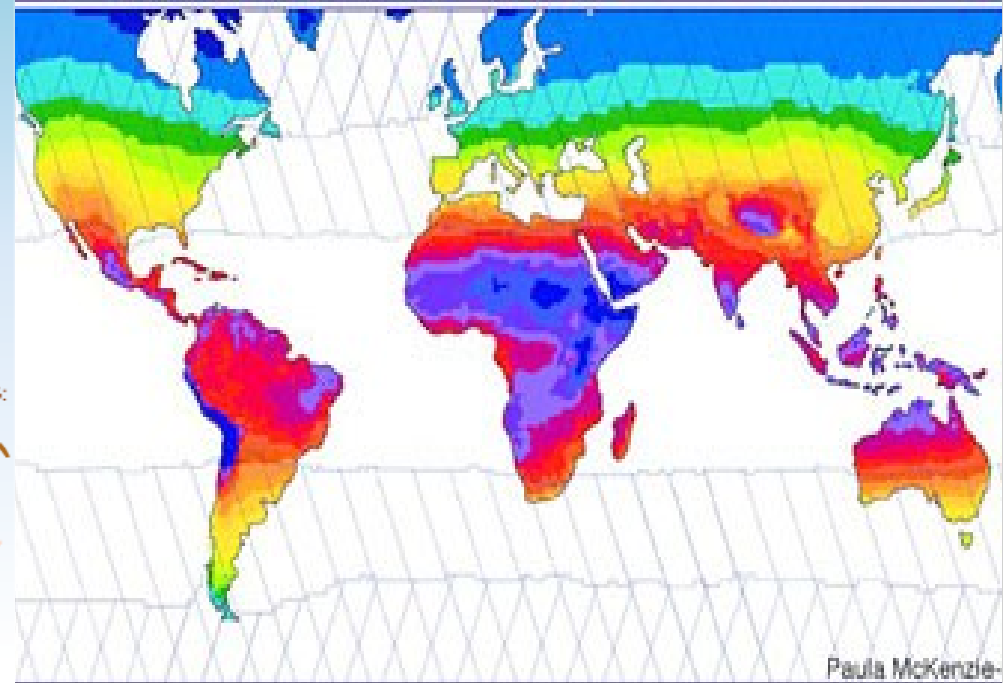
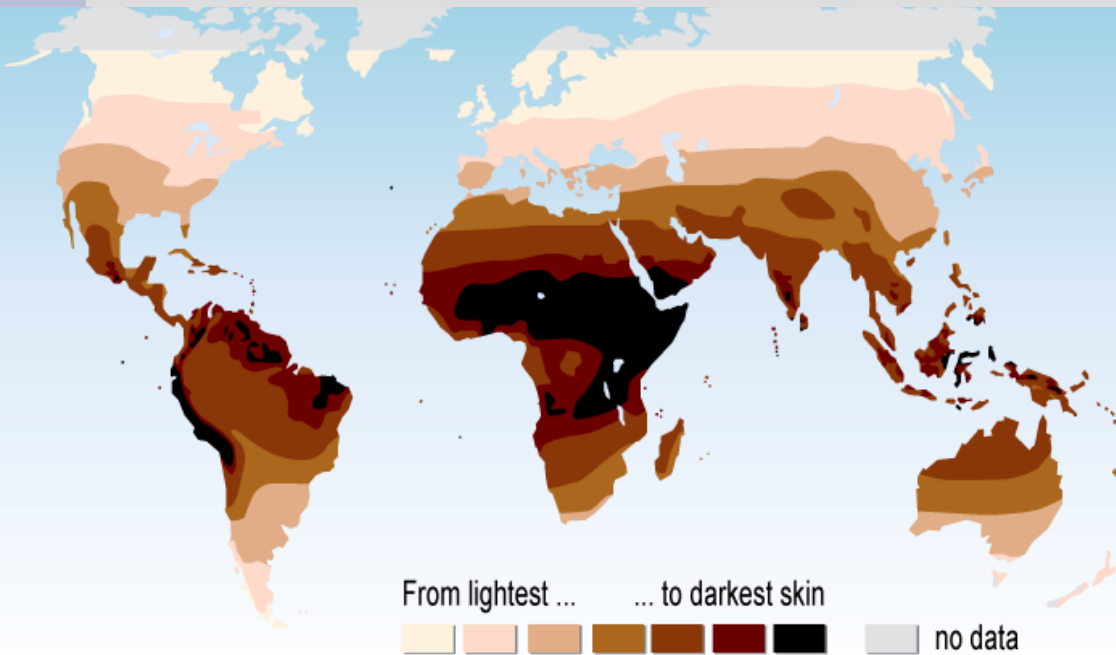
karéтинocyte

mélanosome

mélanocyte

Variations

Couleur de peau



Source: Chaplin G.®, *Geographic Distribution of Environmental Factors Influencing Human Skin Coloration*, *American Journal of Physical Anthropology* 125:292–302, 2004; map updated in 2007.

Radiations Ultraviolet

Variations

Couleur de peau

- Avantages sélectifs
 - ◆ Peau claire
 - ✓ Synthèse vitamine D
 - ◆ Peau foncées
 - ✓ Protection contre les UVB
- Gènes responsables : caractère polygénique
 - ◆ MC1R chromosome 16 (pelage de la souris)
 - ◆ Nombreux allèles
 - ◆ SLC24A5 chromosome 15 (rayure du poisson zèbre)
 - ◆ 2 allèles
 - ◆ SLC42A5 ; TYRP1, KTLG, etc..

Variations

Taille

- Génétique
 - ✓ Anomalie génétique rare
 - ✓ Polygénique
- Épigénétique
 - ✓ Impact climatique
 - x Plus petite et ramassée dans le climat froid
 - x Plus grande et élancée dans le climat chaud
 - ✓ Impact social & économique
 - x Plus petite dans les classes défavorisées
 - x Augmente avec l'amélioration des conditions de vie

Variations

Taille

- Dimorphisme sexuel
 - ◆ Génétique ?
 - ◆ Pressions sélectives
 - ◆ Compétition
 - ◆ Préférence & séduction
 - ◆ Inégalité d'accès aux ressources



Variations

Une mutation monogénique

- Gène ABCC11 2 allèles
 - ◆ Différentiés par une mutation ponctuelle d'un seul acide nucléique de l'ADN (Adénine ou Guanine) du chromosome 16 (G étant dominant)
 - ✓ Cérumen sec (A) ou humide (G)
 - ✓ Sécrétion glandes sudoripares des aisselles (G)



Variations

Dette concernant ce chapitre

- Jean-Jacques Hublin : paléoanthropologue professeur au Collège de France directeur du département d'évolution humaine à l'institut d'anthropologie évolutive Max Planck de Leipzig
 - Conférences Collège de France
 - « Quand d'autres hommes peuplaient la terre »
Flammarion
- Le site de l'institut Français d'éducation ENS Lyon <http://ife.ens-lyon.fr>
- Le site Hominidés <http://www.hominides.com>
- Arte documentaire « Pourquoi les femmes sont-elles plus petites que les hommes ? »