

## CE QUE DARWIN NE SAVAIT PAS ENCORE ! ( Documentaire Arte, Octobre 2010, John Rubin )

- la biodiversité actuelle est le produit de l'évolution depuis une des premières bactéries qui aurait existé et baptisée LUCA (Last Universal Common Ancestor)
- l'arbre de vie actuel est d'une très grande diversité (1,78 x 10<sup>6</sup> espèces répertoriées, sachant qu'on ne connaît a priori qu'une faible partie des Champignons, Virus et qu'on méconnaît encore les fonds océaniques).
- Darwin a expliqué parmi les premiers les fondements de l'évolution qui est la véritable dynamique du vivant sur Terre à toutes les échelles, de la molécule à la biosphère.

COMMENT S'EST MIS EN PLACE UN TEL FOISONNEMENT DU VIVANT ?  
COMMENT PAR EXEMPLE DÉRIVONS-NOUS D'UN ANCÊTRE COMMUN PARTAGÉ AVEC LE POISSON ?  
QU'EST-CE QUI FAIT LA SPÉCIFICITÉ DE NOTRE ESPÈCE ?

### 1/ UN LONG VOYAGE PROLIFIQUE POUR DARWIN : L'IDÉE DU CHANGEMENT DES ÊTRES VIVANTS SUR TERRE

Sean B. Carroll, naturaliste américain actuel, parle de Darwin (1809- 1882) : devenant naturaliste accompli après une scolarité un peu chaotique, il embarque pour 5 ans sur le Beagle afin de répondre à ces questions de 1831 à 1836 de Plymouth au Cap Vert en passant par les côtes brésiliennes.

En Argentine, il retrouve des fossiles, crânes et colonnes vertébrales de Mammifères géants. **Quel lien établir avec les espèces actuelles ?**

Puis Darwin fait une escale sur les îles Galapagos, archipel du Pacifique, à 100 km de L'Equateur où il répertorie des espèces uniques à cet endroit : certains manchots, tortues géantes (> 250 kg), et iguanes marins.

Darwin décrit leur variété puis se tourne vers les Oiseaux : pinsons, gros becs, roitelets et merles ...

Un ornithologue lui dit au retour que 13 sont des variétés de pinsons alors qu'il pensait faire face à des espèces différentes.

**Pourquoi des variétés différentes sur des îles différentes géographiquement proches donc à priori soumises aux mêmes conditions climatiques ?**

La même observation semble apparaître pour les tortues géantes.

Les espèces évoluent, changent pour des raisons à déterminer.

Darwin touche à l'idée que Dieu aurait tout créé, de parfaites et immuables créatures différentes. Cela ne tient pas pour lui. En retrouvant des fossiles géants de Paresseux et Tatous de taille bien supérieure aux équivalents actuels, cela lui confirme l'idée du changement.

### 2/ L'EMBRYOLOGIE, APPORT CLEF À LA COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES DE L'ÉVOLUTION TERRESTRE : L'IDÉE D'UNE DESCENDANCE AVEC MODIFICATION ET D'ANCÊTRES COMMUNS

Le développement de cette science à l'époque l'intéressait et l'embryon semblait là un enjeu clé pour la compréhension des mécanismes évolutifs selon lui.

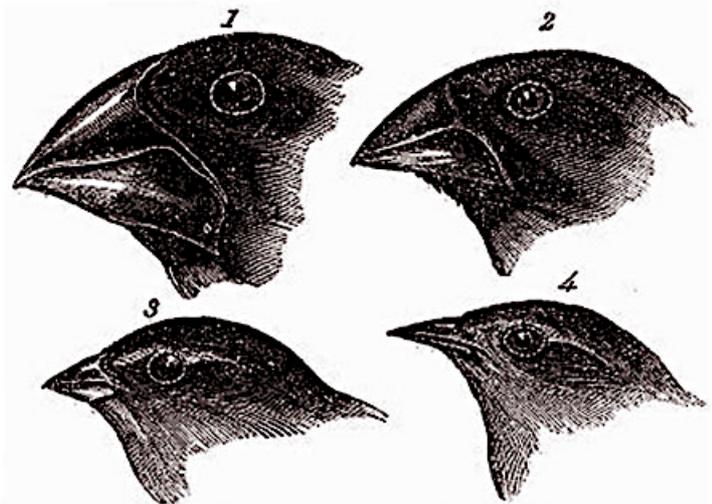
COMMENT UNE UNIQUE CELLULE DITE CELLULE-OEUF POUVAIT DONNER DE PETITS EMBRYONS AUX ORGANES DIFFÉRENCIÉS DE MANIÈRE DIFFÉRENTE SELON LES ESPÈCES ?

- a/ Des embryons de serpents possèdent des protubérances osseuses, ébauches de pattes, jamais développés chez l'adulte.

Les serpents seraient-ils donc le produit de l'évolution d'une espèce à pattes ?

- b/ Les baleines, à dents pendant leur vie embryonnaire, les perdent à la naissance.

Les baleines descendraient donc d'une espèce à dents.



1. *Geospiza magnirostris*.  
2. *Geospiza fortis*.

3. *Geospiza parvula*.  
4. *Certhiidea olivacea*.

- c/ Les embryons humains ont des fentes autour du cou, qui deviennent des osselets de l'oreille interne alors que ces mêmes fentes donnent les branchies chez les Poissons. L'homme serait le produit de l'évolution depuis une espèce ancestrale commune avec tous les Poissons.

Cela suggère aussi à Darwin l'idée d'une **descendance et d'un arbre de vie où les espèces dérivent les unes des autres (principe d'ascendance commune) depuis des espèces ancestrales. (principe de descendance par modification)**

**QUEL MÉCANISME EXPLIQUE L'ACQUISITION OU LA PERTE DE CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES ? C'EST LE PRINCIPE DE DESCENDANCE AVEC MODIFICATION. POURQUOI CE MÉCANISME ?**

### 3/ LA SÉLECTION NATURELLE, PROCESSUS IMPORTANT DE L'ÉVOLUTION BIOLOGIQUE

**Chez les Chiens** : on observe une grande variabilité et notamment de taille : ces écarts seraient le résultat en partie de la sélection par les éleveurs pour croiser les caractéristiques de deux races pour en créer une 3<sup>e</sup> => ceci change la variété et crée de nouvelles races. On a le même phénomène plus lent sans intervention humaine dans la nature selon Darwin.

**exemple** : le whippet pour chasser le lapin est le produit du croisement d'un lévrier (réputé pour sa vitesse) et d'une terrier (bon chasseur de petit gibier).

**La sélection naturelle expliquerait la biodiversité observée.** La loi de la nature avec notamment son système de prédateurs /proies (le « **Struggle For Life** ») conduit à des taux de mortalité qui maintiennent stables les populations d'un milieu par compétition pour l'espace et l'exploitation des ressources alimentaires qu'on y trouve. Les mieux adaptés (capacité à résister en conditions climatiques extrêmes, capacité de prédation très grande, camouflage parfait ...) sont sélectionnés positivement, **les plus aptes à la survie et aussi à la reproduction : leurs caractéristiques se propagent donc de génération en génération favorablement tandis que celles des moins adaptés disparaissent petit à petit.**

**MAIS COMMENT EXPLIQUER DE TELLES DIFFÉRENCES DE VARIÉTÉS DE BEC CHEZ LES PINSONS DES GALAPAGOS DE DARWIN ?**

La taille et la forme sont variables en raison de leur rôle d'outil pour la nutrition.

**Observations** : Les graines dures nécessitent un bec en forme de pince, court et puissant (voir le géospize). Sur une île voisine, la source de nourriture principale est les fleurs or pour aspirer du nectar ou prendre du pollen un bec pointu est préférable, c'est le variant majoritaire observé.

=> donc il existe des modifications de la fréquence des variants de becs selon l'environnement depuis la forme conique ancestrale dont l'origine selon Darwin est l'Amérique du Sud.

Dans sa propre famille, Darwin observe l'existence de variations individuelles chez les descendants d'un même couple : la variation est le point de départ du changement.

Cette infime variation peut faire la différence entre vie et mort : voir les variations d'épaisseur des couches de graisse des manchots pour passer l'hiver extrême.

Ainsi, l'environnement sélectionne des populations d'individus qui deviennent de plus en plus forts et les faibles disparaissent => c'est l'évolution par sélection naturelle, une des clefs de la théorie de l'évolution darwinienne.

**1859** : L'Origine des Espèces, livre historique, propose une vision des mécanismes de l'évolution par la sélection naturelle. Darwin sait qu'il reste des lacunes à sa théorie.

**QU'EST-CE QUI DANS L'ORGANISME SE PRODUIT POUR ABOUTIR AU CHANGEMENT ?**

### 4/ DES RÉPONSES AUX INTERROGATIONS DE DARWIN DANS L'ADN : LA MUTATION, POINT DE DÉPART DU CHANGEMENT

**Cas du rat kangourou** : très chassé, proie facile. Seul le camouflage peut le sauver mais dans le désert, l'environnement n'est pas uniforme et parfois l'alternance des laves noires et des roches claires rend le rat moins protégé. 2 variants sont étudiés : un clair et l'autre foncé. Le foncé est à ventre blanc : il n'y a pas de mélanine créée sur la face non-exposée aux prédateurs arrivant d'en haut. On a procédé à l'analyse de l'ADN du rat kangourou.

L'ADN d'un gamète étant unique, cela conduit à des individus uniques mais intervient aussi la notion de mutation. Les changements ayant lieu dans l'ADN des cellules à l'origine des gamètes sont transmissibles à la descendance et donc peuvent être à l'origine de changements qui se fixent.

La mutation est le produit du hasard, un processus cellulaire indépendant de l'environnement et devient favorable, défavorable ou neutre au regard de l'environnement. Ainsi, la sélection naturelle de Darwin opérerait sur les caractéristiques des individus et indirectement sur les allèles.

La comparaison de l'ADN des 2 types de rat kangourou à pelage foncé et clair montre une mutation à l'origine de celui à pelage foncé qui rend les individus plus aptes à la survie sur les roches volcaniques noires : ceci est un bon exemple de sélection naturelle (2 allèles différents coexistent).

**autres exemples :**

- a/ le colobe voit en couleur grâce à un gène muté depuis un gène ancestral tel qu'il perçoit 2 types de feuilles : vertes plus dures et desséchées, rouges plus nutritives
- b/ la mutation à l'origine d'une protéine anti-gel dans le sang de certains poissons antarctiques d'ou une résistance accrue au milieu.

Il y a donc nécessité de comparer les gènes pour comprendre l'évolution.

**1990 :** lancement du programme de séquençage du génome humain et d'autres espèces en parallèle. En 2003, les résultats montrent qu'il n'y a pas de relation entre complexité de l'organisme et nombre de gènes (une cellule humaine est dotée d'environ 23 000 gènes, moins qu'une cellule de maïs et autant qu'une cellule de poulet !).

Et pour les gènes les plus importants dans le développement, il s'agit des mêmes que les autres espèces.

Jusqu'à un certain stade, on ne distingue pas un embryon de souris, d'être humain, de grenouille ...

5/ LES SWITCHS, INTERRUPTEURS DE GÈNES, COMMANDÉS PAR LES GÈNES ARCHITECTES DU DÉVELOPPEMENT DE L'INDIVIDU

Des études chez la Drosophile, la petite mouche du vinaigre aux yeux rouges, animal star des laboratoires de génétique, montrent l'existence de taches noires sur les ailes des mâles et avec une parade complexe distinguant une 1ère variété d'une autre où il n'y a pas de taches ni de parade complexe.

**QUEL MÉCANISME GÉNÉTIQUE EST À L'ORIGINE DES TACHES ?**

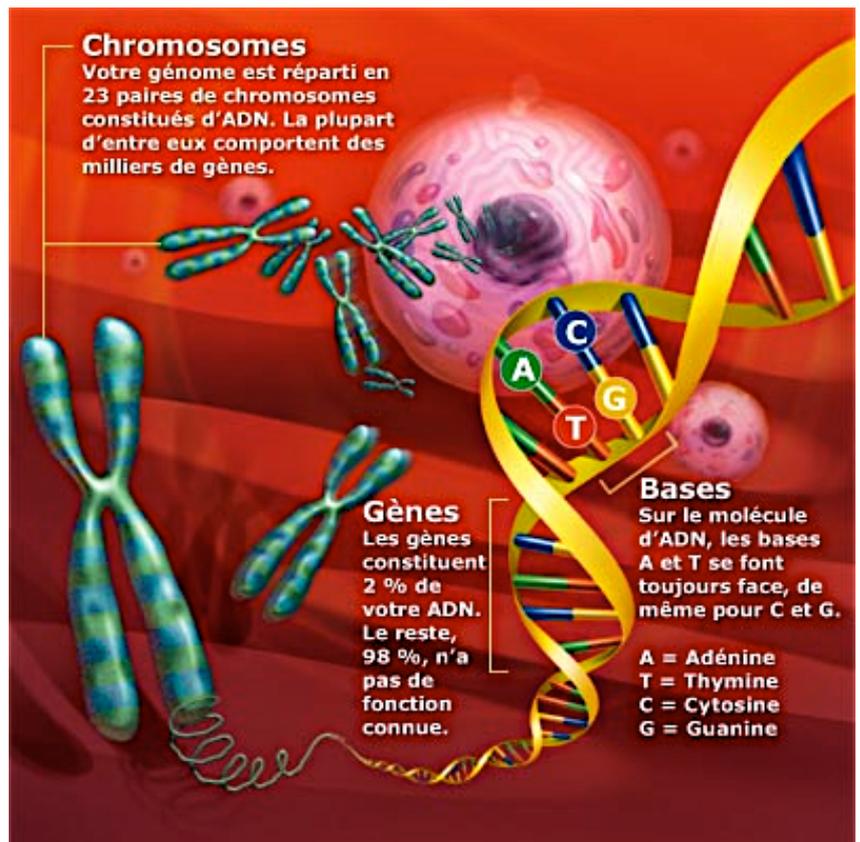
**Constats :** La comparaison des 2 séquences d'ADN proche du gène appelé pinceau montre l'existence de 2 variants de séquence nucléotidique qui expliquent l'activation du gène pinceau chez l'un et pas chez l'autre.

=> C'est donc dans l'ADN entre les gènes, non codant pour des protéines comme les gènes (98% de l'ADN chez l'Homme qui ne code pas des protéines) que se situent des séquences activatrices ou inhibitrices de certains gènes.

Si on transfère le fragment responsable des taches à l'autre variété couplé au gène de la GFP (codant une protéine fluorescente de méduse), on a des taches sur les ailes fluorescent dans le noir. Donc il existe bien des séquences régulatrices de l'expression des gènes appelées switchs, activant ou inhibant certains gènes et appartenant à l'ADN non codant : une petite mutation entraîne un changement de la séquence switch.

Ceci expliquerait par exemple la régression des ébauches de pattes chez les serpents et la perte de membres observée chez les baleines (nageoires pectorales à squelette osseux identique jusqu'aux doigts aux espèces terrestres) et le vestige squelettique d'un bassin, ce qui suggère aussi un lointain ancêtre commun avec un gros animal terrestre.

Pour l'aérodynamisme ou l'hydrodynamisme dans le cas de la locomotion par nage ou reptation, mieux vaut la perte du membre d'un point de vue évolutif. Idem pour le lamentein qui a perdu ces pattes



postérieures.

## COMMENT CELA SE PRODUIT-IL ?

**En Colombie Britannique (Canada) :** une variété d'épinoche, poisson, est restée à cet endroit, coupée de l'Océan Pacifique.

Ayant évolué, les nageoires de l'épinoche d'eau de mer sont devenues à épines (cela les prémunit contre l'ingestion par leurs prédateurs, elles deviennent plus difficiles à avaler). L'épinoche d'eau douce, quant à elle, est sans épines.

Le gène associé à ce caractère est un gène de développement identique non activé chez l'épinoche d'eau douce : ce rôle est-il joué par un switch ?

La mutation identifiée est telle qu'elle entraîne une interruption de l'activation => pas d'activation du gène homéotique => pas d'épines.

Le gène homéotique de l'épinoche a un rôle dans le développement du membre postérieur : est-ce le même gène que celui intervenant dans la disparition des pattes chez le lamentein ?

L'épinoche d'eau douce est sans épines mais à restes osseux asymétriques de taille supérieure à gauche qu'à droite. Les os pelviens du lamentein sont plus larges à gauche qu'à droite : le switch chez le lamentein serait tel que le mécanisme serait le même que chez l'épinoche ?

## SI LES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES SONT MODULÉS EN FONCTION DES SWITCHS, QUI AGIT, QUI CONTRÔLE LEUR EXPRESSION ?

=> **retour aux pinsons de Darwin :** comment acquièrent-ils leur type de bec ?

Les pinsons naissent avec le bec formé donc la différence serait-elle juste embryologique ?

C'est l'action des switchs qui fait le type de bec : les oeufs de géospize à gros bec ont été étudiés à différents stades d'évolution pour leur croissance.

Assez tôt, le bec est différent => l'étude des gènes associés montre que chez la variété à gros bec, on a activation du gène au 5<sup>e</sup> jour contre 24h après chez le géospize à bec conique donc la différence porte sur l'aspect temporel de l'activation .

⇒ Donc la variation s'explique par l'intensité de l'activation des gènes et leur temps d'activation donc ce ne sont pas les gènes mais d'autres facteurs qui expliquent souvent la variabilité observée.



Les gènes architectes, appelés aussi souvent homéotiques ou de développement, sont responsables de l'édification d'une région, d'un territoire précis de l'embryon ou d'un de ses organes en activant ou réprimant d'autres gènes en régulant leurs switchs : ils sont donc source de grandes transformations chez les individus.

Les différences entre les Poissons et les animaux terrestres sont-elles dues à des transformations majeures depuis l'ancêtre commun aux 2 grands groupes ?

Les fentes embryonnaires près des oreilles donnent des os de l'oreille moyenne chez l'homme et des branchies chez les Poissons.

⇒ Comment les Poissons ont acquis des ébauches de pattes avant d'être à l'origine d'espèces terrestres ?

130 ans après Darwin : Neil Shubin tente de répondre depuis des années à ce problème.

1<sup>ère</sup> étape : Existe-t-il un fossile tel qu'il soit intermédiaire entre Poissons et animaux terrestres ?

Les Vertébrés terrestres seraient apparus il y a 365 Ma d'après les archives fossiles.

Sur une île près du pôle Nord où la roche est à nu : on est parti en quête de fossiles.

La 4<sup>e</sup> expédition a permis de découvrir un fossile avec une tête plate, des yeux hauts dans des roches de -375 Ma.

Ce fossile, baptisé Tiktaalik (poisson d'eau douce en Inuit) est le candidat recherché, ayant des nageoires proche de pattes antérieures comme celle des Tétrapodes indiquant un possible soulèvement du sol (passage de l'aquex au rocheux)

Pourquoi cette acquisition ? Les fossiles entourant Tiktaalik pourraient renseigner à ce sujet.

Il aurait pu chercher à échapper à ses prédateurs par 3 solutions : grossir, se cuirasser ou tenter de sortir de l'eau : la 3<sup>e</sup> solution semble envisagée.

## PAR QUEL MÉCANISME GÉNÉTIQUE UNE NAGEOIRE A ÉVOLUÉ EN ÉBAUCHE DE PATTE ?

Les ADN de cet âge ne sont pas trouvables.

Il est donc nécessaire de trouver des fossiles proches à nageoire charnue : plusieurs candidats avec préférence pour le Poisson spatule à rostre allongé ont été identifiés.

Ils se dévorent entre eux (habitant des eaux peu profondes du Mississippi, comme de véritables fossiles vivants).

Il serait le dernier descendant de la branche de Tiktaalik. Les oeufs ont été étudiés et les gènes homéotiques recherchés depuis les embryons isolés (étude des nageoires en particulier, les gènes Hox activent le codage du gros cartilage de la ceinture scapulaire, les mêmes gènes commandant la réalisation des os longs des membres antérieurs de tous les Tétrapodes).

Chez le Poisson spatule, d'autres gènes Hox commandent le stade suivant de développement des nageoires, ces mêmes gènes contrôlent la forme du radius et du cubitus humains.

**Dernier argument de parenté** : ils forment des os aux extrémités des nageoires et les mêmes séquences d'ADN font nos doigts et nos orteils, donc le fossé est franchissable entre les Tétrapodes et les Poissons.

Depuis le fossile Tiktaalik, par quelques mutations et des changements dans le timing et l'ordre des gènes activés et inhibés à partir du matériel génétique préexistant ont été réalisés des membres à partir de nageoires.

C'est moins de nouveaux gènes que la reconfiguration d'anciens ADN (voir la phrase célèbre de François Jacob :

« L'évolution biologique est fondée sur une sorte de bricolage moléculaire, sur la réutilisation constante du vieux pour faire du neuf »

=> nous disposons donc aujourd'hui d'arguments pour consolider la théorie de Darwin.

## 6/ COMPRENDRE LA SPÉCIFICITÉ HUMAINE : COMPARAISON DE L'HOMME ET DU CHIMPANZÉ

Le génome humain et celui du Chimpanzé ont 99% d'ADN en commun.

### COMMENT SI PEU D'ÉCART CODE 2 ESPÈCES SI DIFFÉRENTES ?

**étude de l'organe main** : le pouce opposable peut toucher les autres doigts et donc exercer une pression et donner précision et force aux mouvements chez l'Homme .

Ce 1% de différence d'ADN correspond à 30 x 10<sup>6</sup> paires de bases.

### QUEL EST LE RÔLE DES SÉQUENCES DIFFÉRENTES (EN 13 ENDROITS) À CELLES DU CHIMPANZÉ : QUEL EST LEUR RÔLE ?

Quand on réalise l'implantation à un embryon de Souris lié à un gène marqueur bleu, on a localisation de l'expression au niveau de l'extrémité de la patte.

identification d'un switch important à action sur le pouce et le gros orteil chez la Souris.

**autre organe d'étude** : le cerveau

Sa masse est 3 fois supérieure à celui du Chimpanzé chez l'Homme et sa structure est bien différente. Des études ont été lancées à ce sujet. Dans le cas de la maladie héréditaire dystrophie musculaire, les muscles de l'individu sont privés d'auto-réparation de ses fibres après un exercice intense. Ceci est dû à une anomalie du gène codant la dystrophine, une protéine musculaire particulière. La perte de 2 bases azotées entraîne les graves problèmes observés.



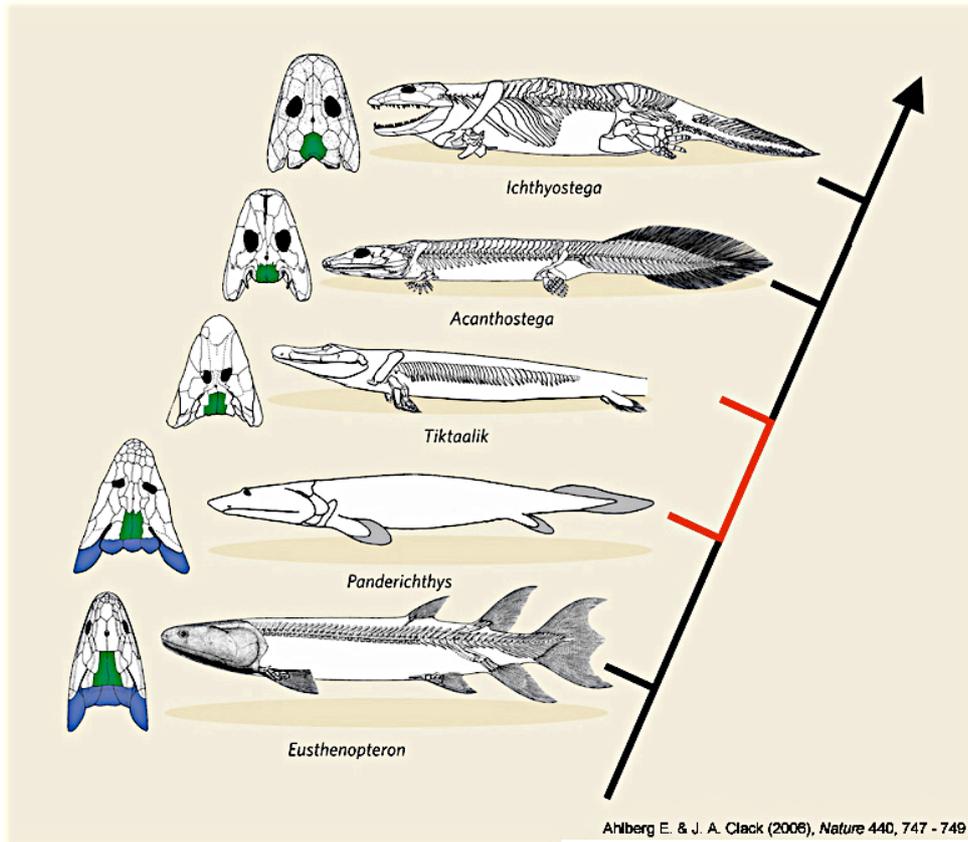
#### QUICK STATS

**Age:** 375 million years old  
**Found:** Ellesmere Is., Nunavut, Canada  
**# of individuals uncovered to date:** over 10  
**Size Range:** smallest = 3 feet long  
largest = 9 feet long  
**Nickname:** 'fishapod'

## POURQUOI LE GÈNE EST-IL DÉFECTUEUX CHEZ LES HUMAINS ?

Dans son ADN, le chercheur a le même gène endommagé, a-t-il une maladie musculaire ? les autres membres des laboratoires aussi ! Mystère ...

Chez le Chimpanzé, cela sert à faire le muscle masticateur ; lien entre le travail des muscles masticateurs et l'évolution du cerveau humain.



Le crâne humain et les Singes ont des plaques osseuses cérébrales indépendantes permettant à la tête de grossir. Les muscles masticateurs exercent des tractions sur ces plaques. Selon Hensel Stedman le travail musculaire force la fusion des masses osseuses à se faire plus tôt chez le Chimpanzé (=> boîte crânienne plus petite => cerveau plus petit, 400 cm<sup>3</sup> contre 1400). Chez l'Homme, la croissance du cerveau jusqu'à 30 ans est différente de chez le Chimpanzé où cela se passe vers 4 ans. Ce serait une 1<sup>ère</sup> explication des propriétés de notre espèce Homo Sapiens. L'évolution du cerveau humain attire beaucoup aujourd'hui. Katie Pollard, bioinformaticienne travaille sur le sujet :

## QU'EST-CE QUI NOUS REND HUMAIN ? QUELLES BASES AZOTÉES NOUS DISTINGUENT DU CHIMPANZÉ ?

Cette tâche ne prend qu'une après-midi de séquençage. La plupart des différences sont dans les switches, interrupteurs d'activation/inhibition des gènes voisins qui déterminent quand, où, et comment ils vont agir.

Seules 2 bases entre le Chimpanzé et le Poulet, 18 entre Homo Sapiens et le Chimpanzé au niveau du gène interviennent.

L'ADN AGIT DONC PAR LES GÈNES, LES SWITCHS QUI RÉGULENT LEUR EXPRESSION, LES GÈNES DE DÉVELOPPEMENT (ARCHITECTES) EXPRIMÉS TÔT DANS LE DÉVELOPPEMENT DE L'INDIVIDU ET LES GROUPEMENTS CHIMIQUES RÉGULANT CES SWITCHS. IL S'AGIRAIT DES PRINCIPALES SOURCES D'EXPLICATION DE LA VARIABILITÉ DES CARACTÉRISTIQUES DES ESPÈCES. GLOBALEMENT, LES DIFFÉRENCES ENTRE ESPÈCES SONT LIÉES À L'EXPRESSION DIFFÉRENTE DES GÈNES DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE. (MODULATION DIFFÉRENTE DANS L'ESPACE DE L'EXPRESSION DES GÈNES ARCHITECTES SURTOUT LORS DU DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE). UNE DES GRANDES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES PAR DARWIN ÉTAIT L'ORIGINE DES VARIATIONS, CES DIFFÉRENCES TRANSMISSIBLES AUX DESCENDANTS. C'EST LÀ QUE LES DÉCOUVERTES EFFECTUÉES DANS UNE NOUVELLE DISCIPLINE SCIENTIFIQUE, INCONNUE À SON ÉPOQUE, ONT ÉTÉ DÉCISIVES PLUS TARD AU XX<sup>E</sup> SIÈCLE. LA GÉNÉTIQUE, PUIS LA BIOLOGIE MOLÉCULAIRE, ONT FOURNI À LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION UN MÉCANISME CORRESPONDANT PRÉCISÉMENT AUX INTUITIONS DE DARWIN. LES VARIATIONS SONT AUJOURD'HUI INTERPRÉTÉES COMME LE RÉSULTAT DE MUTATIONS TOUCHANT LES GÈNES DES ESPÈCES. LES MUTATIONS SURVIENNENT PAR HASARD ET LEURS RÉSULTATS NE SONT PAS LA CONSÉQUENCE DE MODIFICATIONS DE L'ENVIRONNEMENT. EN 160 ANS, SA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION SE CONFORTE ET SE COMPLÈTE AVEC LE CONCOURS DE NOUVELLES DISCIPLINES EN PLEIN ESSOR AU SEIN DE LA THÉORIE SYNTHÉTIQUE DE L'ÉVOLUTION (TSE) AUQUELLE A PAR EXEMPLE CONTRIBUÉ ERNST MAYR

A lire : <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s4/lecons.paleontologie.html>

**A PROPOS DE L'ÉVOLUTION ... ( À LIRE)**  
**LA QUESTION QUE SE POSAIT DARWIN EST PASSIONNANTE QUAND ON S'Y MET VRAIMENT :**  
**COMMENT SE FAIT-IL QUE SACHANT LES VARIATIONS LA NATURE SOIT AUSSI ORDONNÉE ?**  
**POURQUOI UN CHAT RESTE A PEU PRES CHAT ?**

L'ÉVOLUTION EST NATURELLEMENT CONTRE L'INTUITION PARCE QU'ELLE EST HORS DE NOS SENS, D'AMPLEUR SUPÉRIEURE ET SUR DES DURÉES QUI NOUS DÉPASSENT PAR RAPPORT À L'ÉCHELLE DE NOTRE VIE. LA VARIATION PROPOSE, LE MILIEU DISPOSE.

⇒ Constat 1 : LA VARIATION EST LA BASE	<p><u>IL EXISTE UNE VARIABILITÉ NATURELLE PARMIS LES INDIVIDUS D'UNE ESPÈCE se reconnaissant comme partenaires sexuels possibles (physique, génétique, d'aptitude ...) : c'est la racine, le point de départ de l'évolution. Le vivant est une continuité instable de générations d'individus présentant des variations.</u></p> <p>Avant Darwin, on voyait d'abord le chat avant de voir s'il était roux, à poils ras .... : on voyait l'essence chat et la variation, négligée, relevait du « caprice divin ». Pour Darwin, l'idée d'espèce n'est plus le fait premier.</p>
⇒ Constat 2 : LA SÉLECTION PAR L'HOMME	<p>Dès les débuts de la domestication, <u>l'humain a toujours modelé les êtres vivants à ses besoins par des croisements sélectifs (plantes, élevages animaux ..) : IL EXISTE POUR UNE ESPÈCE UNE CAPACITÉ NATURELLE À ÊTRE SÉLECTIONNÉE : LA SÉLECTIONNABILITÉ.</u> C'est parce que les variations sont héréditaires que cette capacité existe.</p>
⇒ Constat 3 : LE SURPEUPEMENT THÉORIQUE	<p>Tant que les ressources sont disponibles (alimentation, autres conditions optimales d'habitat), il y a reproduction des espèces. <u>Les limites sont l'épuisement de ces ressources ou la prédation =&gt; IL Y A DONC UNE CAPACITÉ NATURELLE AU SURPEUPEMENT DES INDIVIDUS DE CHAQUE ESPÈCE TERRESTRE.</u></p> <p><b>exemple :</b> lorsque l'humain a par le passé introduit une espèce dans un certain milieu et qu'elle s'y est trop bien adaptée, elle est devenue envahissante et appauvrissante pour les effectifs des autres espèces : exemple : le lapin en Australie, certains rats, l'écrevisse américaine dans les cours d'eau</p>
⇒ Constat 4 : LA SÉLECTION PAR LES AUTRES	<p>Une espèce est donc une limite pour les autres car elle peut les parasiter ou les consommer (prédation) ou avoir les mêmes ressources (compétition) : donc <u>LES AUTRES SONT UN AGENT SÉLECTIF BIOLOGIQUE.</u></p>
⇒ Constat 5 : LA SÉLECTION PAR LE MILIEU	<p><u>Il existe des facteurs physico- (luminosité, température, humidité, pression ...) chimiques (pH, molécules odorantes ...) qui jouent aussi sur la capacité de croissance et la reproduction des individus : ce sont aussi des agents sélectifs.</u></p>
UN TRI OPÈRE PAR LE MILIEU SUR LES VARIANTS (INDIVIDUS D'UNE POPULATION D'UNE ESPÈCE) : LA SÉLECTION NATURELLE	<p>1/ <u>il reste toujours des variants « non optimaux » ou désavantagés par les conditions du milieu à un moment donné</u> donc un individu n'est pas du tout forcément le plus adapté à son milieu car l'adaptation est le résultat des sélections agissant sur les variants.</p> <p>2/ il existe des <b>variants « neutres »</b>, c'est-à-dire que la sélection naturelle n'agit ni positivement ni négativement sur leur nombre. Leur devenir est aléatoire selon la dérive génétique vue en séance 8. (exemple des groupes sanguins) : cela est associée à une théorie apparue dans les années 60 grâce à un Japonais, Kijmura.</p> <p>3/ <u>DANS LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION, ON ESSAIE D'EXPLIQUER UNE RÉALITÉ BIOLOGIQUE, IL N'Y A NI DESTINÉE, NI BUT, NI VALEUR, NI MORALE, NI ESPOIR : C'EST UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE.</u></p> <p><b>exemple :</b> un animal ne s'adapte pas à son milieu par sa volonté, ne se dote pas d'une carapace : un poisson n'a pas décidé pas de sortir de l'eau pour échapper à son prédateur un beau jour, un moustique de résister à un insecticide ou une bactérie à un antibiotique : il exprime une génétique en interaction avec son environnement mais il peut être capable d'apprentissages et de comportements adaptatifs par sa mémoire : repérer un danger, éviter un prédateur ... En dehors des grandes crises biologiques qui font disparaître un grand nombre d'espèces marines et continentales et qui restent des événements exceptionnels, ou des actions humaines (voir vos cours de collège), les évolutions sont lentes et à l'échelle d'un être vivant, il n'y a pas de volonté de changement : il y a des caractéristiques héritées, des expériences acquises au cours de la vie, plus ou moins transmis à la descendance et des comportements dirigés par les hormones et les instincts. C'est tout : c'est individuel et propre à l'espèce.</p> <p><b>C'est le maintien des variants (individus) de l'espèce dans leurs populations qui assure à ces dernières leur devenir et non la « surdominance » des plus aptes à la survie et la reproduction : LA NATURE OPÈRE UN TRI SUR LES INDIVIDUS : À UN INSTANT T, LES PLUS APTE À SURVIVRE ET À SE REPRODUIRE (CHOIX PAR LE PARTENAIRE PAR EXEMPLE) PAR LEURS CARACTÉRISTIQUES HÉRITÉES ONT PLUS DE CHANCES DE TRANSMETTRE CES CARACTÉRISTIQUES AUX GÉNÉRATIONS ULTÉRIEURES QUE LES AUTRES.</b></p> <p style="text-align: center;"><u>LA VARIATION PROPOSE, LE MILIEU DISPOSE.</u></p>

DARWIN NE CONNAISSAIT PAS LA CAUSE DES CHANGEMENTS, DU TRANSFORMISME DES INDIVIDUS : IL PENSAIT QUE L'ÉVOLUTION ÉTAIT LENTE, PROGRESSIVE, GRADUELLE.

