

Mise au point sur quelques aspects du nouveau programme de Terminale S



Alex Clamens
Lycée Blaise Pascal
Clermont-Ferrand
alex.clamens@ac-clermont.fr

A photograph of a savanna landscape with a herd of zebras and gazelles. The zebras are in the foreground, partially obscured by the text. The gazelles are in the background, standing on a rocky bank. The overall scene is bright and somewhat hazy.

Thème 1 - La Terre dans l'Univers, la vie, l'évolution du vivant

Thème 1-A Génétique et évolution

Thème 1-A-2 Diversification génétique et diversification des êtres vivants

L'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne suffit pas à expliquer la totalité de la diversification génétique des êtres vivants. Il s'agit ici de donner une idée de l'existence de la diversité des processus impliqués, sans chercher une étude exhaustive. En outre, une diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique.

Bilan : processus de diversification du vivant.

- 
- Programme : *D'autres mécanismes de diversifications des génomes existent : hybridations suivies de polyploïdisation*

Un exemple utilisable en classe : l'histoire des spartines (genre *Spartina*, Poacée)

Jusqu'à la fin du XIX^e siècle une seule espèce de Spartine connue en Europe : *Spartina maritima* ($2n = 60$)

1829 : première observation en Angleterre de l'espèce d'Amérique du Nord : *Spartina alterniflora* ($2n = 62$)

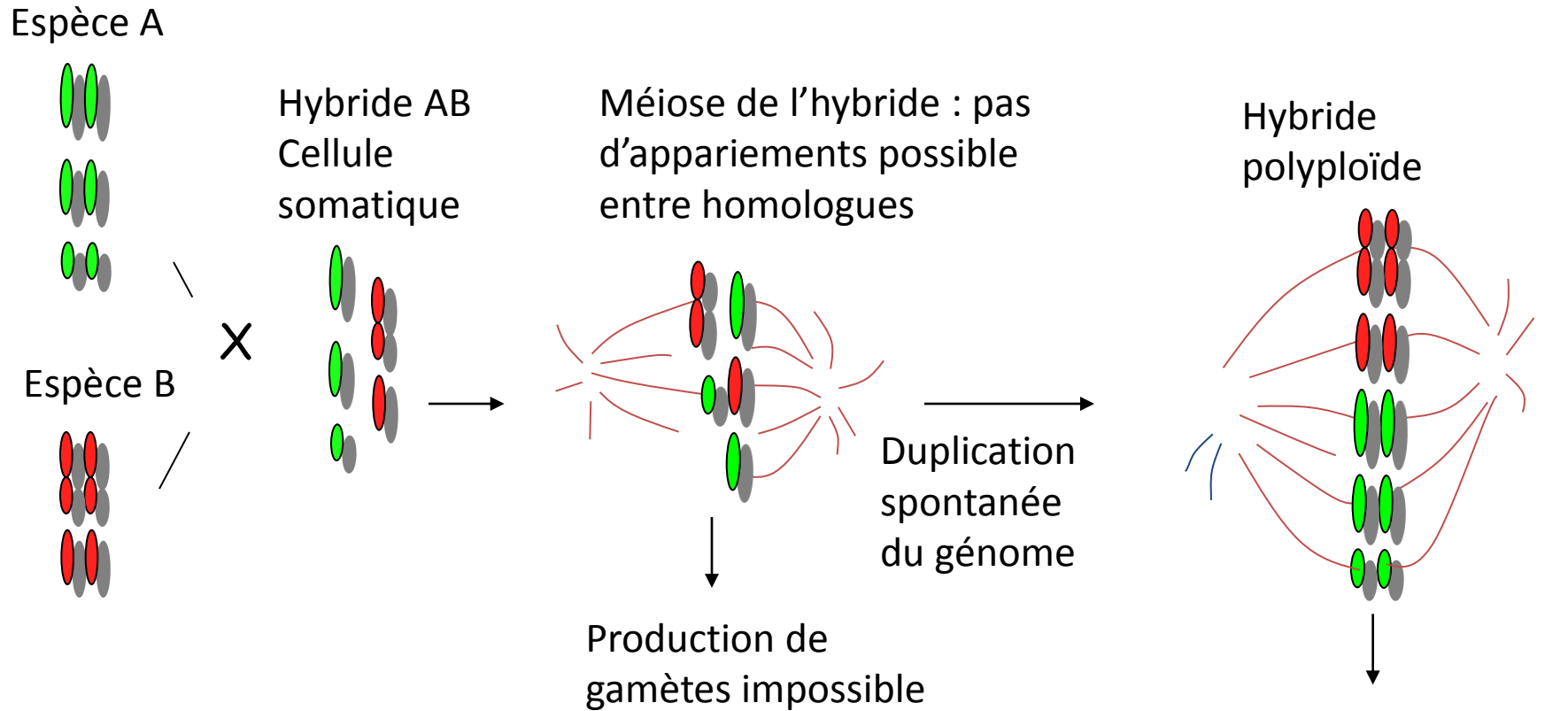
1870 : un hybride stérile ($2n = 62$) est découvert en Angleterre, il est nommé *Spartina x townsendii*, un autre en France (Hendaye) en 1892 qui est nommé *S. x neyrautii*

1892 : un hybride fertile ($2n = 122$) est découvert, il est nommé *Spartina anglica*. Tous les hybrides trouvés par la suite possèdent le génome chloroplastique de *alterniflora* qui est donc l'espèce ayant fourni le gamète femelle. L'hybride possède en double 30 chromosomes de *maritima* et 31 chromosomes de *alterniflora*.

L'espèce hybride se répand : niche écologique plus large que les parents. Il est reproductivement isolé des espèces parentes.

On est face à une nouvelle espèce apparue en sympatrie, c'est une évolution réticulée.

La stérilité de l'hybride est due à l'impossibilité d'appariement de chromosomes homologues. La diploïdisation permet l'appariement entre des chromosomes identiques issus de la diploïdisation.

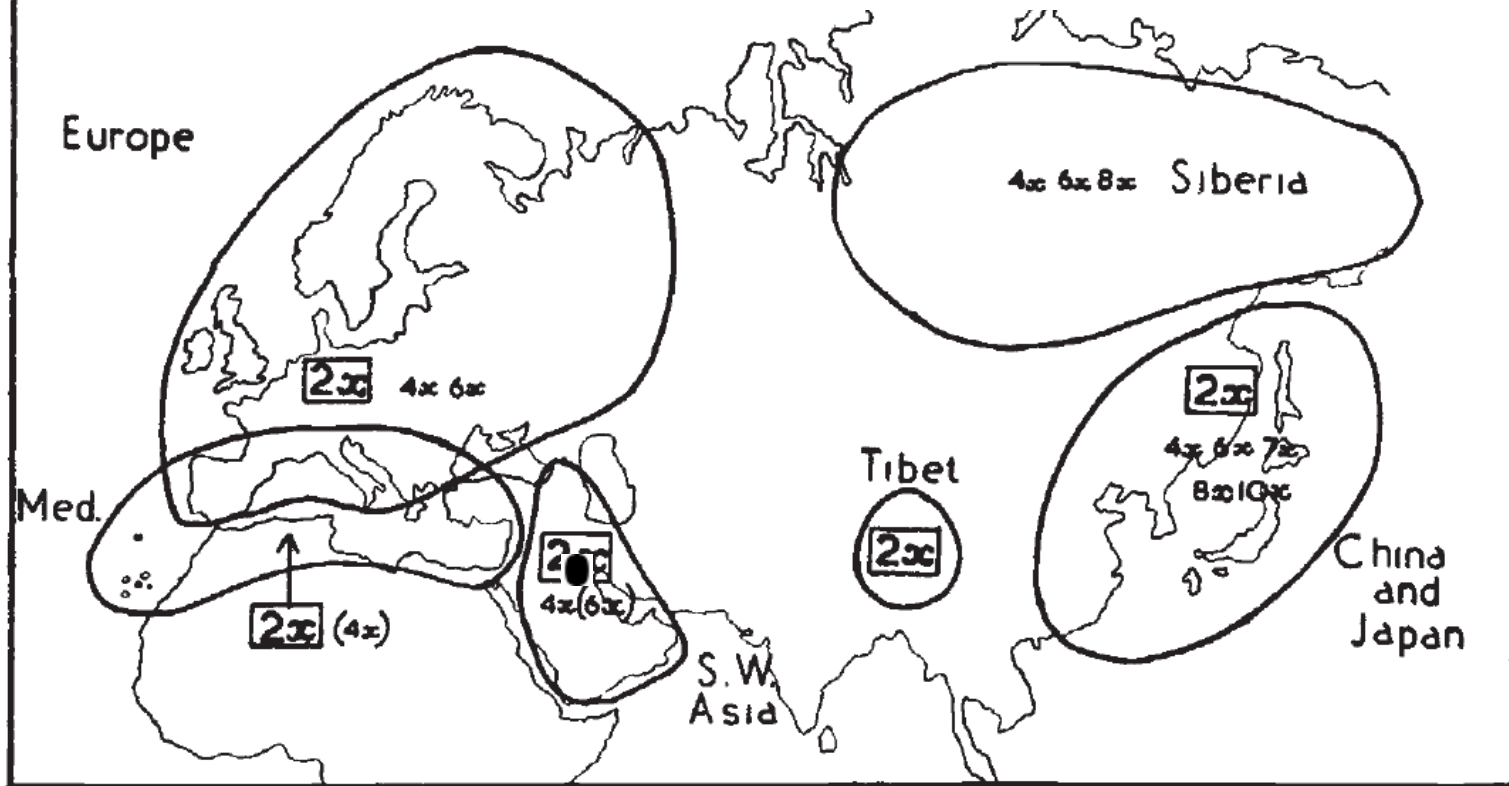


C'est une spéciation par allopolyploïdie, l'espèce a une origine polyphylétique. Trois originalités végétales y concourent : l'hybridation, l'autofécondation, la multiplication végétative. En effet, un individu hybride unique peut donner une nouvelle espèce grâce à l'autofécondation et la multiplication végétative.

Méiose possible car appariement entre chromosomes identiques issus de la duplication

D'après Dowrick, *Nature*, 28 septembre 1951

<http://www.nature.com/hdy/journal/v6/n3/pdf/hdy195245a.pdf>




Distribution des espèces du genre *Chrysanthemum* avec indication du nombre de chromosome dans le génome diploïde

Nombre de chromosomes (2n)	18	36	54	72	90	198
	2X9	4X9	6X9	8X9	10X9	22X9

50% des espèces d'angiospermes seraient apparues par polyploïdisation

Argument en faveur de la polyploïdisation comme mode de spéciation chez les végétaux : les caryotypes des espèces au sein d'un même genre sont en général des multiples entiers du même nombre de base (9 chez les chrysanthèmes).

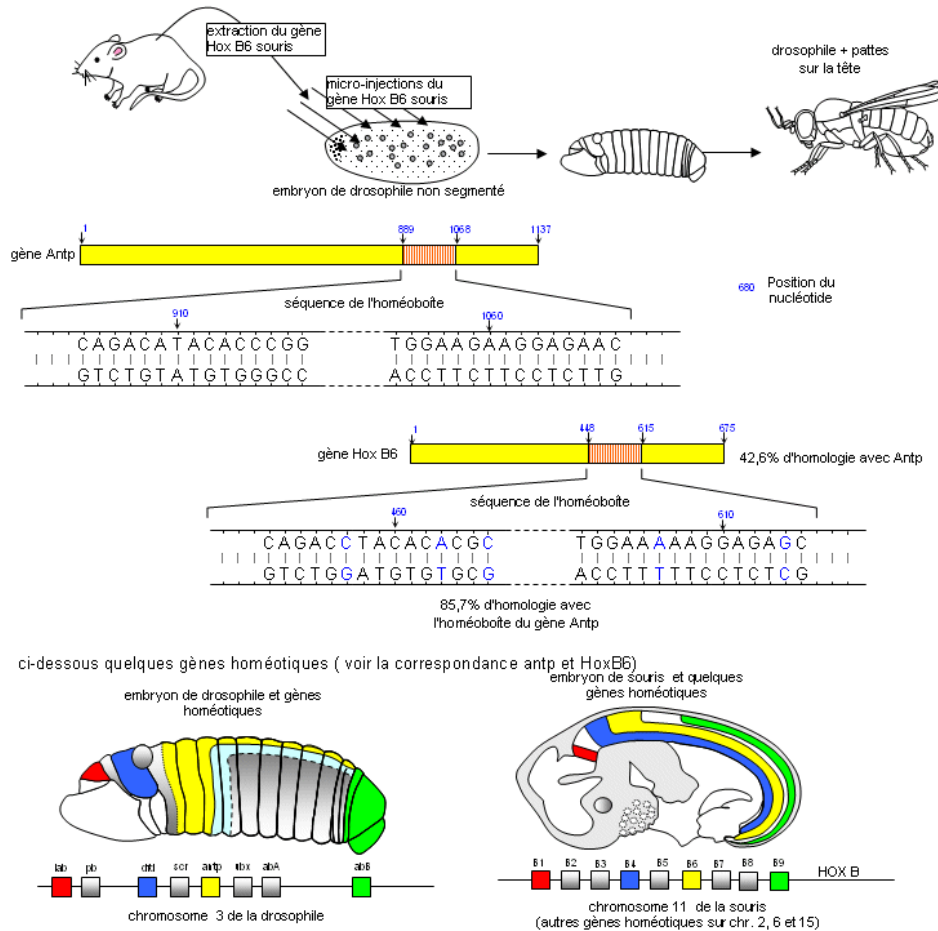
- 
- Programme : *s'agissant de gènes impliqués dans le développement, des formes vivantes très différentes peuvent résulter de variations dans la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique.*

Cas des gènes du développement : exemple des gènes homéotiques

Un **gène homéotique** se repère car sa mutation entraîne le remplacement d'une partie du corps par une autre.

Ce sont des **gènes sélecteurs** : ils confèrent leur identité à un groupe de cellules au cours du développement en contrôlant l'activité d'autres gènes.

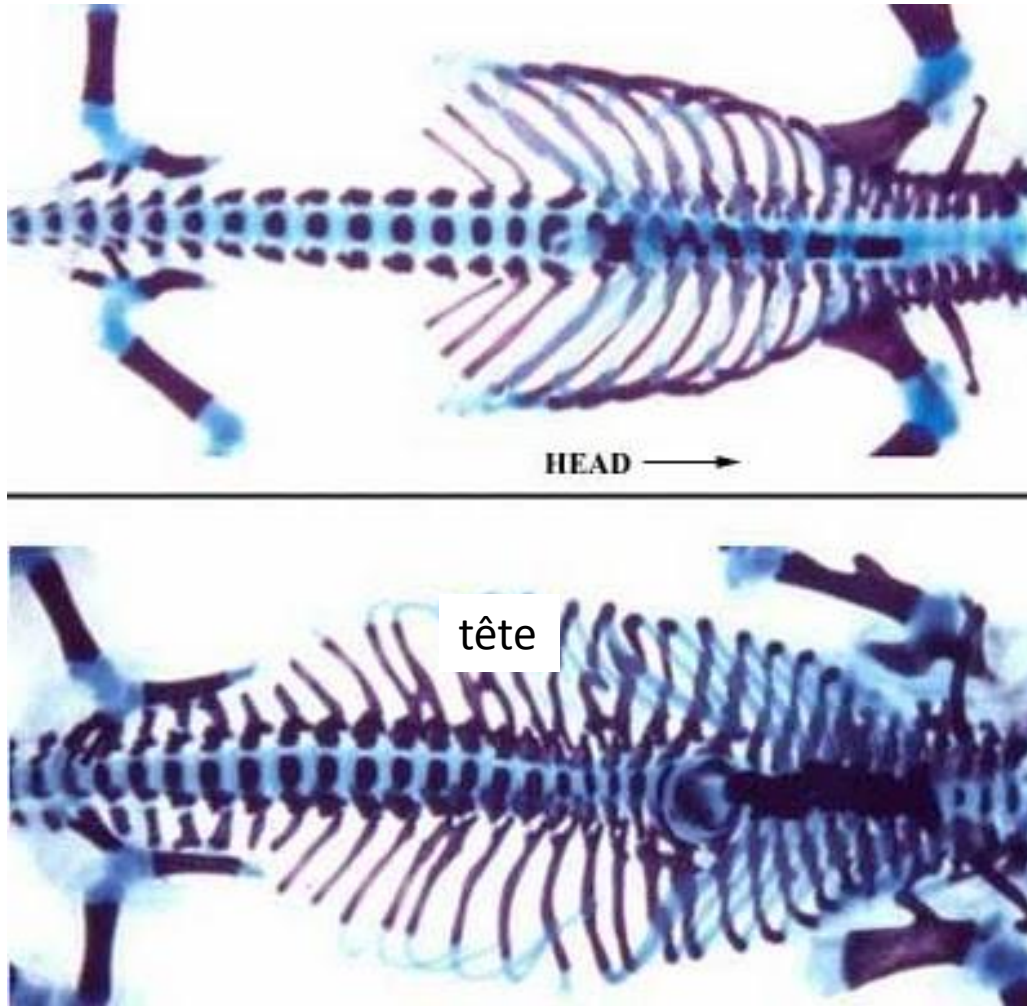
Ils déterminent **l'identité des segments** du corps selon l'axe antéro-postérieur et proximodistal.



Ce sont des **gènes très conservés** au cours de l'évolution, un gène Hox de souris inséré dans un génome de drosophile entraîne la transformation d'antennes en pattes (expérience ci-contre).

la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique

Gènes homéotiques et origine des serpents



Activation du gène Hox6 chez la souris dans tout le corps :

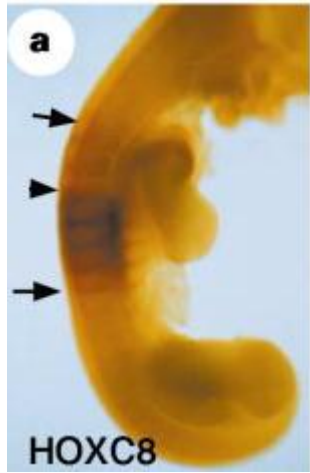
les vertèbres lombaires du mutant portent des côtes comme des vertèbres thoraciques : c'est bien une mutation homéotique.

L'existence des côtes sur l'ensemble des vertèbres est un caractère des serpents.

Travaux de Moisés Mallo de l' Instituto Gulbenkian de Ciência (Portugal).

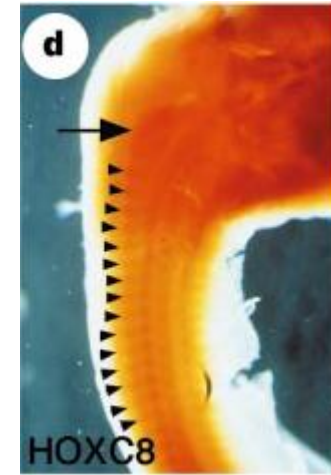
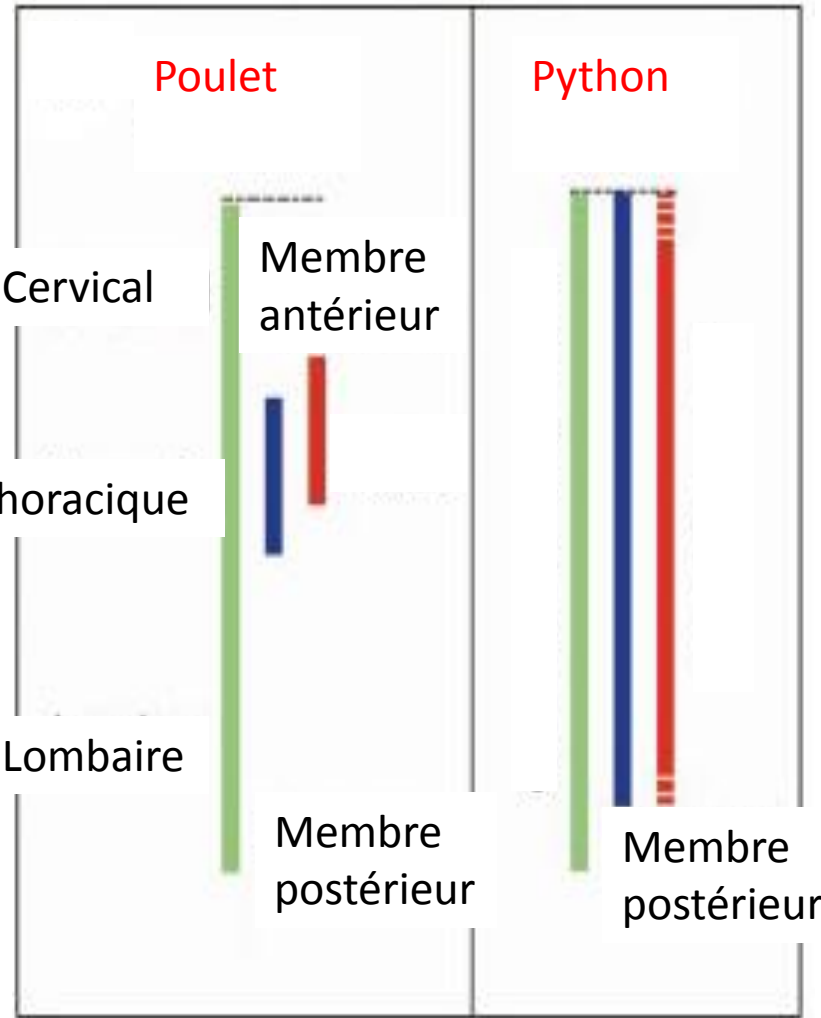
Source : http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/biologie-3/d/avoir-des-cotes-ou-ne-pas-en-avoir-une-histoire-de-genes-homeotiques_23579/

Voir aussi : http://ac.els-cdn.com/S1534580710001097/1-s2.0-S1534580710001097-main.pdf?_tid=c0fea90aa0191d0193ad99bafba42cde&acdnat=1341248523_e8f321ec28fcda14a778fdcc7ec1be



HOXC8

Poulet



HOXC8

Python

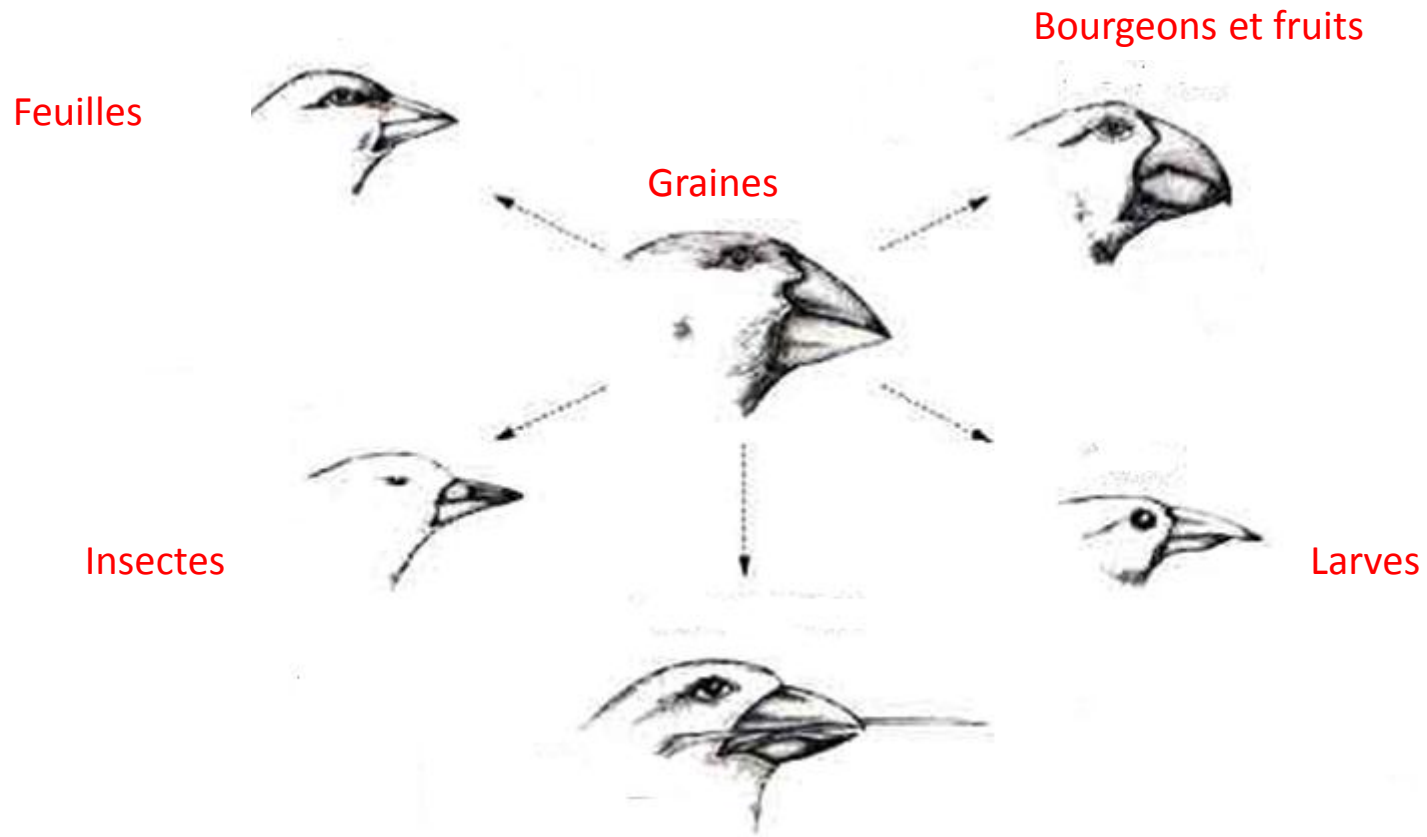
Nature, 399, 474-479, 3 juin 1999

Domaines d'expression de **Hoxb5**, **Hoxc8**, **Hoxc6** chez le poulet et le python

Un domaine d'expression plus important de Hoxc8 et Hoxc6 se traduit chez le serpent par des côtes sur les vertèbres lombaires et l'absence de membres.

la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique

Origine génétique de la forme du bec chez les pinsons de Darwin



Utilisation d'épines pour capturer des insectes

BMP4 : Bone morphogenetic protein, un inducteur de la famille des TGF

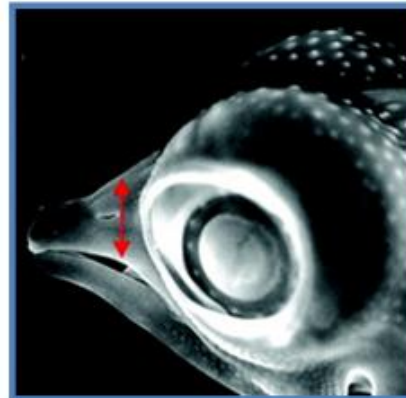
Pinsons
(*Geospiza fortis*)



Expression de BMP4
dans le mésenchyme
du bec



Poulets
(*Gallus gallus*)



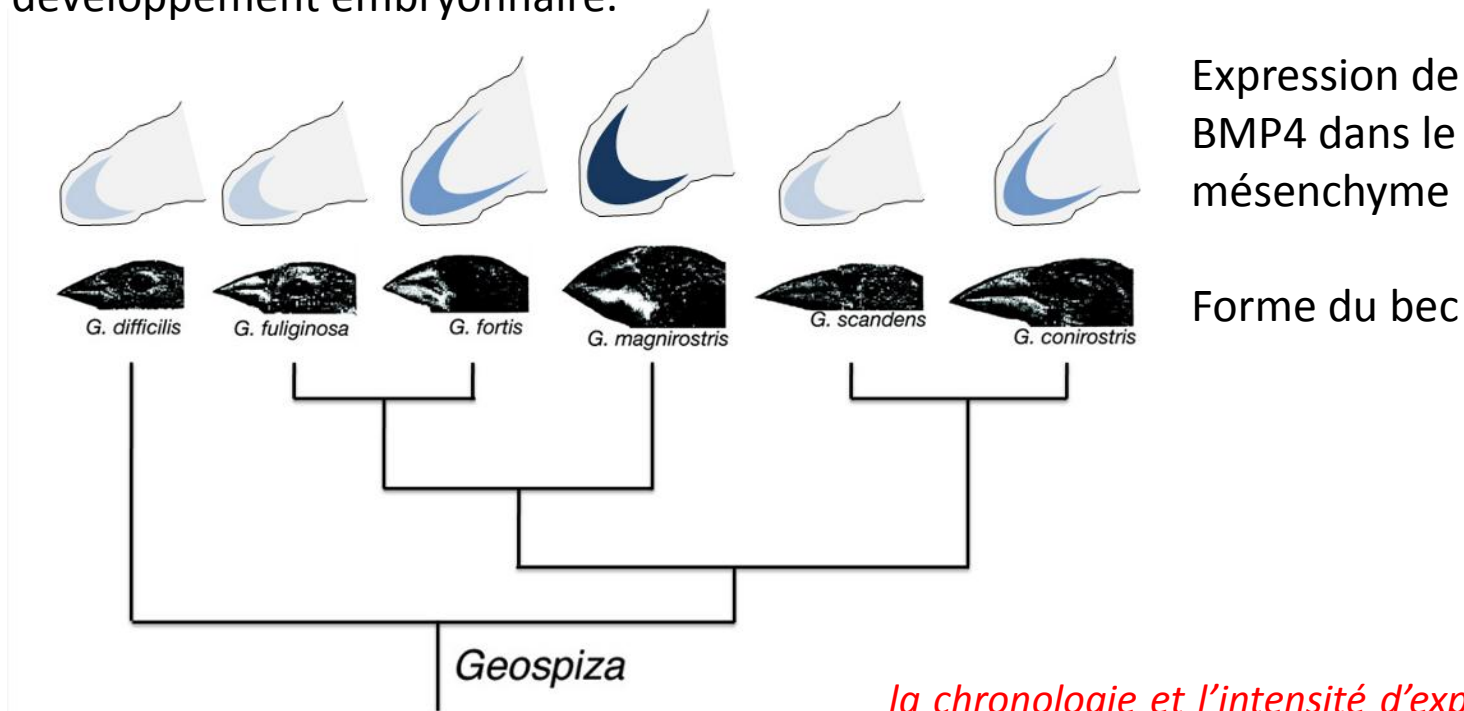
Embryon normal



Embryon surexprimant BMP4
dans le mésenchyme du bec

Chez *G. fortis* et *magnirostris*, les deux espèces qui possèdent le bec le plus épais, le gène codant pour BMP4 s'exprime de manière plus importante dans le mésenchyme du bec lors du développement embryonnaire.

Chez *G. magnirostris*, ce gène s'exprime également à un stade plus précoce du développement embryonnaire.



Expression de
BMP4 dans le
mésenchyme

Forme du bec

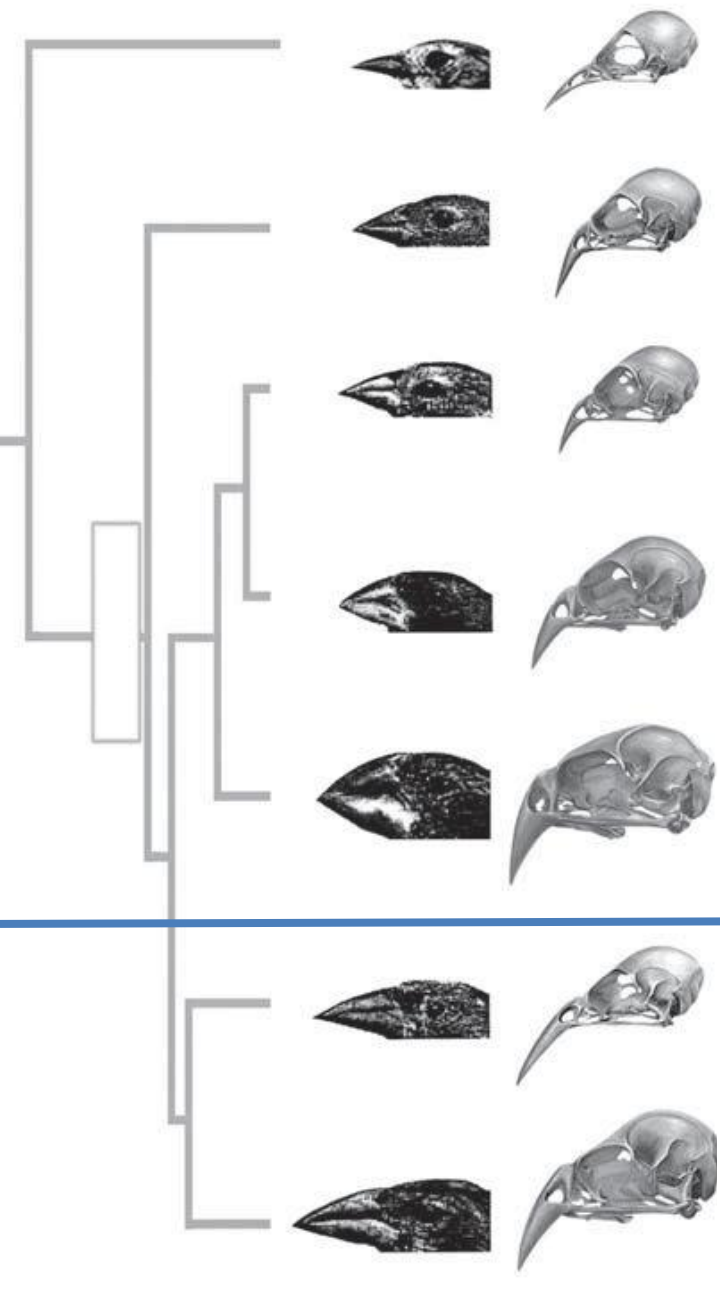
la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique

Sources :

Science, 305, 1462-1465, 3 septembre 2004

http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/pourspip/darwin/les_pinsons_de_Darwin.pdf

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-selection-VIH-pinsons-Darwin.xml>



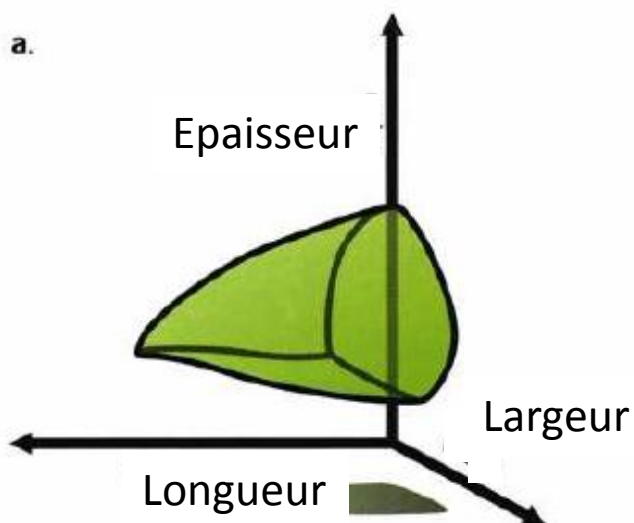
Expression faible du gène codant pour la calmoduline dans le mésenchyme du bec au cours du développement embryonnaire : bec court.

Expression forte du gène codant pour la calmoduline dans le mésenchyme du bec au cours du développement embryonnaire : bec long.

Calmoduline : protéine fixant le calcium et capable alors d'activer des enzymes.

Un embryon de poulet surexprimant la voie contrôlée par la calmoduline a un bec plus long qu'un embryon normal

la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique



BMP4 faible, épaisseur/largeur faible
Calmoduline faible, bec court

BMP4 faible Épaisseur/largeur faible	BMP4 faible Épaisseur/largeur faible	BMP4 intermédiaire Épaisseur/largeur intermédiaire	BMP4 fort Épaisseur/largeur élevé
Calmoduline élevée Bec long	Calmoduline élevée Bec long	Calmoduline faible Bec court	Calmoduline faible Bec court



Cactus Finch



Large Cactus Finch

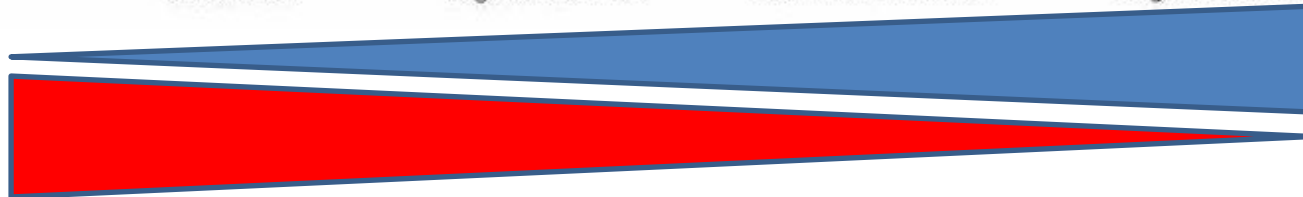


Medium Ground Finch



Large Ground Finch

Calmoduline :
longueur du
bec



Bmp4 :
épaisseur/
largeur du
bec

Thème 1-A-3 De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

La biodiversité a été définie et présentée comme produit et étape de l'évolution. Dans les classes précédentes, il a été montré que des individus porteurs de diverses combinaisons génétiques peuvent différer par leurs potentiels reproducteurs (plus grande attirance sexuelle exercée sur le partenaire ; meilleure résistance à un facteur du milieu, aux prédateurs ; meilleur accès à la nourriture, etc.). Cette influence, associée à la dérive génétique, conduit à une modification de la diversité génétique des populations au cours du temps.

Bilan : la biodiversité et sa modification.

Programme : *Sous l'effet de la pression du milieu, de la concurrence entre êtres vivants et du hasard, la diversité des populations change au cours des générations*

Un exemple spectaculaire : 5 couples d'une espèce de lézard : *Podarcis sicula*, sont introduits sur une île yougoslave en 1971. 33 ans plus tard, la population a réussi à survivre, les lézards ont proliféré mais sont plus gros, leurs mâchoires plus imposantes, leurs pattes plus petites, leur estomac présente une valve inexistante dans l'espèce d'origine, ils sont devenus majoritairement herbivores. Leur intestin abrite des nématodes qui suggèrent une symbiose pour la digestion de la cellulose.

PNAS, 105, 4792-4795, 25 mars 2008

Article en accès libre (en anglais) :

<http://www.pnas.org/content/105/12/4792.full.pdf+html>

Voir aussi :

http://www.podarcis.de/AS/Bibliografie/BIB_2765.pdf

***Origine de la divergence :
sélection naturelle et dérive génétique***

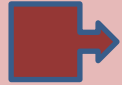


Population : ensemble d'organismes occupant une aire géographique déterminée et qui partagent un ensemble de gènes du fait qu'ils se reproduisent sexuellement entre eux.



La sélection naturelle n'est pas réductible à la survie du plus apte

- **Celui qui survit mieux que les autres mais ne se reproduit pas ne transmet aucun gène. Il n'y a donc aucune sélection dans ce cas. La meilleure survie ne vaut en terme de sélection que si elle permet une meilleure reproduction.**
- **La survie peut au contraire être contre sélectionnée . C'est le cas des espèces à stratégie démographique de type r comme les mésanges. Chez ces espèces la survie annuelle, c'est-à-dire la probabilité d'un individu de 1 an d'être encore vivant l'année suivante, est de 0,3. Ce caractère (faible survie) a été sélectionné au cours de l'histoire évolutive de ces espèces. Mais il s'accompagne d'une fécondité élevée avec des grandeurs de ponte qui varient entre 8 et 14 œufs.**



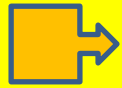
La sélection naturelle n'œuvre pas pour la survie de l'espèce

- La structure sociale des lions est intéressante en termes de compétition pour l'accès à la reproduction sexuée. Ces animaux vivent en groupes constitués en général de deux mâles et de trois à douze femelles avec leurs lionceaux. Les jeunes mâles sont expulsés de la communauté dès qu'ils atteignent la maturité sexuelle. Ils mènent alors une vie vagabonde, cherchant à expulser des mâles dominant d'un groupe afin de s'approprier ses femelles. Lorsqu'ils y parviennent, leur première action consiste à tuer tous les lionceaux du groupe. Cet infanticide d'apparence cruelle va éliminer des jeunes génétiquement différents des nouveaux mâles dominants. Et comme les femelles vont s'accoupler plus rapidement avec les nouveaux venus cette élimination va favoriser la transmission des gènes de ces mâles. Mais un tel comportement diminue la transmission des gènes femelles. Les mâles apparaissent comme des parasites, utilisant les femelles comme vecteurs favorisant leur contribution génétique à la génération suivante (extrait de Allano & Clamens, 2010).
- Un lion mâle qui tue les lionceaux du groupe de femelles dont il vient de prendre possession en expulsant un mâle devenu trop âgé n'agit pas pour la survie de l'espèce mais pour celles de ses gènes. En effet, ces lionceaux ne sont pas les siens mais leur mort se traduit par une ovulation anticipée des lionnes avec lesquelles il pourra donc s'accoupler. Il augmente donc la probabilité de transmission de ses gènes par ce comportement. L'action de la sélection n'a donc pas obligatoirement pour conséquence la survie de l'espèce. A partir du moment où un caractère augmente la probabilité de transmission d'un gène il sera sélectionné. Il se trouve que sur le long terme, les seuls gènes qui persistent sont ceux qui permettent aussi aux espèces de se maintenir mais sur le court terme ce n'est pas nécessairement le cas.



La sélection naturelle ne conduit pas nécessairement à une adaptation

- On a montré chez la drosophile, mais aussi chez d'autres insectes, des mammifères ou des plantes, que certains individus ne produisaient que des femelles. Le point commun entre ces différentes espèces est l'existence d'un déterminisme chromosomique du sexe et l'origine de cette distorsion est à rechercher lors de la gamétogenèse. En effet, lors de ce processus, le chromosome X va entraîner la mort des spermatozoïdes qui ne le portent pas, c'est à dire ceux qui ont hérité du Y. Le sex-ratio est donc faussé au profit des femelles. Un gène conférant ainsi au X la capacité d'empêcher la transmission des spermatozoïdes porteurs du Y voit augmenter sa probabilité d'être transmis. Il est donc sélectionné. Mais un tel caractère ne peut subsister longtemps car il entraîne la disparition des reproducteurs de l'autre sexe sauf si les spermatozoïdes porteurs du Y développent des résistances. C'est ce que l'on constate et les déséquilibres n'apparaissent d'ailleurs que lors de croisements extra populationnels. On connaît des cas où c'est le Y qui élimine les X mais c'est plus rare. Cet exemple montre qu'un gène est sélectionné en fonction de sa transmission à la génération suivante. Non seulement la sélection n'agit pas pour la survie de l'espèce mais elle ne concourt pas nécessairement à une adaptation. Les stérilités mâles déterminées par un gène mitochondrial observables chez les plantes en sont une autre illustration. Ces gènes de stérilité suppriment une voie qui ne les transmet pas (la voie mâle) et amplifient une voie qui les transmet (la voie femelle car ces mâles stériles produisent plus d'ovules que les hermaphrodites) : ils sont donc sélectionnés (voir Gouyon *et al.* 1997).



La dérive génétique :
toute variation en fréquence d'un allèle indépendante
du phénotype conféré par cet allèle

- On qualifie de dérive toutes les variations en fréquence d'allèles qui ne résultent pas de la sélection naturelle. Pour schématiser, lorsqu'un bouquetin est capturé par un loup parce qu'il porte un allèle qui lui confère une vitesse à la course plus faible que ses congénères, l'élimination de cet allèle est de la sélection naturelle. Par contre, si ce même bouquetin est emporté par une avalanche en hiver parce qu'il était au mauvais endroit, au mauvais moment, indépendamment de son génotype, l'élimination des gènes qu'il porte est un phénomène de dérive génétique. L'effet de la mortalité automobile sur les variations en fréquence des différents allèles des groupes sanguins est aussi un exemple de dérive génétique car le fait d'être impliqué dans un accident automobile est indépendant du groupe sanguin (exemple emprunté à David & Samadi 2010). Si un automobiliste myope et de groupe sanguin A meurt dans un accident de la circulation car il n'a pas vu un danger à cause de sa myopie, l'élimination de l'allèle de myopie est de la sélection naturelle (c'est le phénotype associé à cet allèle qui modifie la fréquence allélique à la génération suivante) mais l'élimination de l'allèle A est de la dérive (cet allèle est éliminé car par hasard il s'est trouvé associé à un allèle de myopie).

- **Définition typologique de l'espèce**

Exemple : Karl von Linné (1707-1778)

C'est une définition basée sur la morphologie, l'espèce est définie par comparaison avec un individu de référence conservé en muséum et qui a servi à décrire l'espèce, c'est le type d'où le nom d'espèce typologique.

Cette définition ignore le polymorphisme, elle est fixiste, elle souffre d'évidentes limites.

Une limite à la définition typologique : les espèces jumelles



Mésange nonnette
Poecile palustris



Mésange boréale
Poecile montanus

Une autre limite à la définition typologique : les dimorphismes sexuels



Chez de nombreuses espèces comme chez ces eiders à tête grise, mâles et femelles ont des morphologies différentes mais n'en appartiennent pas moins à la même espèce. Linné avait d'ailleurs mis les canards colvert mâle et femelle dans des espèces différentes, respectivement nommés *Anas boschas* et *Anas platyrhynchos*.

• Définition biologique de l'espèce

- **John Ray** (1627-1705) Une espèce est l'ensemble de tous les variants qui sont potentiellement les rejetons des mêmes parents.
- **Buffon** (1707-1788) Une espèce est une succession constante d'individus similaires qui peuvent se reproduire ensemble. Définition du programme de 6^{ième}.
- **Mayr** (1904-2005), **définition de 1942** Les espèces sont des groupes de populations dont les membres peuvent se croiser entre eux et qui sont reproductivement isolés d'autres groupes.

L'isolement reproducteur comme critère de délimitation des espèces est à envisager à différents niveaux comme le montre le tableau de la diapositive suivante.

Si les hybrides obtenus en captivité, comme par exemple ceux entre lion et tigre, ne constituent pas des arguments amenant à discuter le statut spécifique des espèces concernés, les hybrides qui existent naturellement comme ceux entre milan royal et milan noir (photo ci-dessous), sont l'occasion de placer la notion d'espèce dans une optique dynamique en intégrant la notion de temps dans le processus évolutif.

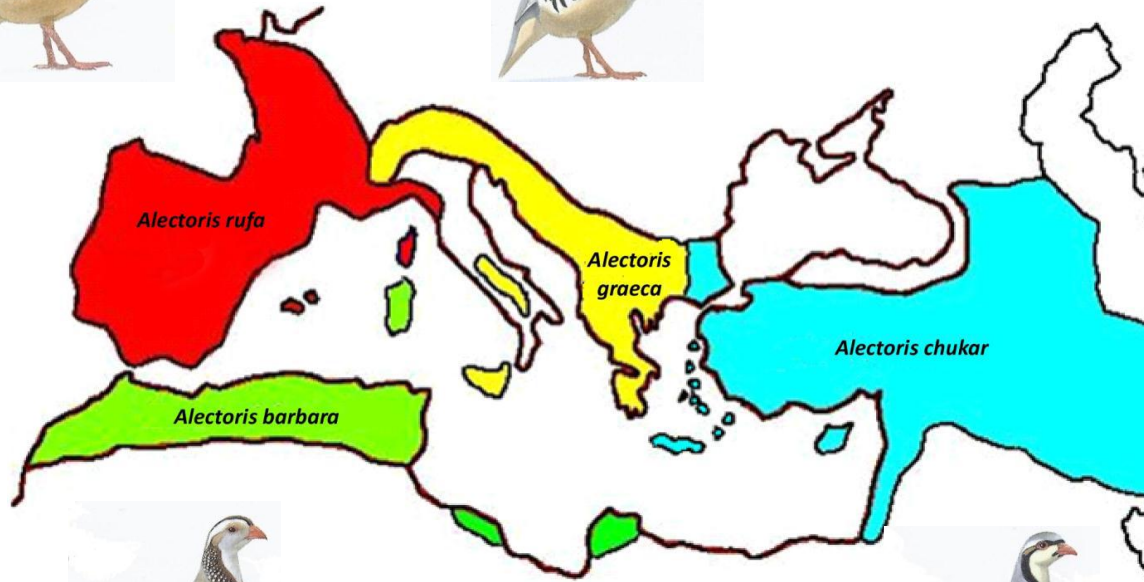
Hybride entre milan royal et
milan noir

Photo Romain Riols, tous droits réservés



Barrières précopulatoires	Isolement comportemental ou éthologique : les individus des deux espèces ne se reconnaissent pas	
	Isolement écologique	Par l'habitat : espèces dans des habitats distincts
		Dans le temps : période de reproduction non synchrones
		Par le vecteur du pollen : vecteurs du pollen différents
Barrières postcopulatoires, prézygotiques : pas de fécondation	Isolement comportemental : le comportement lors de la copulation empêche la réalisation de la fécondation	
	Isolement gamétique : les gamètes ne réalisent pas la fécondation pour des problèmes de stockage, de transport (avortement de tubes pollinique ou mort des spermatozoïdes dans les voies génitales) ou de non reconnaissance membranaire	
Barrières postcopulatoires postzygotiques : fécondation possible	Extrinsèques	Non viabilité écologique de l'hybride qui n'est adapté à aucune niche
		Stérilité comportementale de l'hybride incapable d'attirer un partenaire sexuel
	Intrinsèques	Hybrides non viables
		Hybrides stériles

Les limites de la définition par isolement reproducteur

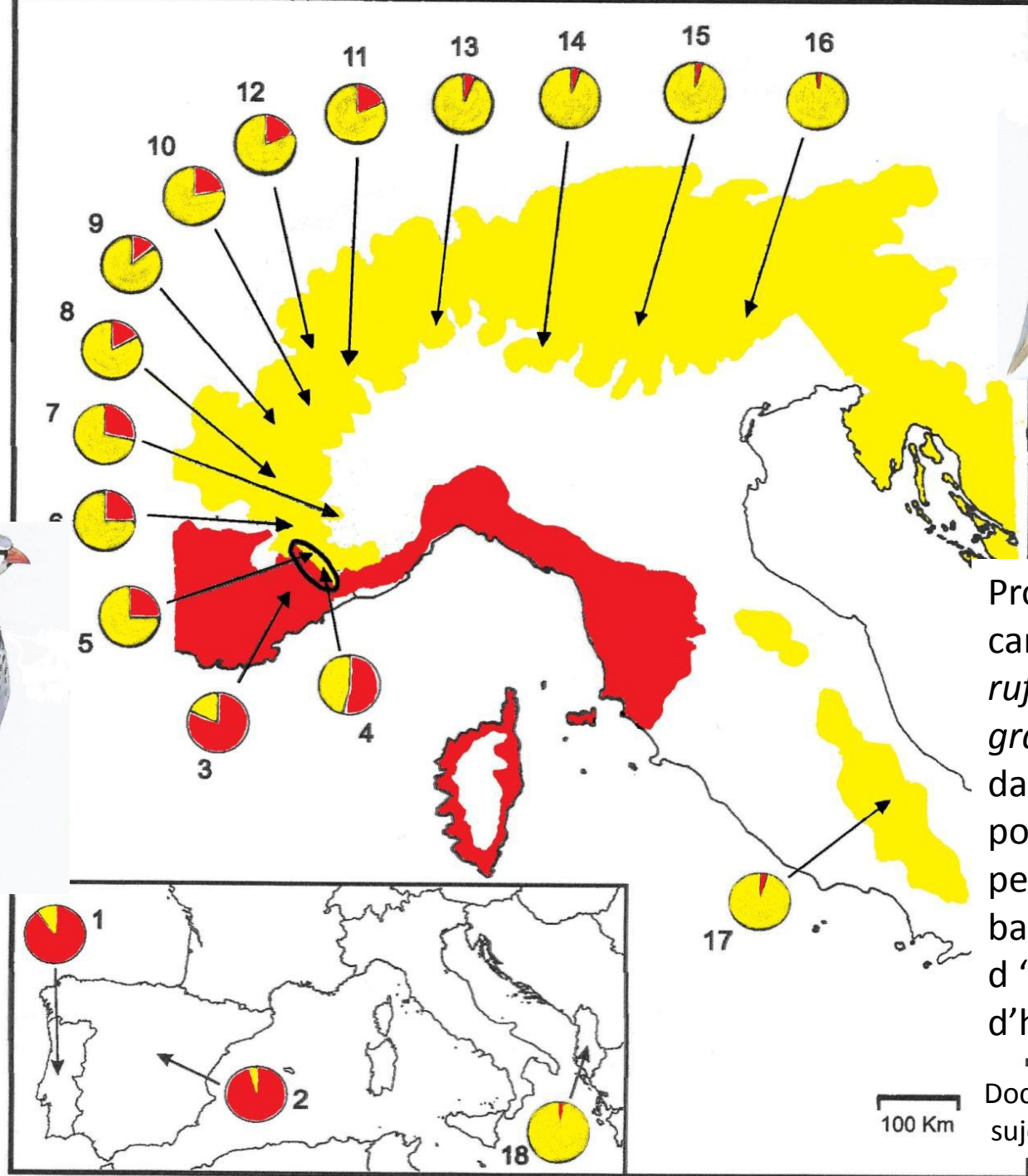


Programme : Analyser des exemples d'hybrides interspécifiques fertiles ou non (activité programme).

A. *Rufa* : perdrix rouge
A. *graeca* : perdrix bartavelle
A. *chukar* : perdrix choukar
A. *Barbara* : perdrix gambra

Document :
sujet écrit CAPES 2012

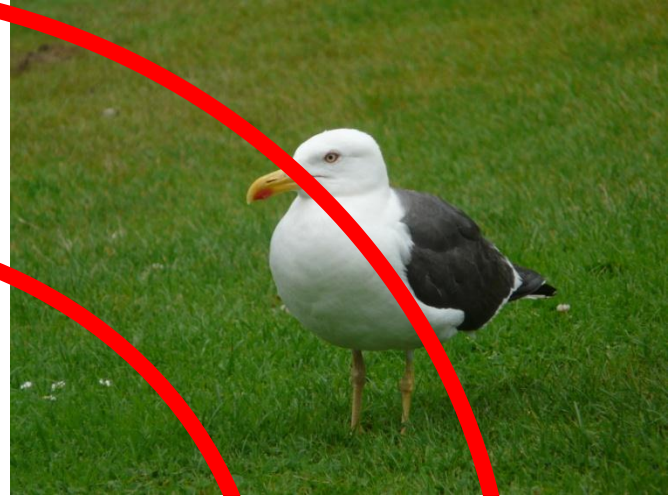
Quatre espèces de perdrix du genre *Alectoris* sont décrites dans le bassin méditerranéen. Lorsque deux espèces sont en contact (c'est le cas entre *rufa* et *graeca* et entre *graeca* et *chukar*) des zones d'hybridation existent avec des couples mixtes donnant des hybrides fertiles. Elles résulteraient d'une spéciation allopatrique par fractionnement de l'aire de répartition d'une espèce ancestrale lors des glaciations du Quaternaire.



Proportion d'allèles caractéristiques de *rufa* (en rouge) et de *graeca* (en jaune) dans différentes populations de perdrix rouge et bartavelle de part et d'autre de la zone d'hybridation

Document :
sujet écrit CAPES 2012

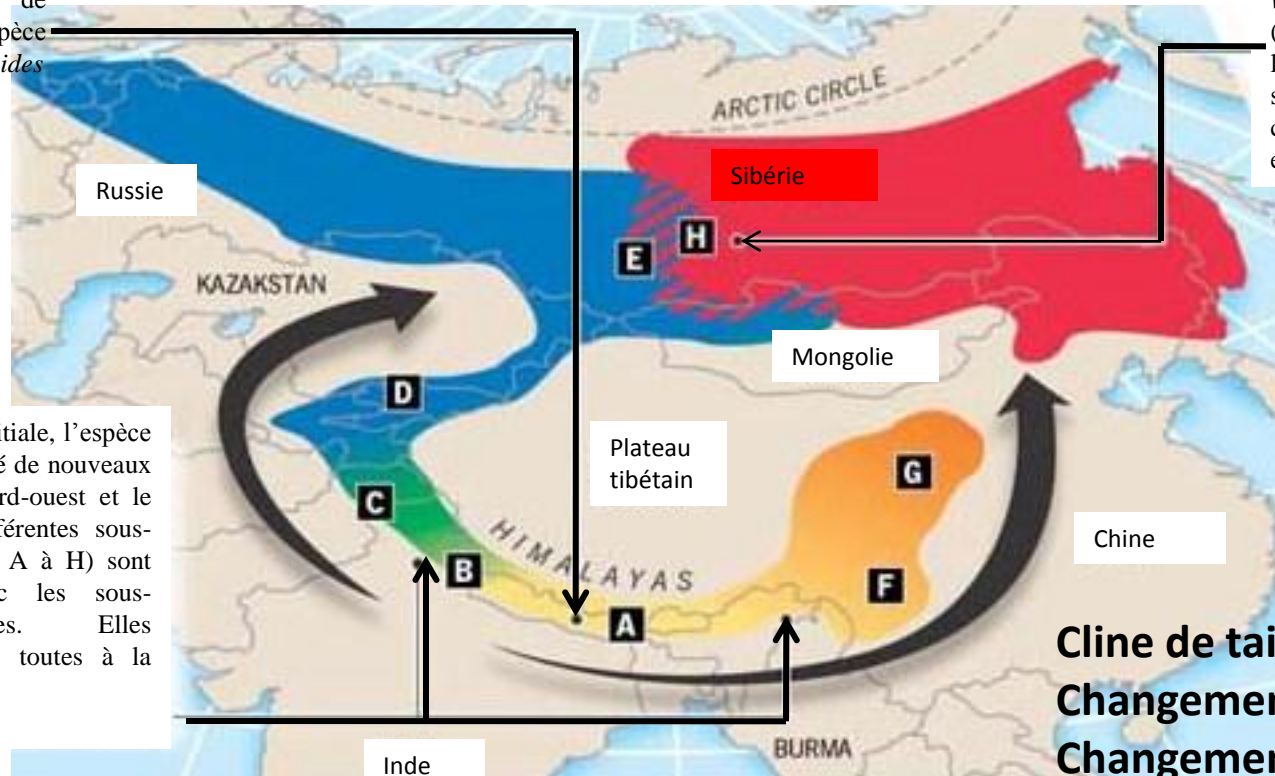
Spéciation en anneau



Un modèle invalidé : la spéciation en anneau des goélands

Un modèle bien argumenté de spéciation en anneau

Aire de répartition de l'espèce ancestrale de pouillot de l'espèce *phylloscopus trochiloides*



A partir de l'aire initiale, l'espèce a peu à peu colonisé de nouveaux espaces vers le nord-ouest et le nord-est. Les différentes sous-espèces (notées de A à H) sont interfécondes avec les sous-espèces adjacentes. Elles appartiennent donc toutes à la même espèce.

En Sibérie, les sous-espèces *viridanus* (E) et *plumbitarsus* (H) ne reconnaissent pas leurs chants respectifs et ne s'hybrident pas. On peut les considérer comme deux espèces distinctes.

Cline de taille
Changement d'habitat
Changement dans le chant

Spéciation en anneau chez le Pouillot verdâtre *Phylloscopus trochiloïdes* en Asie

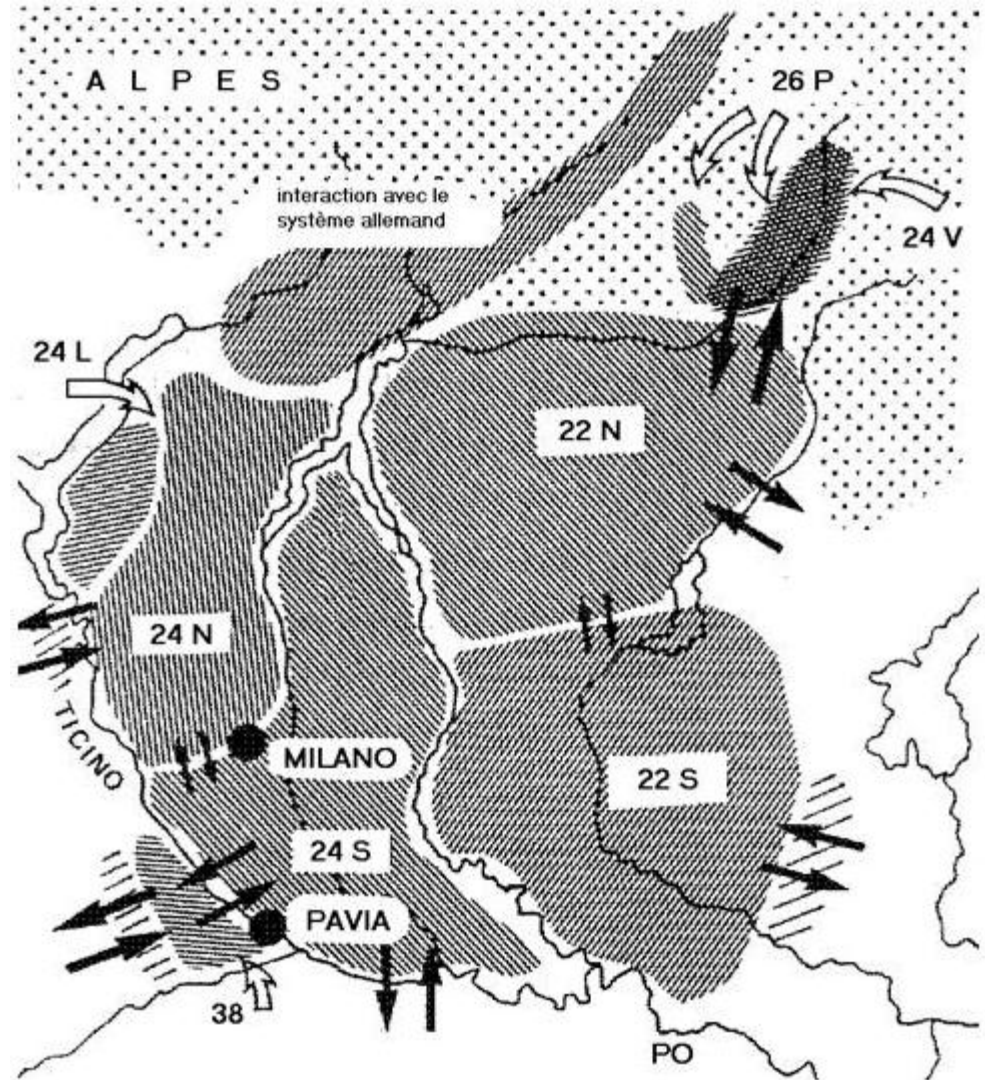
(modifié d'après Todd Trumbull :

<http://www.sfgate.com/cgi-bin/object/article?f=/c/a/2001/03/26/MN172778.DTL&o=0>).

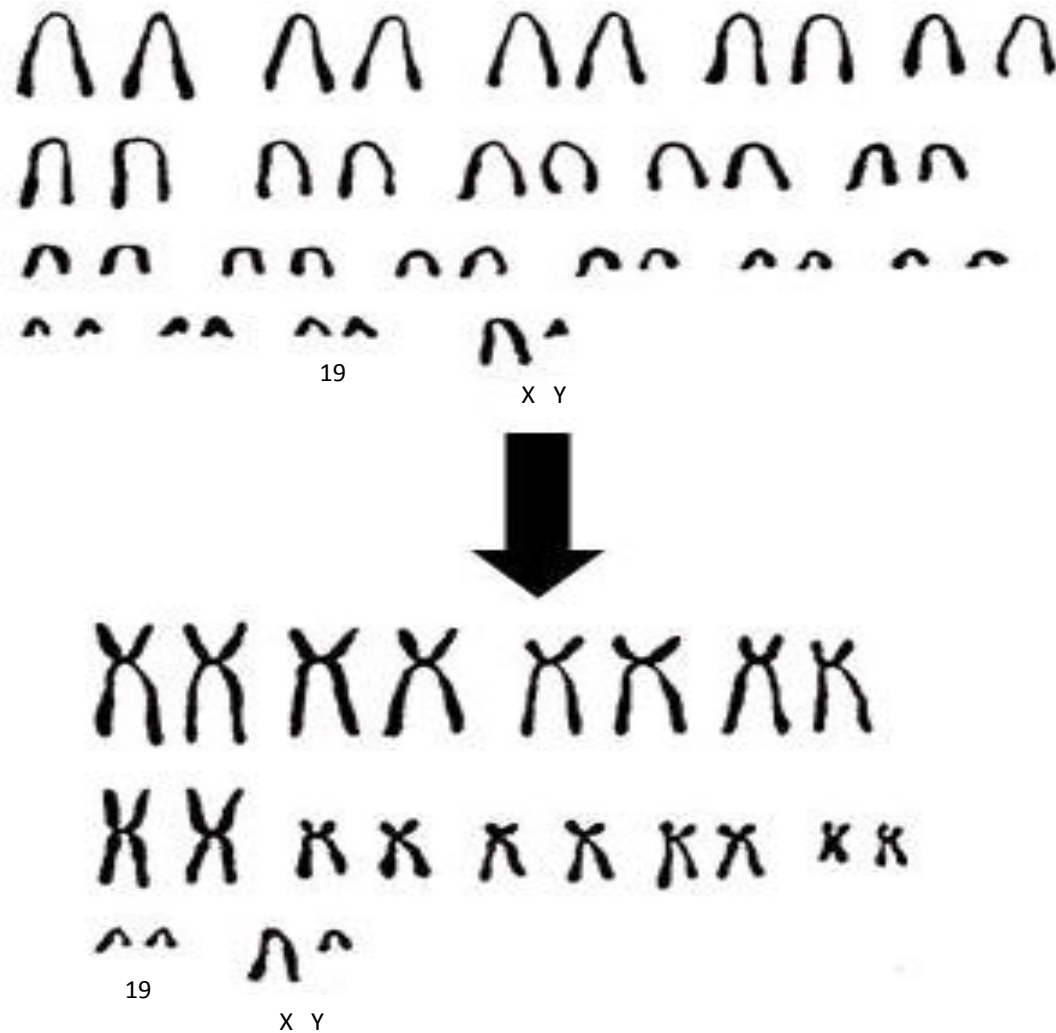
Isolement reproducteur sans divergence : les populations chromosomiques de la souris domestique (*Mus musculus*)

Dans la plaine du Pô (Italie), dans un rayon de 30 à 100 km autour de la ville de Milan, existent des populations chromosomiques de la souris domestique caractérisées par une réduction du nombre des chromosomes par fusion robertsonienne. Huit populations ont été déterminées (dont le nombre de chromosomes varie entre 38 et 22). Les populations distinguées sur la carte et comportant le même nombre de chromosomes diffèrent entre elles par la nature des chromosomes fusionnés. On peut remarquer que ces populations à nombre réduit de chromosomes s'excluent géographiquement les unes les autres et ne cohabitent pas avec les populations « standards » à 40 chromosomes. Elles peuvent s'hybrider entre elles mais si les croisements entre les populations robertsoniennes et les populations à 40 chromosomes donnent des hybrides fertiles, les hybrides obtenus par croisement entre elles des populations à chromosomes fusionnés sont en général stériles par suite de difficultés d'appariement des chromosomes homologues lors de la métaphase de la division réductionnelle de la méiose.

(Extrait de Allano & Clamens, 2010)



Répartition des populations chromosomiques de la souris domestique *Mus musculus domesticus* en Italie du nord. L'aire de répartition de chaque population est représentée en hachures sombres avec le nombre de chromosomes correspondant. Les hachures claires représentent les zones d'hybridation connues et les flèches noires les potentialités de flux génique (d'après Auffray 1988, avec l'autorisation de l'auteur).



Fusions robertsoniennes chez la souris.

Passage d'un nombre chromosomique de $2n = 40$ à $2n = 22$ par l'intervention de 9 fusions de chromosomes acrocentriques donnant des chromosomes métacentriques (d'après Auffray 1988)



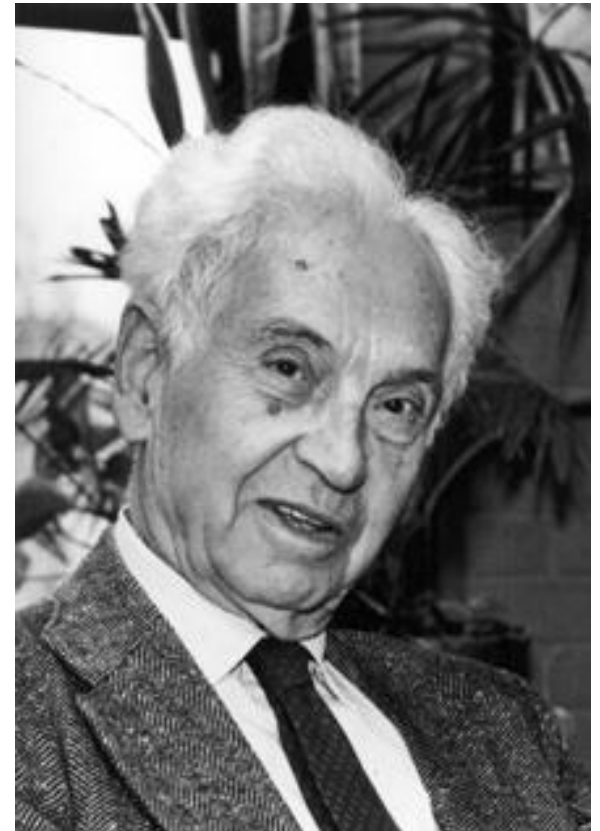
Récemment, des populations robertsoniennes de souris ont été découvertes sur l'île de Madère, avec six races chromosomiques. Parmi les 20 types de fusions robertsoniennes portées par les souris de Madère (nombre maximum de fusions dans une population = 9), 13 n'avaient jamais été observés jusque là dans aucune population de souris et pour la première fois le chromosome 19 était concerné par de telles fusions. Cette radiation particulière, avec autant de populations sur une si faible surface, aurait été favorisée par la topographie de l'île, qui a isolé ces populations les unes des autres. Aucun hybride entre ces populations n'a été trouvé ce qui montre que les remaniements chromosomiques peuvent être un mécanisme efficace d'isolement reproducteur permettant une radiation sans être pour autant associé à un processus adaptatif. L'analyse génétique des allozymes a montré que ces souris sont plus proches des populations du Portugal que de toute autre région, mais leur ADN mitochondrial suggère pour sa part une origine plus nordique. Ces souris auraient donc été amenées sur l'île par les colonisateurs portugais à la fin du XV^e siècle, mais un apport par l'intermédiaire des navigateurs vikings vers l'an 900 semble très probable. Les fusions seraient donc apparues avec une vitesse minimale de l'ordre de 9 en 500 à 1 000 ans. On peut noter que curieusement, toujours dans l'archipel de Madère, les populations de souris de l'île de Porto Santo ne présentent aucune fusion robertsonienne. (Extrait de Allano & Clamens, 2010)

- **Définition écologique de l'espèce**

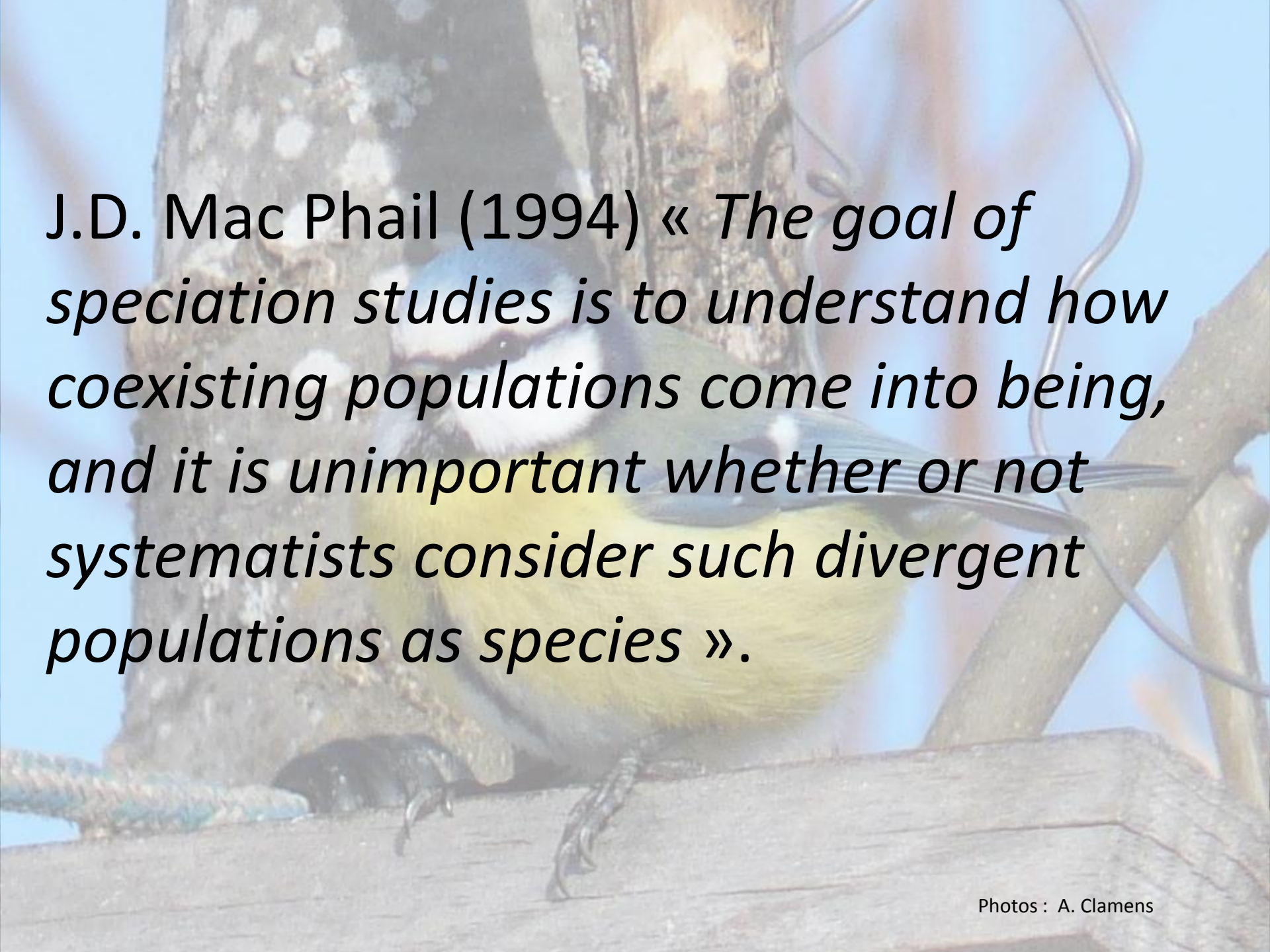
(non citée dans le programme)

Définition de Mayr de 1982.

Une espèce est une communauté reproductrice de populations, reproductivement isolée d'autres communautés, et qui occupe une niche particulière dans la nature.



- L'isolement reproducteur est un caractère soumis à la sélection, il n'émerge souvent qu'entre des espèces voisines en situation de sympatrie sous l'effet de la compétition.
- Divers exemples montrent que des espèces voisines qui cohabitent dans le même milieu exploitent des niches au moins partiellement disjointes. L'introduction d'espèces dans un écosystème se traduit souvent par l'élimination d'une espèce en place occupant la même niche que le colonisateur.
- L'isolement reproducteur permet donc la coexistence entre espèces en protégeant un assortiment de gènes permettant l'exploitation d'une niche écologique donnée, vis à vis des gènes d'autres espèces dont l'introduction perturberait l'efficacité d'exploitation de cette niche.
- La biodiversité émerge quand les flux de gènes s'interrompent entre des populations. Ces populations passent ainsi plus ou moins vite au statut d'espèces. La compréhension de la mise en place d'un isolement reproducteur entre des populations, c'est-à-dire la spéciation, est donc une des clefs permettant de comprendre l'origine de la biodiversité.
- Cet isolement reproducteur constitue un préalable à l'émergence de nouveaux caractères ou adaptations permettant l'utilisation d'une nouvelle niche écologique. C'est cette séparation écologique, impossible sans isolement génétique préalable, qui permet, ou au moins favorise, la cohabitation des deux espèces filles dans un même environnement.

A photograph of a small bird, likely a finch or similar species, with a bright yellow body and blue wings and head. The bird is perched on a thick, weathered wooden branch. The background is a soft-focus blue sky. The text is overlaid on the image in a black, italicized font.

J.D. Mac Phail (1994) « *The goal of speciation studies is to understand how coexisting populations come into being, and it is unimportant whether or not systematists consider such divergent populations as species* ».

Lectures choisies sur le thème de l'évolution

Ouvrages exhaustifs sur le thème de l'évolution

RIDLEY M. 1997 - *L'évolution biologique*. 719 p., De Boeck Université.

THOMAS F., LEFEVRE T. & RAYMOND M. 2010 - *Biologie évolutive*. 814 p., De Boeck.

Ouvrages généralistes moins détaillés

ALLANO & CLAMENS 2010 – *Faits et mécanismes de l'évolution biologique*. 365 p., Ellipses.

BRONDEX F. 2003 – *Evolution, synthèse des faits et théories*. 186 p., Dunod.

LECOINTRE G. (dir.) 2009 - *Guide critique de l'évolution*. 576 p., Belin.

Ouvrages plus axés sur les aspects génétiques de l'évolution

(en particulier sélection et dérive pour le nouveau programme)

GOUYON P. H., HENRY J.-P. & ARNOULD J. 1997 - *Les avatars du gène*. 335 p., Belin.

DAVID P. & SAMADI S. 2011 – *La théorie de l'évolution, une logique pour la biologie*. 312 p., Champ Sciences, Flammarion.

Pour l'évolution des végétaux

BRIGGS D. & WALTERS S.M. 1997 – *Plant variation and evolution*. 512 p., Cambridge University Press.

HALLE F. 2004 – *Eloge de la plante*. 353 p., Points Sciences.

Histoire des idées

MAYR E. 1989 - *Histoire de la biologie*. 894 p., Fayard.

Existe en deux tomes dans la collection Livre de Poche