

# L'époque du darwinisme (1859-1882)

## L'époque du darwinisme (1859-1882)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie. Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.

**Charles Darwin** était un naturaliste passionné. Il n'essayait pas seulement de noter toutes ses observations sur la faune et la flore mais cherchait aussi à les expliquer. Après son expédition quinquennale sur le *Beagle*, Charles Darwin était persuadé qu'il devait y avoir autre chose que la création divine pour expliquer la variabilité et – en partie – la forte ressemblance des êtres vivants.



Image n° 1 : Le navire de recherche: Le Beagle.  
© CNDP, 2009.



Image n° 2 : Darwin monte des lignes de parenté.  
© CNDP, 2009.

Déjà en 1837 **Darwin** avait formulé dans son calepin la théorie de la descendance avec \_\_\_\_\_. Le nom de cette théorie provient du latin (par ex. : *descendere* = descendre) et signifie « descendance avec modification ». Darwin avait développé cette théorie grâce à sa grande collection de spécimens et d'animaux. Il constata qu'on pouvait définir des lignes de parenté dans

lesquelles des espèces adjacentes n'éprouvaient que de légères modifications.



Image n° 3: Darwin dessine un arbre généalogique. © CNDP, 2009.

La même année, **Darwin** conçut la théorie de la \_\_\_\_\_ des espèces, dans laquelle il inclut également plus tard – et pour l'indignation de maintes personnes – l'homme. Darwin nota cette idée d'abord dans ses calepins. L'essentiel de ce concept était l'origine commune de tous les êtres vivants de la Terre.

En 1838, **Darwin** expliqua la cause de cette modification avec la théorie de la \_\_\_\_\_. Cette idée lui vint alors qu'il lisait un livre sur la population, rédigé par Thomas E. Malthus.

« Au mois d'octobre de l'année 1838, alors quinze mois après avoir commencé les recherches systématiques, j'ai lu par hasard et pour le simple plaisir, un livre traitant le sujet de la population, rédigé par Malthus. Grâce à mes observations étendues sur le comportement des animaux et des plantes, j'étais apte à accepter l'idée de la lutte perpétuelle et omniprésente de l'existence. Une idée me vint alors à l'esprit : il était logique que sous ces conditions-là, des modifications avantageuses auraient tendance à être conservées et que des modifications désavantageuses seraient éliminées. » (Darwin, 1859)

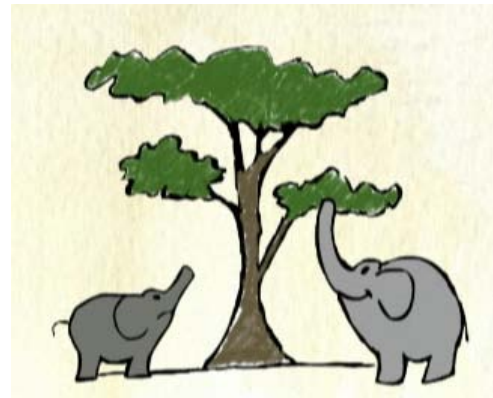


Image n° 4 : Un exemple pour la lutte de l'existence. © CNDP, 2009

Dans son œuvre extraordinaire *On the Origin of Species (L'Origine des espèces)*, Darwin publiait en 1859 – en plus de la théorie décrite – également celle du \_\_\_\_\_. Cette théorie explique le fait que la modification des espèces progresse à petits pas et non à grandes enjambées. **Darwin** déduisit la théorie du gradualisme d'une ancienne tradition de la philosophie naturelle, selon laquelle la nature n'évolue en principe que de façon graduelle. Mais d'autres scientifiques apportaient aussi leur grain de sel à la conception de la théorie de l'évolution – en particulier Henry W. Bates et Ernst Haeckel.

**Henry W. Bates** observa en 1862 dans la région amazonienne que des papillons comestibles imitaient la coloration de papillons non comestibles si ceux-là vivaient dans le même habitat. Il nomma ce phénomène \_\_\_\_\_. Si entre différentes régions géographiques il y avait une variation phénotypique chez les papillons toxiques, Bates constata la même variation chez les papillons comestibles. Mimétisme signifie imitation.

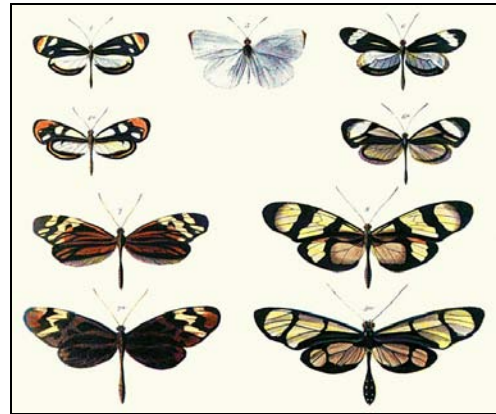


Image n° 5 : Un dessin de Henry W. Bates.  
(dans : Linn. Soc. 23 : 495-566, 1862 ; Source: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

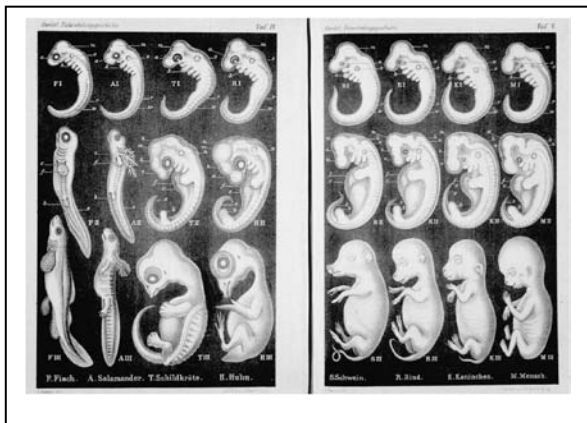


Image n° 6 : Dans chaque colonne sont illustrées trois étapes de la croissance embryonnaire d'une espèce animale. Sur la première ligne, on constate que les différentes espèces se ressemblent fortement au début de leur croissance embryonnaire.

(Haeckel, 1874 ; Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

En 1866 **Ernst Haeckel** décrit la \_\_\_\_\_ :

« L'individu organique [...] répète pendant le rapide cours de son développement individuel les modifications les plus importantes, que ses ancêtres ont parcouru pendant le long et durable cours de leur évolution paléontologique et d'après les règles de l'héritage et de l'adaptation. »

Cinq ans plus tard, **Charles Darwin** publiait encore d'autres théories. Il conçut la théorie de la \_\_\_\_\_ afin de pouvoir expliquer des qualités telles que le plumage impressionnant du paon. Au premier regard, ce plumage semble désavantager le paon, pourtant, c'est aussi ce qui attire les femelles Ici, la théorie de la sélection naturelle ne suffisait pas à expliquer le phénomène.



Image n° 7 : Darwin supposait que les femelles possèdent un certain sens esthétique.  
© CNDP, 2009

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes.

- a) Sous quel terme, que Darwin n'a jamais utilisé, est connue aujourd'hui sa première théorie qui date de 1837 ? (Vous connaissez ce terme de votre cours de biologie.)

---

---

---

---

- b) Pourquoi des papillons comestibles imitent-ils des papillons toxiques ? Pour quelles raisons Charles Darwin s'en est-il tellement réjoui ?

---

---

---

---

- c) Pourquoi Charles Darwin ne pouvait-il pas expliquer l'impressionnant plumage du paon avec la théorie de la sélection naturelle ? Comment peut-on expliciter différemment le développement de ce plumage ?

---

---

---

---

- d) Trouvez d'autres exemples illustrant des qualités qui se sont développées à cause de la sélection sexuelle.

---

---

---

---

### Exercice n° 3 (groupe d'experts ; travail à faire seul)

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

### Exercice n° 4 (groupe de base ; travail en groupe)

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

### Exercice n° 5 (groupe de base ; travail en groupe)

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

1. Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
2. Écrire chaque notion sur un bout de papier.
3. Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

### Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :

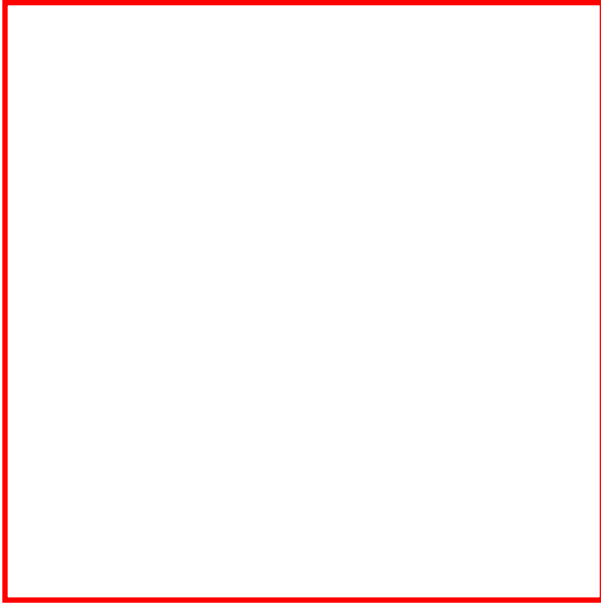
Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).

4. Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
5. Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
6. Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – darwinisme



# L'époque du néo-darwinisme (1883-1907)

## L'époque du néo-darwinisme (1883-1907)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie. Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.

Le terme de néo-darwinisme a été façonné grâce aux découvertes révolutionnaires du scientifique **August Weismann**. En 1882, il déclarait que l'idée de l'\_\_\_\_\_ était fausse. Il effectua alors une expérience sur plusieurs générations de souris (voir image n° 1) pour légitimer sa déclaration. Contrairement à Weismann, Charles Darwin a cru pendant toute sa vie à l'hérédité des qualités acquises – une idée que Jean-Paul Lamarck avait déjà formulée vers 1800. Mais comment **Auguste Weismann** allait-il expliquer ses résultats ? Il continua ses recherches et découvrit en 1885 que dans la croissance embryonnaire, le germe était séparé très tôt du soma (cellules corporelles). Ainsi il arriva à la conception du théorème de la séparation du \_\_\_\_\_ et du \_\_\_\_\_.

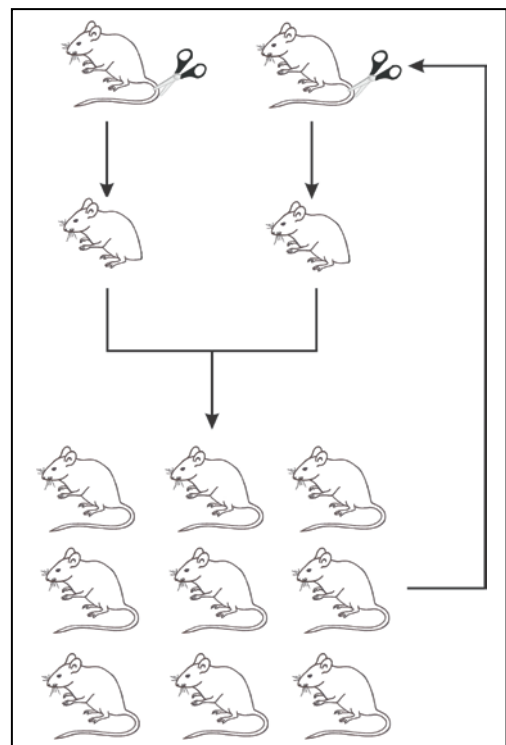


Image n° 1 : L'arrangement de l'expérience de Weismann. Au total, il la répétait 19 fois. Les jeunes naissant de l'accouplement précédent servaient à chaque fois de souris de départ pour l'expérience suivante.

Mais comment Weismann expliqua-t-il alors l'origine de la variabilité ? Il supposa que la solution se trouvait dans le processus de la \_\_\_\_\_ pendant la reproduction sexuelle. Il postula qu'il y aurait une néo-combinaison du bien héréditaire paternel et maternel. L'image n° 2 illustre l'esquisse exposant comment il s'est imaginé le déroulement de l'hérédité. Il n'avait cependant aucune idée de l'existence des chromosomes et du processus de l'enjambement. Le scientifique avait pourtant raison en postulant que la reproduction sexuelle était l'origine des différences individuelles, sans lesquelles il n'y aurait pas de sélection naturelle. Prétendant cela, Weismann en 1886 se démarqua de nouveau des idées courantes. À cette époque, beaucoup de biologistes croyaient que l'hérédité fonctionnait comme un embrouillage de deux liquides. Selon cette hypothèse, la reproduction sexuelle ne mènerait seulement à l'uniformité des espèces et non à la production de variabilité.

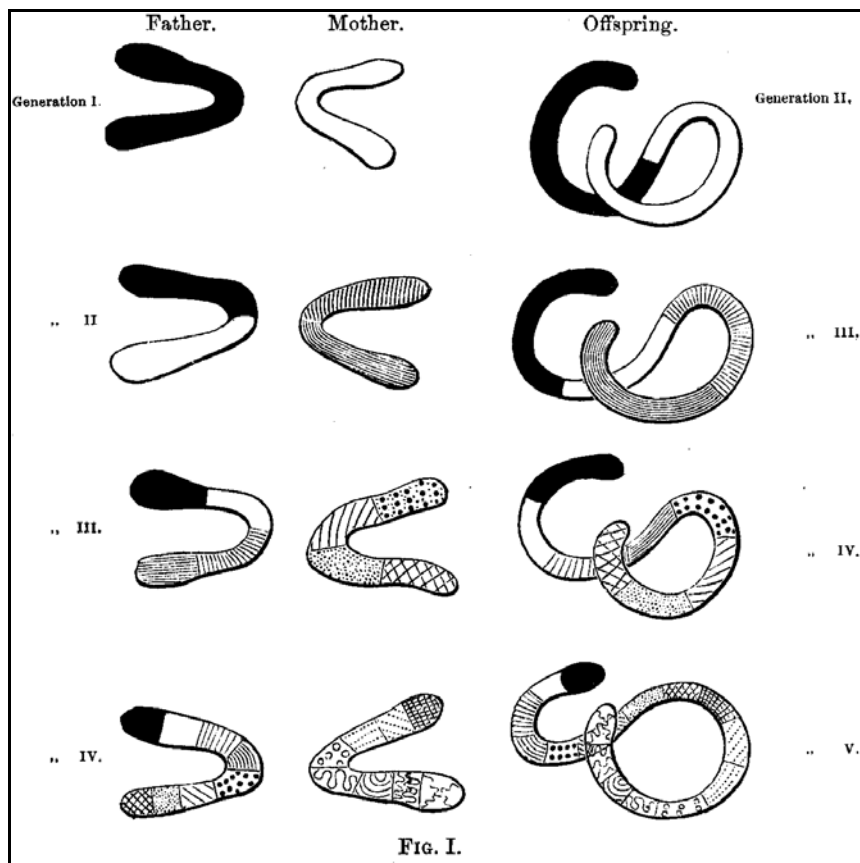


Image n° 2 : Esquisse originale d'August Weismann. Il supposait que l'hérédité consiste en une transmission de particules stables de provenance maternelle et paternelle.

(Source : D. A. Weismann : *Essays upon heredity*, vol. I & II, 1889)



Image n° 3 : Onagre. De Vries répétait avec cette plante les expériences de Mendel.

(Thomé, 1885; Source: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Le scientifique **Hugo de Vries** redécouvrit vers 1900 les lois de Mendel et les publia. Il devint ainsi le fondateur de la génétique. Il reproduisit les expériences de Mendel avec l'onagre (voir image n° 3) et expliqua l'apparition de nouvelles variations avec la théorie de la \_\_\_\_\_. De Vries était convaincu que ce n'était pas la sélection naturelle mais sa découverte de la modification spontanée qui expliquerait la modification des espèces. Dans les années suivantes, la théorie de la sélection naturelle de Darwin fut de plus en plus écartée et celle d'Hugo de Vries, par erreur, déclarée pour mécanisme principal de l'évolution. Seulement, quelques années plus tard, il s'avéra que le phénomène de la mutation ne suffisait pas à expliquer entièrement la modification des espèces et que d'autres

mécanismes évolutionnaires, comme par exemple la sélection naturelle, devaient influencer la modification.

**Henri Becquerel** découvrit en 1896 la radioactivité. Se fondant sur cette découverte, le couple Pierre et Marie Curie arrivaient en 1902 à déterminer des lapses de temps géologiques comme s'ils se servaient d'une horloge. Ainsi, en 1906, il était possible de déterminer à l'aide de mesures radioactives l'âge approximatif de la planète Terre. On constata que son âge s'étendait à \_\_\_\_\_ d'années.

Cette découverte surprit de nombreux scientifiques, puisque la plupart d'entre eux estimaient l'âge de la Terre à quelque milliers d'années au maximum. Cependant, la supposition de Charles Darwin fut confirmée. Il se serait réjoui énormément de cette découverte.



Image n° 4 : Notre globe.

(© Paul Schubert, earthe\_01, CC-Lizenz (BY 2.0))  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/ deed.de> ;  
 Source : [www.piqs.de](http://www.piqs.de))

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes.

- a) Décrivez comment August Weismann a monté son expérience avec les souris. Quel en était le résultat ?

---

---

---

- b) Comment August Weismann expliquait-il ses résultats ?

---

---

---

- c) Comment, selon la supposition d'August Weismann, la variabilité est-elle générée ? Quelles connaissances lui manquaient-ils ? Expliquez la méprise de Weismann à cause de ce manque de savoir et précisez où résidaient ses malentendus sur le processus de l'héritage. Pensez à la méiose.

---

---

---

- d) Pourquoi Hugo de Vries se trompait-il quand il supposait que seule la mutation était responsable de la spéciation ?

---

---

---

- e) Pourquoi Charles Darwin se serait-il réjoui – s'il avait encore été vivant – de la découverte faite en 1906 ? (Si vous ne trouvez pas la solution, demandez aux experts du darwinisme quand vous retournerez dans le groupe de base.)

---

---

---

### **Exercice n° 3 (groupe d'experts ; travail à faire seul)**

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

### **Exercice n° 4 (groupe de base ; travail en groupe)**

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

### **Exercice n° 5 (groupe de base ; travail en groupe)**

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

- 1.) Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
- 2.) Écrire chaque notion sur un bout de papier.
- 3.) Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

### **Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :**

Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).

- 4.) Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
- 5.) Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
- 6.) Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.



Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – néo-darwinisme


L'époque des darwinismes  
génétique et de la génétique  
des populations  
(1908-1930)

## L'époque des darwinismes génétique et de celui de la génétique des populations (1908-1930)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie.

Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle – à l'époque du darwinisme génétique et de celui de la génétique des populations – débutait la fusion du mendélisme et du darwinisme. Par la redécouverte des lois de Mendel vers 1900, la théorie de la sélection naturelle rédigée par Charles Darwin fut écartée. **Godfrey H. Hardy** et **Wilhelm R. Weinberg** donnaient – indépendamment l'un de l'autre – le jour à cette fusion essentielle.

Cette année-là, Hardy participait à un congrès scientifique durant lequel une discussion sur la fréquence des qualités récessives s'ouvrit. Le scientifique Yule prétendait que les facteurs récessifs (mieux connus aujourd'hui sous le nom d'« allèle ») disparaîtraient le temps de plusieurs générations – et cela même sans l'influence d'une sélection naturelle – et pour la seule raison que les facteurs (allèles) dominants s'imposeraient dans tous les cas possibles. Hardy n'était pas d'accord avec la déclaration de Yule, mais ne pouvait, non plus, la réfuter. Il ne s'en contenta pourtant pas et, toujours la même année, réussit à développer une formule (voir image n° 1) qui décrit l'invariabilité des fréquences alléliques pour une population idéale, c'est-à-dire une stabilité permanente qui règne en absence d'autres facteurs influents tels que la sélection ou la mutation (voir exemple sur la page suivante). Le rapport décrit ci-dessus a été appelé plus tard le théorème d'\_\_\_\_\_.

$p^2$	+	$2pq$	+	$q^2$	=	1
Fréquence du génotype BB		Fréquence des génotypes Bb et bB		Fréquence du génotype bb		

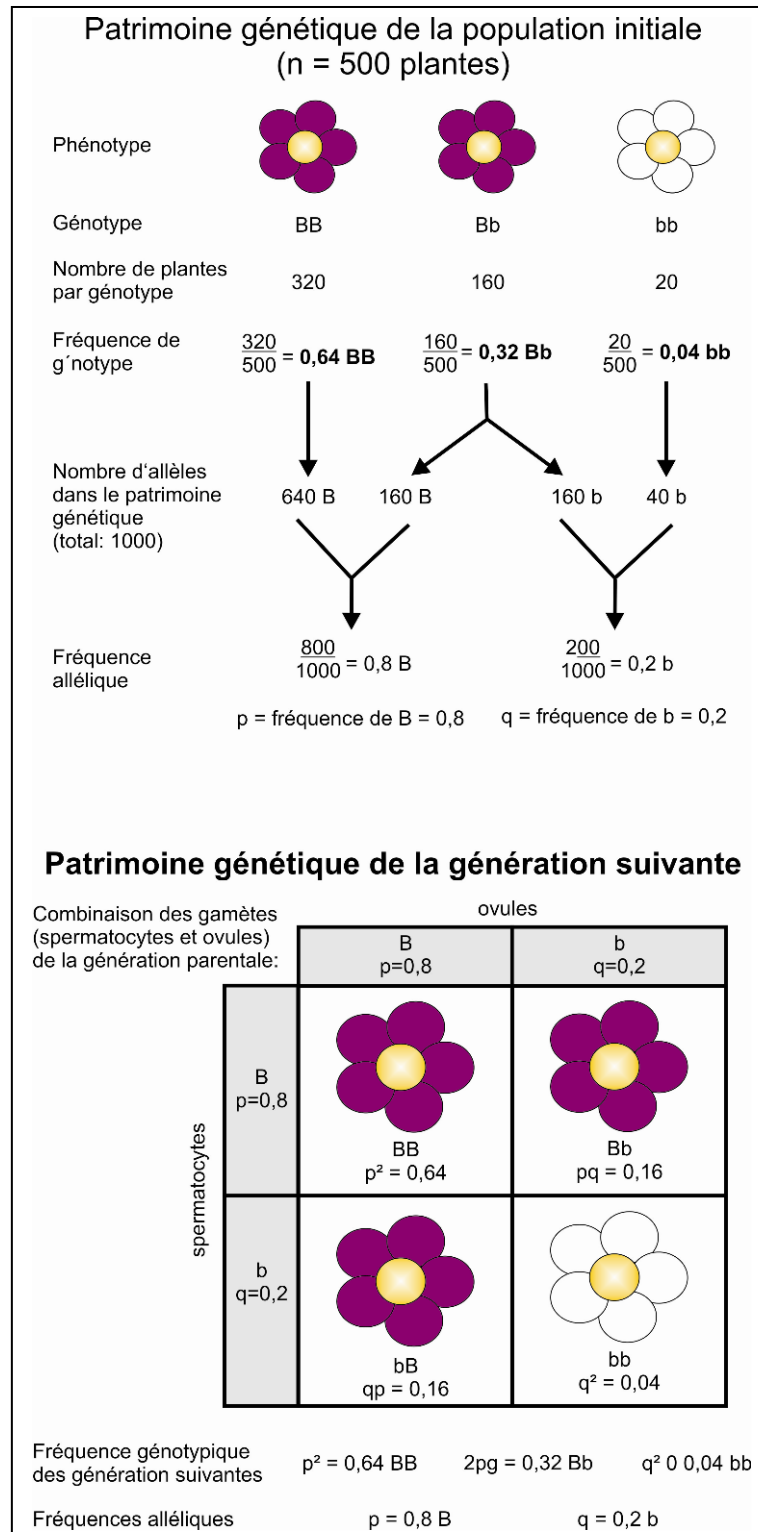


Image ° 1 : Exemple d'application pour la formule d'Hardy et Weinberg.

Deux ans plus tard, **Thomas H. Morgan** et son équipe, qui faisaient des recherches sur l'hérédité des yeux blancs de la *Drosophila* (image n° 2), découvrirent que les \_\_\_\_\_ étaient responsables de l'hérédité. Mais un problème apparut : il y avait plus de qualités différentes que de chromosomes. Thomas H. Morgan poursuivit ses recherches et réussit à résoudre le problème. La solution se trouvait dans les \_\_\_\_\_. Il lui restait pourtant à les définir plus précisément : ils étaient en effet, jusqu'à présent, seulement connus sous le nom « d'unité héréditaire ».

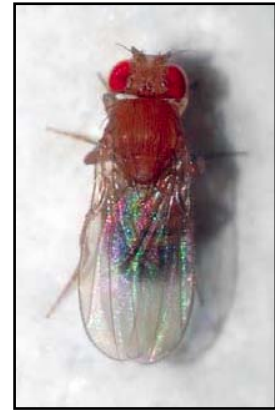


Image n° 2 : *Drosophila* aux yeux rouges.

(© André Karwath, CC-Lizenz (BY 2.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/deed.de> ; Source : [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de))

En 1928, le scientifique **Frederick Griffith** analysait la bactérie *Streptococcus pneumoniae* qui cause la pneumonie chez les mammifères. Tout au long de ses recherches, il travailla avec deux souches bactériales différentes. La souche dite « souche-S » (S pour *smooth* = lisse) de la bactérie *Streptococcus pneumoniae* se caractérise par une capsule muqueuse qui enveloppe deux cellules liées. La deuxième, appelée « souche-R » (R pour *rough* = rugueux), ne porte pas de capsule muqueuse. Durant ses recherches, Griffith fut surpris de pouvoir extraire des cellules pathogènes de souris mortes dans l'expérience n° 4, alors qu'il leur avait injecté simplement un mélange de cellules pathogènes lysées par l'action de la chaleur et de cellules anodines vivantes (voir image n° 3). Griffith en conclut qu'une substance chimique quelconque provenant des cellules pathogènes modifie les cellules anodines. Grâce à cette expérience, Griffith découvrit le phénomène de la

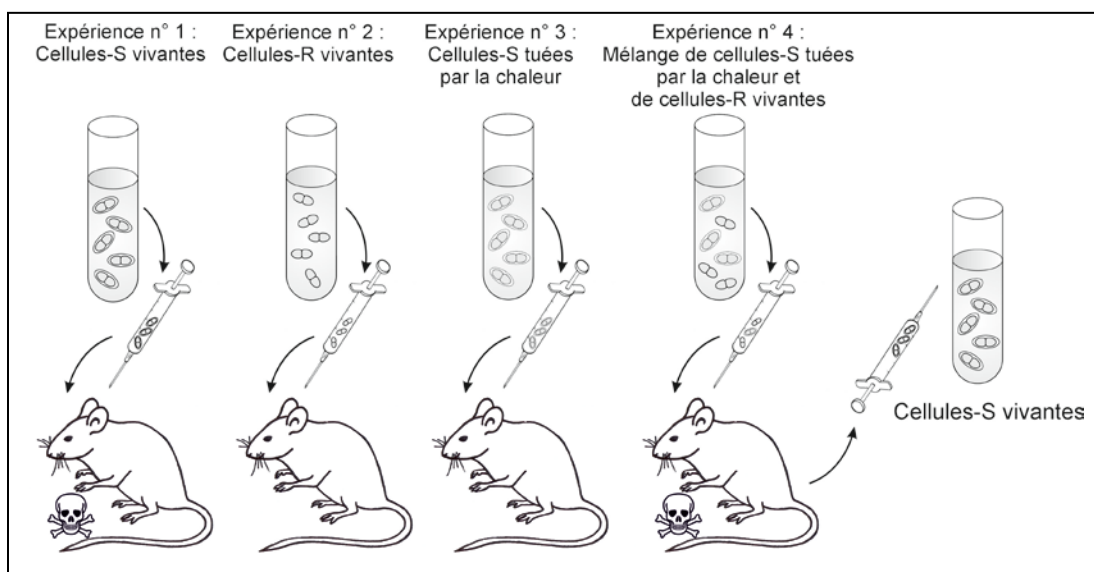


Image n° 3 : Les expériences de Frederick Griffith. Il déduit ses conclusions de l'expérience n° 4.

Seize ans plus tard, en 1944, **Oswald T. Avery** continuait l'expérience de Griffith et réussit à identifier cette fameuse substance chimique qui avait transformé les cellules anodines du 4<sup>e</sup> essai de Griffith en cellules pathogènes. Il détecta la mystérieuse molécule héréditaire :

l'\_\_\_\_\_. Il la découvrit en partant du savoir de Griffith.

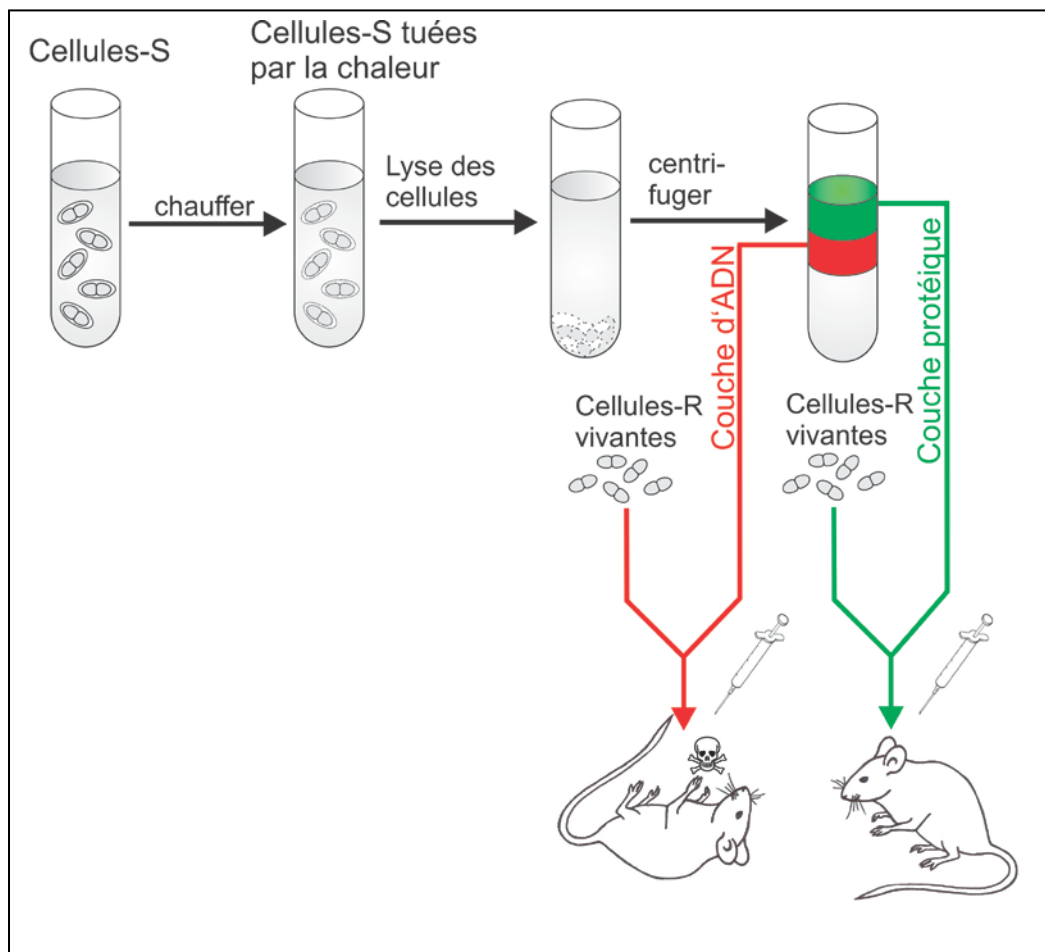


Image n° 4 : L'expérience d'Oswald T. Avery. Il se servait des résultats de Frederick Griffith de 1928.

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes.

- a) Imaginez que vous êtes Godfrey Hardy et que vous êtes censés convaincre des scientifiques comme Yule du fait que la simple présence d'allèles dominants et récessifs ne suffit pas pour engendrer une évolution.

---

---

---

---

- b) Comment Thomas H. Morgan résolut-il le problème lié au fait qu'il y a plus de qualités héréditaires que de chromosomes ?

---

---

---

---

- c) Décrivez le déroulement de l'expérience de Frederick Griffith. Que s'est-il passé pour que les cellules-R aient pu tuer les souris dans l'essai n° 4 (voir image n° 3) ?

---

---

---

---

- d) Expliquez à l'aide de l'image n° 4 comment Oswald T. Avery a découvert la mystérieuse molécule héréditaire.

---

---

---

---

### **Exercice n° 3 (groupe d'experts ; travail à faire seul)**

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

### **Exercice n° 4 (groupe de base ; travail en groupe)**

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

### **Exercice n° 5 (groupe de base ; travail en groupe)**

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

- 1.) Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
- 2.) Écrire chaque notion sur un bout de papier.
- 3.) Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

### **Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :**

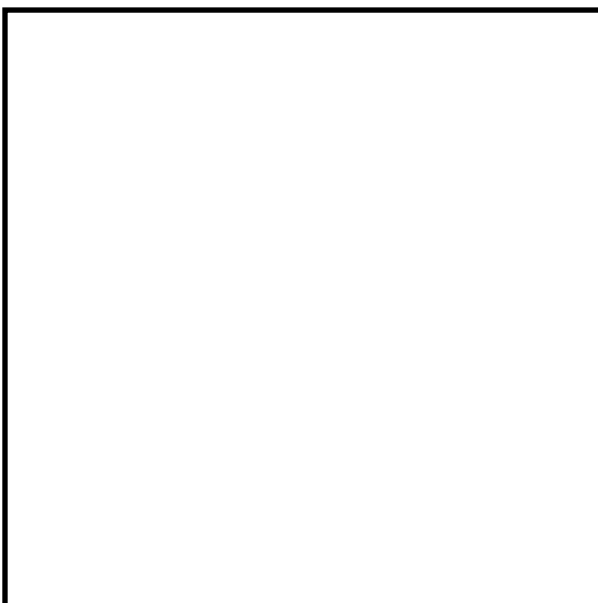
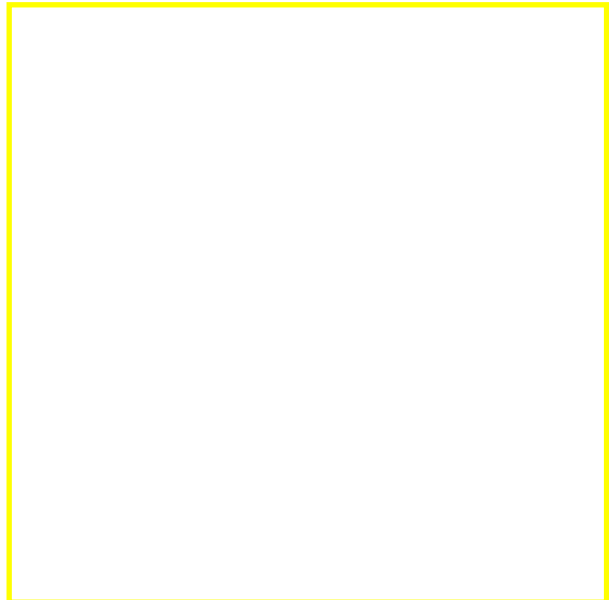
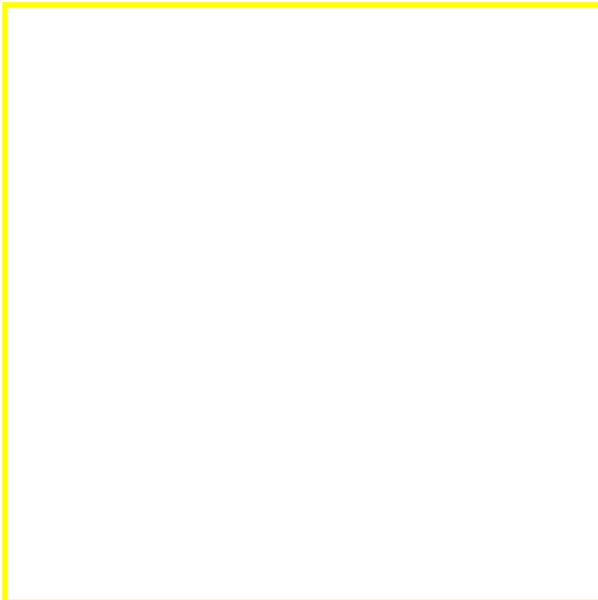
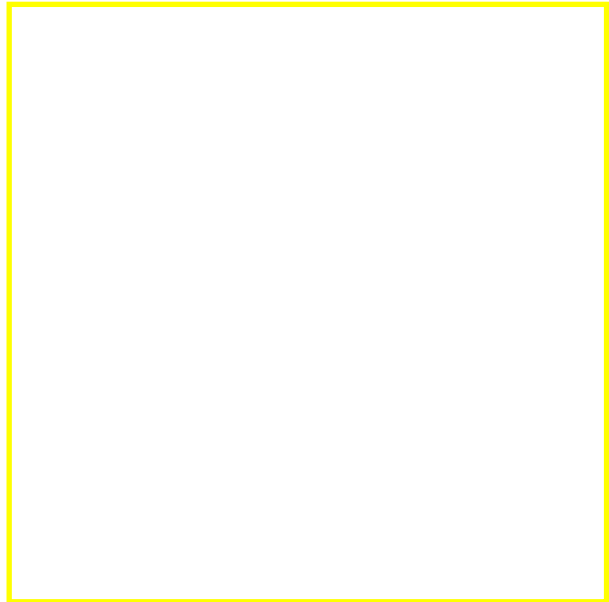
Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).



- 4.) Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
- 5.) Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
- 6.) Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – darwinisme génétique et génétique des populations



L'époque de la théorie  
synthétique de l'évolution  
(1930-1950)

## L'époque de la théorie synthétique de l'évolution (1930-1950)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie. Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.

Le développement de la théorie de l'évolution est surtout dû à six scientifiques célèbres nommés **Theodosius G. Dobzhansky, Ernst Mayr, George Simpson, Julian S. Huxley, Bernhard Rensch** et **George L. Stebbins**. Leurs résultats ont été regroupés pour former la théorie synthétique de l'évolution (*synthesis* = réunion).

Ce fut d'abord **Ronald A. Fisher** qui réfléchit au problème de la sélection sexuelle. Alors que Charles Darwin n'avait pu que l'observer et la décrire, Fischer était désormais apte à expliquer ce facteur d'évolution. Dans un premier temps, Fischer expliqua que la qualité féminine de la « préférence » et la qualité masculine de l'« ornement » devaient être inhérents au code génétique. À l'aide de cette supposition, il formula son hypothèse sur le



Image n° 1 : La queue d'un paon.

(© Josi, Pfau, CC-Lizenz (BY 2.0))  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/deed.de> ;  
 Source : [www.piqs.de](http://www.piqs.de)

\_\_\_\_\_ . Cette hypothèse affirme que l'ornement des males devient – à cause d'un automatisme – toujours plus grand et plus remarquable. Les gènes pour la qualité féminine de la préférence, et ceux pour la qualité masculine de l'ornement sont associés génétiquement. Ainsi, les femelles qui ont une préférence pour un grand ornement s'accouplent avec des males ayant cette qualité. Leur progéniture réunira donc ces deux qualités. De plus, il explique que les traits masculins devenant trop grands ou trop éclatants sont automatiquement limités par des processus de sélection (par exemple : meilleure perceptibilité pour des ennemis ou un système immunitaire plus faible). L'hypothèse de Fischer sur le *runaway process* (traduit en français par « processus d'emballement fisherien ») nous livre ainsi une explication de l'évolution des qualités ornementales qui sont trop grandes ou trop remarquables pour être utiles dans la lutte pour la survie.

Le \_\_\_\_\_ défini en 1942 par **Ernst Mayr** était un élément constitutif de base manquant à la théorie de l'évolution. Ernst Mayr ne fut cependant pas le premier à affronter cette thématique. Il mit en évidence principalement – contrairement au concept morphologique des espèces – le patrimoine génétique commun (totalité des gènes dans une population) et l'isolation reproductive.

Charles Darwin, précurseur de la théorie de l'évolution, avait également utilisé la notion d'« espèce », mais ne l'avait cependant pas définie.



Image n° 2 : Une forte ressemblance mais quand même différents. Le pouillot fitis (à gauche; © Jörg Kretzschmar, 2009) et le pouillot véloce (à droite ; © 2008, CC-Lizenz (BY 2.5) <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/de/deed.de>; Source : [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de))

En 1947, **Bernhard Rensch** se consacrait au sujet de l'origine de nouvelles espèces (« spéciation »). Il distinguait deux processus différents (voir image n° 3) : la transformation graduelle des espèces (\_\_\_\_\_) et la séparation des espèces (\_\_\_\_\_).

Rensch arriva à cette distinction grâce à des découvertes fossiles qui permirent de documenter ces deux processus différents. Le scientifique expliqua la séparation des espèces avec le mécanisme de l'isolation géographique. Ce dernier, qu'on ne peut attacher à la mutation, la recombinaison ou la

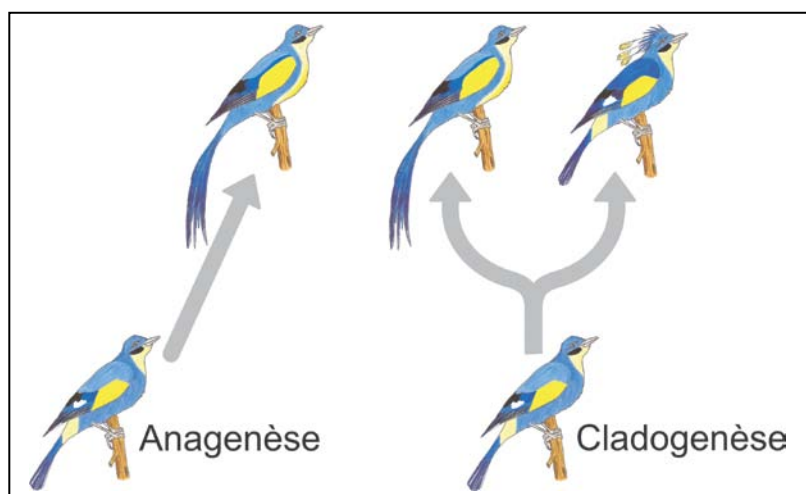


Image n° 3 : Processus de l'anagenèse et de la cladogenèse.

sélection, a également été décrit par Ernst Mayr. Charles Darwin aussi, nommé au XIX<sup>e</sup> siècle

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique de l'évolution  
précurseur de la théorie de l'évolution, avait pris en considération l'isolation géographique comme mécanisme à l'origine de la spéciation. Une idée qu'il rejeta cependant peu après. Il faut pourtant constater qu'aujourd'hui on connaît encore d'autres mécanismes de la spéciation.

La \_\_\_\_\_, décrite pour la première fois par **Sewall Wright** en 1931, fut intégrée en 1950 dans la théorie de l'évolution. Cette découverte est également connue sous le nom de « phénomène Sewall-Wright » et décrit les variations fortuites de fréquences alléliques. Ainsi, cet effet est un facteur de l'évolution qui est indépendant de la sélection naturelle. Décrit par Wright, il a une grande importance, principalement dans les populations réduites. En effet, des changements alléliques fortuits peuvent se répercuter gravement dus au petit nombre d'individus.

Au XX<sup>e</sup> siècle, les apports des scientifiques nommés ci-dessus ont été réunis pour former la \_\_\_\_\_. Dans cette construction théorique, on réunit le darwinisme classique et des nouvelles découvertes de la génétique, de la génétique des populations et de la systématique. À l'aide de la dérive génétique, un autre facteur de l'évolution a pu être décrit. Selon la théorie synthétique de l'évolution, la mutation et la recombinaison créent constamment de la variation génétique, tandis que la sélection et la dérive génétique la réduisent. Le généticien Théodore Dobzhansky formulait la fameuse phrase : « Rien en biologie n'a de sens, si ce n'est à la lumière de l'évolution. »

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes.

- a) Ronald A. Fischer expliquait qu'une qualité d'ornement masculine devenant trop préjudiciable est automatiquement limitée par d'autres processus de sélection. Quels sont les préjudices causés par la grande queue de paon pour l'animal dans son habitat naturel ?

---

---

---

---

- b) D'après le concept biologique des espèces d'Ernst Mayr, les organismes qui se ressemblent appartiennent-ils systématiquement à la même espèce ?

---

---

---

---

- c) Pourquoi la découverte de Sewall Wright est-elle un facteur d'évolution indépendant de la sélection naturelle ?

---

---

---

---

- d) Expliquez à l'aide du dimorphisme sexuel la citation de Théodore Dobzhansky.

---

---

---

---

### **Exercice n° 3 (groupe d'experts, travail à faire seul)**

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

### **Exercice n° 4 (groupe de base, travail en groupe)**

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

### **Exercice n° 5 (groupe de base, travail en groupe)**

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

- 1.) Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
- 2.) Écrire chaque notion sur un bout de papier.
- 3.) Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

### **Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :**

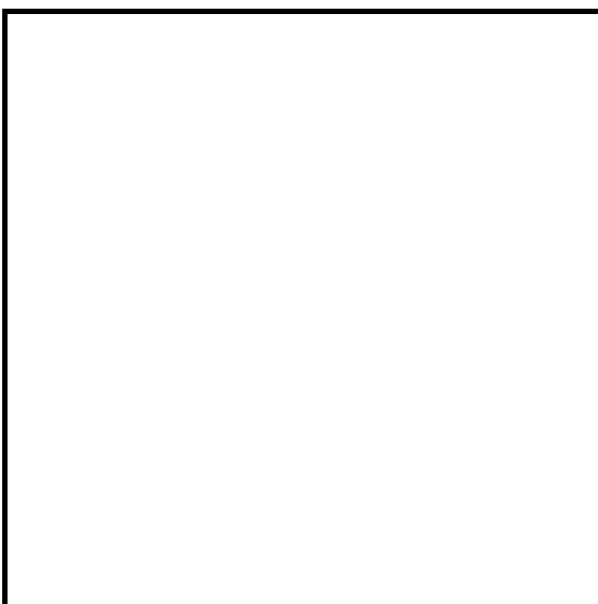
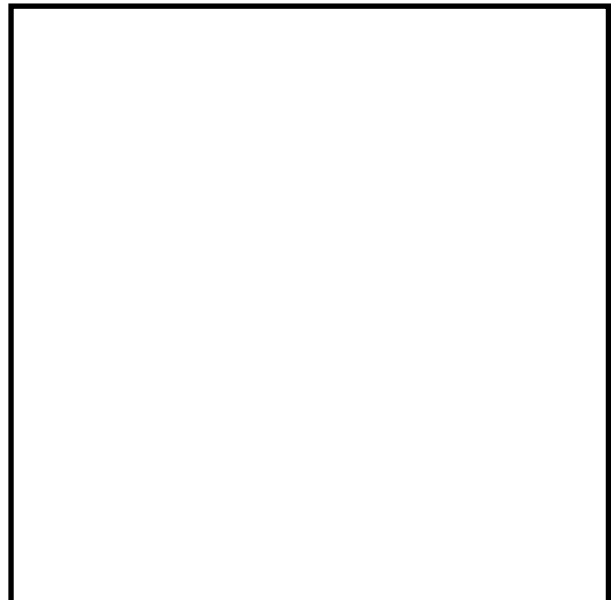
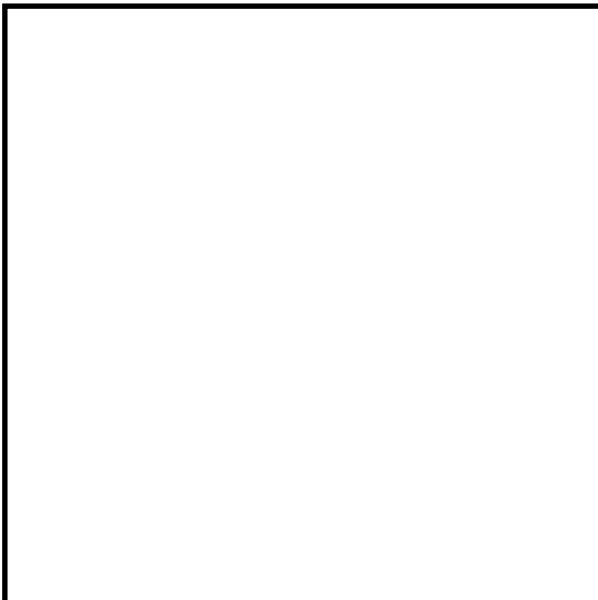
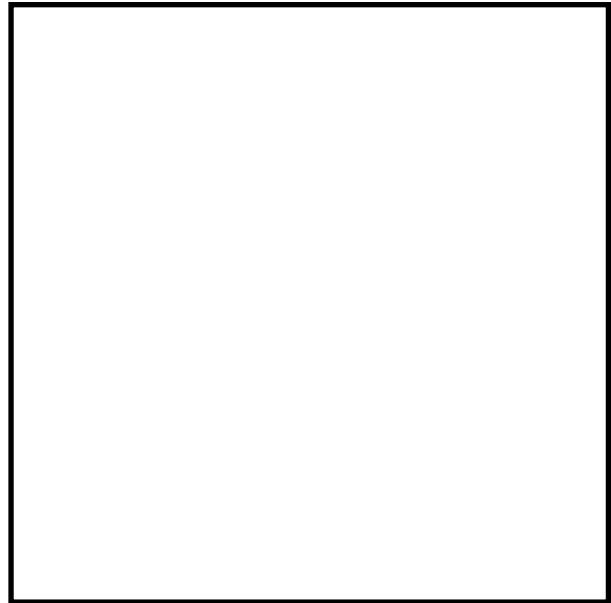
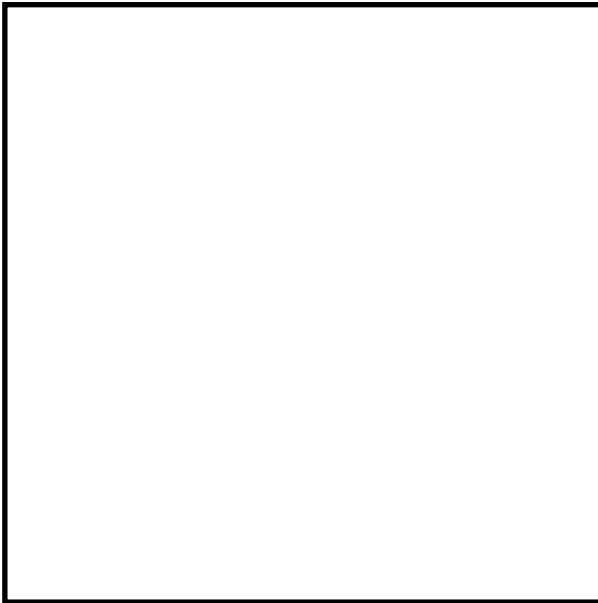
Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).



- 4.) Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
- 5.) Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
- 6.) Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique de l'évolution



L'époque de la théorie  
synthétique élargie de  
l'évolution  
(à partir de 1950 - 1<sup>re</sup> partie)

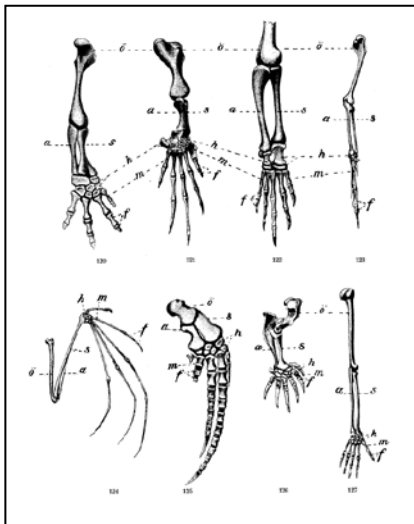
## L'époque de la théorie synthétique élargie de l'évolution (à partir de 1950) (1<sup>re</sup> partie)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie. Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.



Le zoologiste et biologiste marin **Adolf Remane** formula en 1952 les trois \_\_\_\_\_ principaux. Ils servent d'aide pratique pour distinguer des qualités homologues et analogues. Les structures homologues sont des indices sûrs pour une parenté commune (voir image n° 1)

Image n° 1 : Structures homologues. Extrémités antérieures de la salamandre, de la tortue, du crocodile, de l'oiseau, de la chauve-souris, de la baleine, de la taupe et de l'homme. (Wilhelm Leche, 1909; Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

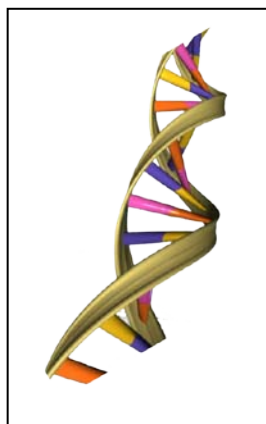


Image n° 3 :  
Structure de l'ADN.  
(AspersOn, 2006 ; Source :  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Un an plus tard, **James Watson** et **Francis Crick** arrivèrent à déchiffrer la structure de l'ADN. À cette époque, les composants moléculaires étaient déjà connus. L'importante découverte de la structure de l'ADN a été faite à l'aide de la diffractométrie de rayon X. Francis Crick était déjà familiarisé avec cette technique parce qu'il s'en était servi pour analyser des

structures protéiques. Après que Watson ait convaincu Crick de voir à quel point la découverte de la structure de l'ADN était importante,

Crick le forme à la radiocristallographie. L'idée clé leur vint grâce à une photographie d'une



Image n° 2 : Radio-  
graphie de l'ADN.  
(National Institute of Health,  
Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique élargie de l'évolution 1

radiographie (voir image n° 2). L'experte Rosalind Franklin, qui était venue en 1951 à l'institut où Watson et Crick poursuivaient leurs recherches, avait réussi à prendre cette photo. Watson, qui avait déjà étudié des molécules hélicoïdales grâce à la radiographie, arriva à en déduire que l'ADN existait sous forme d'une \_\_\_\_\_ (voir image n° 3). Watson et Crick déterminèrent la forme exacte de la molécule d'ADN à l'aide de modèles en fil de fer bricolés à la main et publièrent leurs résultats en 1953.

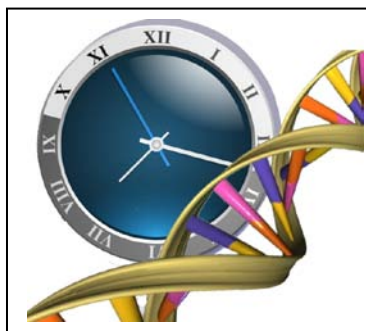


Image n° 4 : Représentation figurative de la découverte de Pauling et Zuckerkandl.  
(ApersOn, Trojan ; Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) ; public domain)

En 1961, **Linus Pauling** et **Emile Zuckerkandl** postulaient pour la première fois le concept de l' \_\_\_\_\_. Cette découverte sert d'unité de mesure pour estimer des distances évolutives. Le fondement du concept est le rapport suivant : plus il y a de temps durant lequel deux unités systématiques sont séparées l'une de l'autre, plus la différence de nucléotides sera grande et les échanges de nucléotides seront nombreux. Ce « chronomètre » moléculaire se réfère surtout au taux de mutation des différents gènes ou à des différences séquentielles

des diverses protéines. On ne peut cependant pas toujours appliquer ce chronomètre, parce que certaines protéines n'ont pas de vitesse d'évolution stable. C'est pourquoi cette méthode manque toujours un peu d'exactitude. Le chronomètre peut être calibré par des découvertes fossiles et permet d'estimer, par exemple, à quel moment une spéciation (séparation de deux espèces) a eu lieu.

Les apports de la géologie ont également joué un rôle important dans le développement de la théorie de l'évolution. La géologie a été révolutionnée en 1962 par la théorie de la \_\_\_\_\_. Cette dernière comprend le mouvement des plaques tectoniques et les forces qui agissent entre ces plaques. De plus, elle explique par exemple la répartition de volcans, de séismes, de massifs montagneux, de familles de pierre et de structures du fond de mer. Toutes ces vastes structures géologiques font partie des conséquences du mouvement tectonique. Déjà en 1915, Alfred Wegener postulait pour la première fois l'existence d'une dérive continentale en s'appuyant sur le fait que les continents contournent l'océan Atlantique comme des morceaux d'un puzzle. Sa théorie a été cependant entièrement refusée puisque son hypothèse sur les forces motrices du mouvement tectonique s'avérait fautive. Wegener avait supposé que les forces marémotrices de la Lune et du Soleil auraient engendré ce mouvement.

Ce n'est qu'en 1962 qu'**Harry Hess** et **Robert Dietz** exposèrent une version de force motrice plausible – qui est encore aujourd'hui utilisée – pour décrire le mouvement tectonique. Hess et Dietz se rendirent compte que les mouvements de convection (lat. *convehere* = emporter) ans le manteau planétaire tirent et poussent les continents (voir image n° 5).

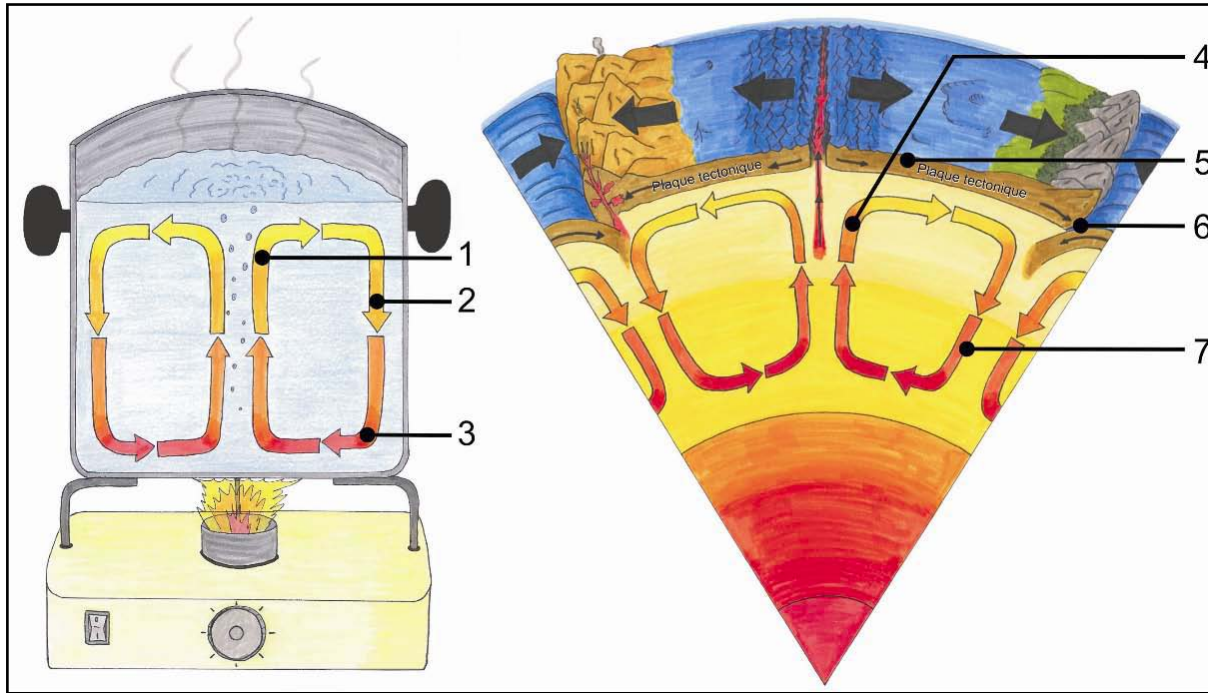


Image n° 5 : Mouvements de convection. Une comparaison. La numérotation fait partie de l'exercice n° 2c.



Image n° 6 : Un chien de prairie monte la garde pour prévenir la présence d'éventuels prédateurs.

(© Ute Steinbrecher, Wachposten, CC-Lizenz (BY 2.0)  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/ deed.de>; Quelle : [www.piqs.de](http://www.piqs.de) )

Un autre problème de la biologie évolutionnaire résidait dans l'absence d'explication suffisante concernant des comportements altruistes. Au XIX<sup>e</sup> siècle, le précurseur de la théorie de l'évolution, Charles Darwin, avait déclaré que le but suprême de tout individu serait d'avoir une propre progéniture, c'est-à-dire des descendants directs. Il n'avait pourtant pas pu expliquer pourquoi, par exemple, les chiens de prairie prennent d'énormes risques pour avertir leurs congénères de l'approche de prédateurs. Pour cela, ces animaux poussent un cri d'alarme aigu qui n'informe pas seulement les congénères du danger imminent mais aussi le prédateur de la position de celui qui a crié. Aujourd'hui nous savons que ces animaux ne risquent seulement leur vie que s'ils sont entourés d'un groupe de

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique élargie de l'évolution 1  
congénères de même parenté. Grâce à ce cri d'alarme, la chance de survivre augmente considérablement pour les animaux apparentés.

Le comportement du chien de prairie s'explique par la sélection de parentèle. En 1964, **William Hamilton** conçut une formule afin de pouvoir pronostiquer sous quelles conditions un comportement altruiste devient raisonnable. La base de cette formule, donc la cause d'un comportement altruiste, était déjà connue en 1964 : ce dernier varie selon le degré de parenté. Grâce à la « loi de Hamilton », il est désormais possible de déterminer – tant que le degré de parenté soit connu – s'il y a une \_\_\_\_\_ ou pas. La sélection de parentèle représente une forme de sélection naturelle, parce qu'elle inclut aussi la transmission des propres gènes (dans ce cas par des animaux apparentés) à la génération suivante.

Deux années plus tard, le zoologiste **Willi Hennig** publia une autre œuvre sur un principe qu'il avait déjà évoqué en 1950 et qu'il appelait la \_\_\_\_\_. Ce principe n'est rien d'autre que l'application de la théorie darwinienne concernant la descendance commune sur la systématique. Willi Hennig n'accepte que des groupes en tant qu'unité systématique, qui descendent d'un ancêtre commun et qui comprennent l'intégralité des descendants de cet ancêtre. Dans la systématique classique, on a cependant formé des groupes qui ne contenaient pas tous les descendants du dernier ancêtre commun (voir image n° 7).

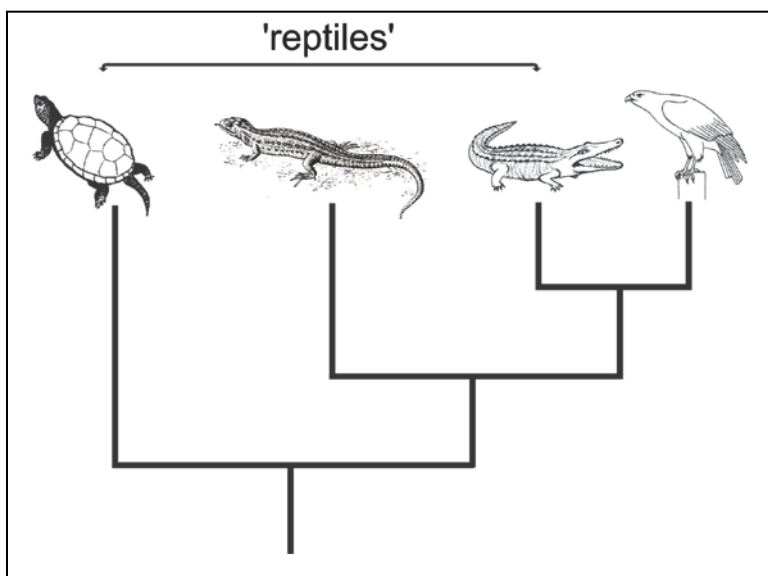


Image n° 7 : Un cladogramme.

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes.

- a) Informez-vous sur les possibilités d'homologie formulées par Adolf Remane et donnez un exemple pour chacune.

---

---

---

- b) Nommez les composants de la molécule d'ADN.

---

---

- c) Définissez le terme de « mouvement de convection ». Pour cela, découpez les morceaux de phrase de la dernière page du matériel de travail et disposez-les de façon qu'ils conviennent à la numérotation de l'image n° 5.

---

---

---

- d) Expliquez pourquoi un comportement altruiste ne l'est, en fin compte, pas du tout.

---

---

---

- e) À l'aide de l'image n° 7, précisez en quoi les reptiles ne représentent pas de groupe systématique dans la phylogénie systématique.

---

---

---



**Exercice n° 3 (groupe d'experts ; travail à faire seul)**

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

**Exercice n° 4 (groupe de base ; travail en groupe)**

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

**Exercice n° 5 (groupe de base ; travail en groupe)**

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

- 1.) Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
- 2.) Écrire chaque notion sur un bout de papier.
- 3.) Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

**Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :**

Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).

- 4.) Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
- 5.) Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
- 6.) Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.

... se réchauffe et remonte à la surface.

... et redescend dans le manteau terrestre où il est fondu avant d'en remonter dans cet état à la surface.

Du matériau chauffé monte du manteau terrestre à la surface ...

...et mène à la création et à la séparation des plaques tectoniques.

Poussée par la convection, l'eau monte du fond à la surface, ...

... s'y refroidie, bouge sur les bords et coule vers le fond, ...

Là où les plaques convergent, la plaque refroidie est tirée sous la plaque submergeante ...


L'époque de la théorie  
synthétique élargie de  
l'évolution  
(à partir de 1950 - 2<sup>e</sup> partie)

## L'époque de la théorie synthétique élargie de l'évolution (à partir de 1950) (2<sup>e</sup> partie)

### Exercice n° 1 (groupe de base ; travail à faire seul)

Lis attentivement le texte suivant et remplis les trous par des mots de ton cours de biologie. Pour la plupart, tu les connais déjà. Si tu as besoin d'aide, il suffit de :

- reculer ;
- ou avancer dans le texte de quelques lignes pour les retrouver.

Si certains aspects ne te semblent pas clairs, note tes questions.

Dans les années 1960, le Japonais **Motoo Kimura** s'est penché sur la question de l'étendue de la variance génétique dans des populations naturelles. La supposition prédominante selon laquelle les mutations sont soit nuisibles, soit utiles, allait à l'encontre d'une grande variabilité génétique. Kimura utilisa une nouvelle méthode avec laquelle on pouvait analyser la variabilité des individus au niveau protéique. Il découvrit que les séquences aminées des protéines d'une même population diffèrent plus souvent qu'il ne le supposait auparavant. Kimura déduisit de cette découverte que la plupart des modifications d'ADN n'ont aucune influence sur la survie et la reproductivité d'un être vivant. Autrement dit, Kimura constata que la plupart des mutations étaient neutres. En 1968, il publia sa théorie de l'évolution \_\_\_\_\_. Cette découverte ne s'opposait pas au concept de la sélection naturelle, mais en était plutôt une extension importante des concepts évolutionnaires jusqu'alors connus. Une mutation ne mène pas forcément à une modification phénotypique soumise à la sélection.

Grâce à Watson et Crick, la structure de l'ADN était connue depuis les années 1950, cependant la forme sous laquelle étaient codées des informations dans cette structure ne l'était pas. Partant de réflexions théoriques, on convint qu'il fallait trois nucléotides pour coder l'information d'un acide aminé. En 1961, **Marshall Nirenberg** et **Heinrich Matthaei** réussirent pour la première fois à synthétiser, en dehors d'une cellule, des triplets d'ARN (composé de trois nucléotides). Ils découvrirent que les triplets d'ARN composés uniquement du nucléotide uracile codent l'acide aminé de phénylalanine. Quelque temps après, des triplets d'ARN de n'importe quelle séquence nucléique ont pu être synthétisés. Les images

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique élargie de l'évolution 2  
suivantes montrent une expérience qui servait à découvrir l'acide aminé codée par le triplet UUG. Les préparatifs pour l'expérience sont illustrés sur l'image n° 1. On remplit les vingt

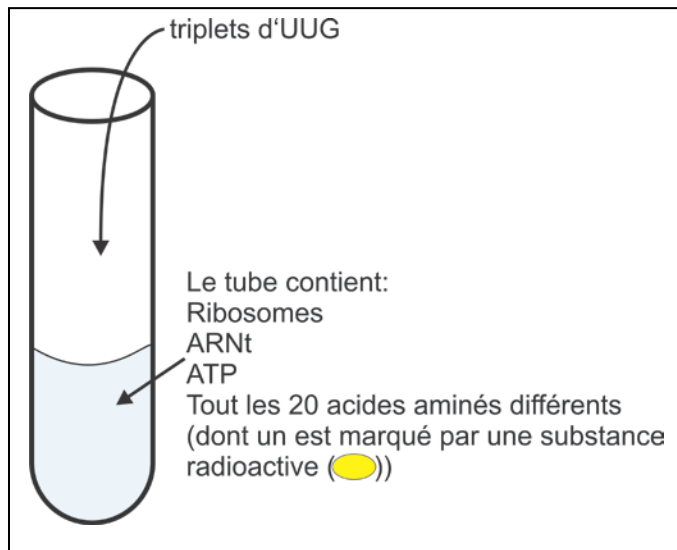


Image n° 1 : Expérience préliminaire. En somme totale, on prépare vingt tubes à essai avec les composants identiques. Chaque tube contient un autre acide aminé, marqué auparavant par une substance radioactive.

tubes avec les composants indiqués. Attention : dans chaque tube, un autre acide aminé est marqué par une substance radioactive. De plus, les triplets UUG ont besoin d'un certain temps de contamination pour s'attacher à l'acide aminé correspondant.

Après ces préparatifs, l'expérience principale commence. Elle est composée de vingt essais au maximum (voir image n° 2).

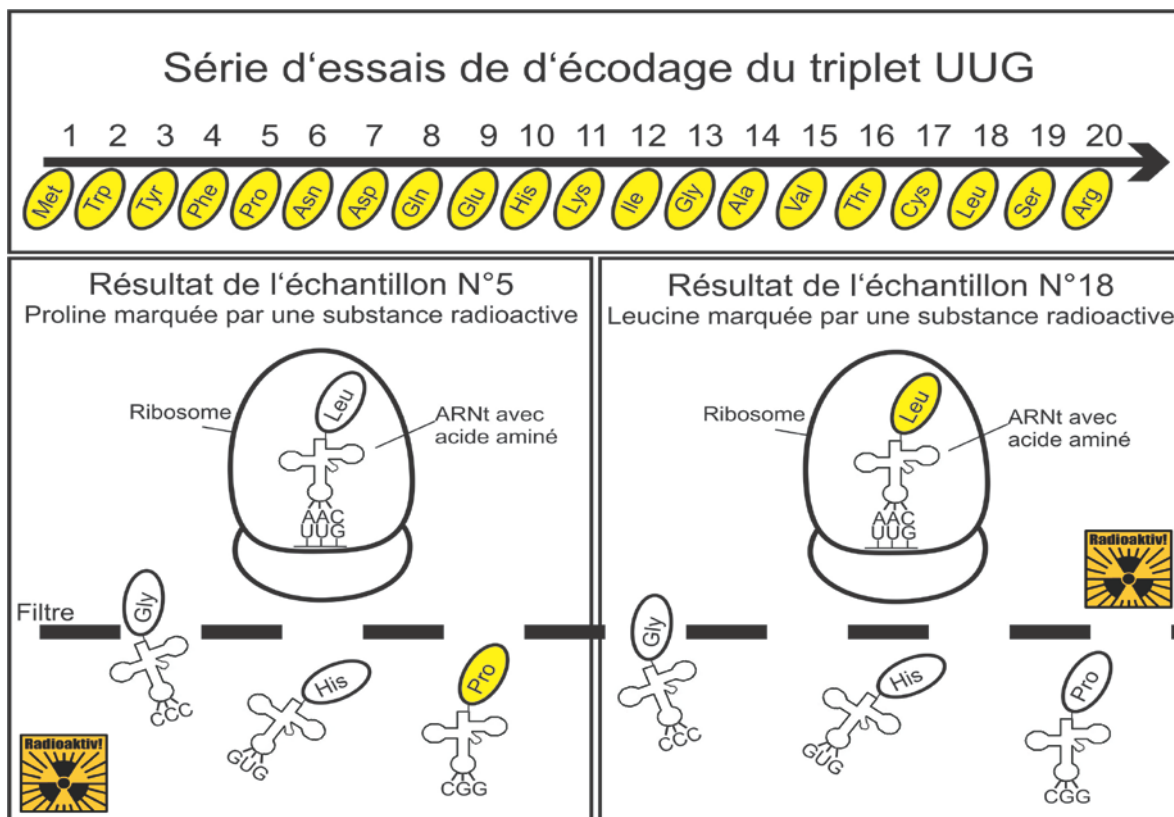


Image n° 2 : Le déroulement de l'expérience de Marshall et Nierenberg à l'exemple du trinucloéotide UUG. L'image montre deux des vingt échantillons (voir ligne d'échantillons). Le contenu des vingt tubes préparés (voir image n° 1) est filtré dans l'expérience principale.

Chaque échantillon est versé sur un filtre spécial qui ne retient que les ribosomes et les composants qui y sont attachés. Ensuite, on prélève dans les vingt échantillons l'acide aminé radioactif qui a été retenu dans le filtre.

À peu près au même moment, le scientifique **Har Gobind Khorana** arriva à synthétiser, en dehors d'une cellule, des bouts d'ARN plus longs. À l'aide de ces petits brins, les trois scientifiques gagnèrent d'autres connaissances sur la nature des codons. Ainsi on a pu déchiffrer en 1966 le \_\_\_\_\_ entier.

En 1970, la généticienne **Lynn Margulis** redécouvrit et publia la \_\_\_\_\_. Cette théorie appartient à l'origine au scientifique russe, Merezhkovsky, qui l'avait formulée et publiée en 1910 sans qu'on lui ait prêté la moindre attention. La théorie endosymbiotique décrit le fait que les chloroplastes et mitochondries des eucaryotes descendent à l'origine d'organismes monocellulaires libres qui ont été – au cours de l'évolution – introduits dans la cellule hôte par endosymbiose.

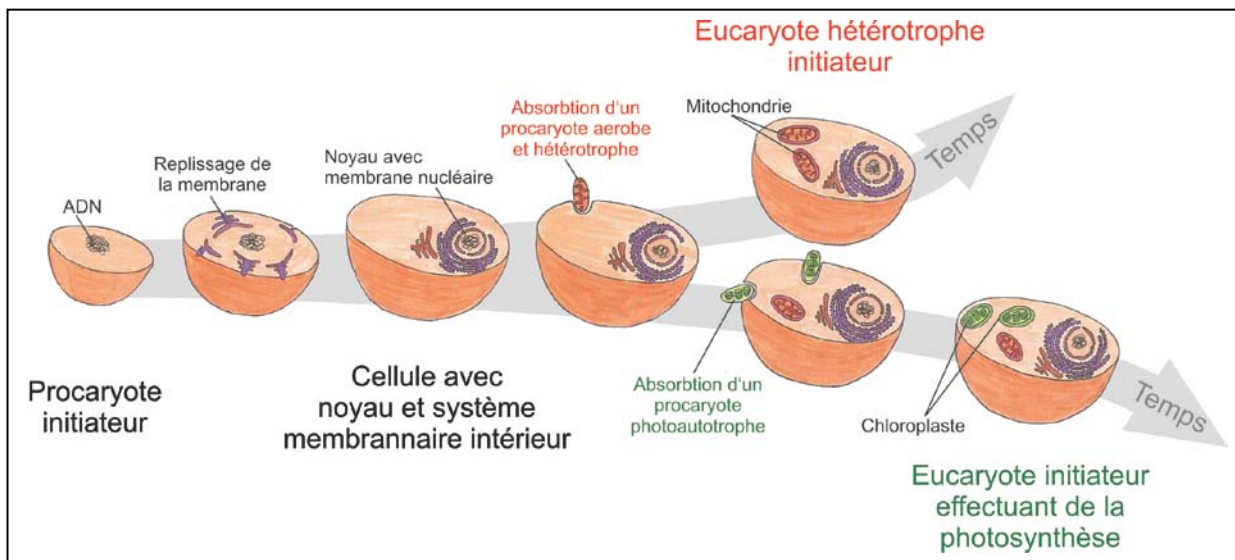


Image n° 3 : L'hypothèse de l'endosymbiose.



En 1977, **Frederick Sanger** développa la méthode du \_\_\_\_\_. Celle-ci permettait pour la première fois de déterminer la séquence de nucléotides dans une molécule d'ADN. Le résultat de cette méthode est la séquence d'un brin d'ADN qui est complémentaire à la séquence du brin utilisé. L'idée de base est l'insertion fortuite d'un nucléotide modifié (ddATP, ddCTP, ddTTP ou ddGTP) pendant la réplication d'ADN. L'introduction de ce nucléotide interrompt la synthèse du nouveau brin d'ADN, parce qu'il lui manque l'extrémité 3'OH indispensable à l'adhésion du nucléotide suivant. Par ce processus, une multitude de brins d'ADN de différentes longueurs sont synthétisés et sont ensuite éparpillés selon leur taille à l'aide de l'électrophorèse en gel. L'électrophorèse accomplie, les bandes radioactives sont rendues visibles à l'aide de l'autoradiographie.

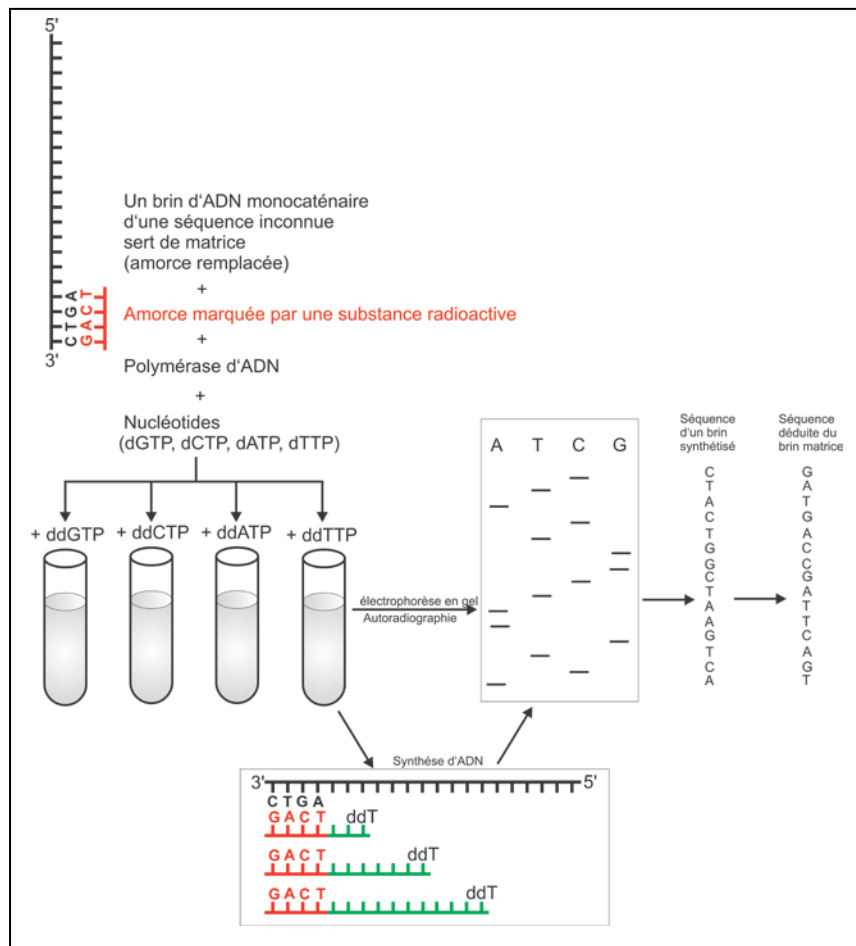


Image n° 4 : Le séquençage de l'ADN selon une méthode de Frederick Sanger.

L'intégration de la biologie du développement qui se concentre sur les processus ayant lieu entre la fécondation d'un ovule et l'organisme adulte fut un progrès important dans le développement de la théorie de l'évolution. En 1980, les scientifiques **Edward Lewis**, **Eric Wieschaus** et **Christiane Nüsslein-Volhard** identifiaient les gènes dits « homéotiques » qui contrôlent le développement embryonnaire d'un ovule fécondé. Ces gènes sont responsables du moment et du lieu où les structures corporelles – par exemple les membres du corps ou les yeux – seront exprimées durant la croissance de l'organisme. Le premier gène homéotique découvert a été identifié par Edward Lewis qui faisait des recherches sur une drosophile mutante ayant deux paires d'ailes au lieu d'une seule (voir image n° 5). Aujourd'hui, on connaît de nombreux \_\_\_\_\_ d'une multitude d'espèces différentes. On constate aussi que certaines séquences nucléiques (des homéoboîtes) se ressemblent fortement chez de nombreux groupes d'animaux.

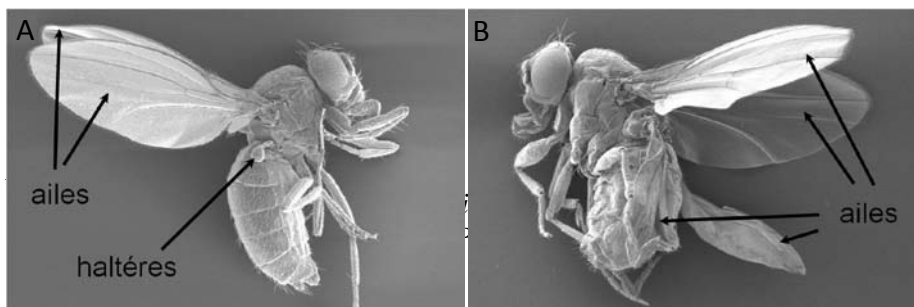


Image n° 4 :  
A. Type naturel de drosophile  
B. Drosophile mutante ayant deux paires d'ailes au lieu d'une seule.

© Markus Tögel, Werner Mangerich, Prof. Dr. Achim Paululat (L'Université de Osnabrück), 2010

**John Maynard Smith** a fortement contribué à l'avancée des recherches en 1982. Il se servit de la théorie des jeux, une théorie venant de l'économie, pour expliquer des schémas de comportement sur un niveau évolutif. On observe souvent que des individus d'une même espèce se comportent différemment. La théorie des jeux permet de pronostiquer dans quelles situations différentes stratégies de comportement peuvent exister parallèlement et dans quelles autres situations une stratégie en supprime une autre. Des stratégies qui s'imposent contre d'autres, alternatives, sont appelées \_\_\_\_\_ (SES). À l'aide de la théorie des jeux et de l'identification de ces stratégies évolutivement stables, il a été possible d'expliquer différents comportements, qu'on n'observait pas jusque à présent sous l'angle de la sélection de l'individu.

**Exercice n° 2 (groupe d'experts ; travail en groupe)**

Vérifiez en groupe vos textes à trous et la compréhension du contenu. Ensuite, répondez à l'aide des textes et des images aux questions suivantes :

- a) La nature du code génétique fait que certaines mutations ponctuelles n'engendrent pas un autre produit génétique. Analysez, à l'aide du code génétique universel, quelles positions d'un triplet des bases azotées peuvent changer pour qu'une mutation reste neutre. Donnez un exemple.

---

---

---

---

- b) Quel acide aminé est codé par le triplet UUG ? Comment Nirenberg et Matthaei l'ont-ils découvert ? Expliquez l'expérience à l'aide du texte des images.

---

---

---

---

- c) Décrivez à l'aide de l'image n° 3 comment la théorie de l'endosymbiose présente l'origine de cellules ayant des mitochondries et des chloroplastes.

---

---

---

---

- d) En vous servant de l'exemple de la mouche à quatre ailes, expliquez la fonction des gènes homéotiques.

---

---

---

### Exercice n° 3 (groupe d'experts ; travail à faire seul)

Copiez les termes techniques avec lesquels vous avez rempli les trous du texte sur les cartes de notion (voir dernière page du matériel de travail). Vous y trouverez une carte pour chaque notion de l'époque du darwinisme.

### Exercice n° 4 (groupe de base ; travail en groupe)

Chaque personne du groupe présente les notions de son époque aux autres membres. Pour cela, il est d'abord nécessaire de ranger les cartes de notion dans l'ordre chronologique sur la frise. L'expert du darwinisme commence. Il explique aux autres membres de son groupe la théorie ou l'idée qu'indique chaque carte et précise comment celle-là a modifié la théorie de l'évolution. Quand il a fini, c'est à l'expert de l'époque suivante et ainsi de suite.

### Exercice n° 5 (groupe de base ; travail en groupe)

Après avoir présenté les époques, chaque groupe prépare un schéma conceptuel. Celui-ci doit contenir le plus de liens possibles.

Pour cela, il faut :

- 1.) Choisir au moins douze notions de la frise chronologique (de toutes les époques).
- 2.) Écrire chaque notion sur un bout de papier.
- 3.) Ensuite, mettre les bouts de papier sur une feuille vierge. Disposez-les de sorte que les notions qui sont reliées l'une à l'autre par un rapport quelconque, soient rassemblées de façon rapprochée. Déterminez bien le rapport qui existe entre deux notions et inscrivez-le sur votre présentation.

### Les indices suivants devraient vous aider à rassembler les notions :

Le rapport entre deux notions peut être :

- que l'une est un supplément/un exemple de l'autre (exemple : le mimétisme est un exemple de la sélection naturelle) ;
- qu'une notion fait partie de la définition/déclaration de l'autre. Si oui, comment ? (exemple : les chromosomes contiennent des gènes) ;
- qu'elles appartiennent à une notion collective commune (exemples : les deux termes sont des facteurs de l'évolution ou ils ont tous les deux été conçus par Charles Darwin ou encore ils proviennent tous les deux du thème de la génétique).

- 4.) Quand vous êtes satisfaits de la disposition de vos bouts de papier, collez-les sur la feuille vierge.
- 5.) Tracez ensuite des lignes pour relier les notions.
- 6.) Puis écrivez sur ces lignes, en quelques mots, les relations qui unissent les différentes notions.

Le développement de la théorie de l'évolution depuis Darwin – théorie synthétique élargie de l'évolution 2
