

## SOMMAIRE (REF : <http://doggenetics.co.uk/index.htm>)

---

### **I. LES PIGMENTS** PAGES 2-11

- A) EUMELANINE
- B) PHAEOMELANINE
- C) LE BLANC
- D) LA DISTRIBUTION DES PIGMENTS
- E) LES PIGMENTS CHEZ D'AUTRES ANIMAUX

### **II. LES TERMES DE BASE DE LA GENETIQUE** PAGES 12-15

- A) LES GENES
- B) LES ALLELES
- C) LES LOCI
- D) LE PHENOTYPE
- E) DOMINANT ET RECESSIF
- F) HETEROZYGOTE ET HOMOZYGOTE

### **III. REPRODUCTION** PAGES 16-26

- A) INTRODUCTION
- B) ETUDE DE CAS DU LABRADOR
- C) L'ECHIQUIER DE PUNNETT
- D) LACUNES DE L'EXEMPLE DU LABRADOR

### **IV. LES SERIES** PAGES 27-35

- A) RESUME DE LA SERIE
- B) RESUME DE RESUME
- C) TOUS ENSEMBLE

### **V. NOTES SUR LA MUTATION, L'EVOLUTION et L'ELEVAGE SELECTIF** PAGES 36-44

- A) PLUS D'INFORMATION SUR LE FONCTIONNEMENT DES GENES
- B) LES CHROMOSOMES X ET Y
- C) LES MUTATIONS
- D) SELECTION NATURELLE ET EVOLUTION
- E) QU'EST CE QU'UNE ESPECE ?
- F) LA REPRODUCTION SELECTIVE

## I. LES PIGMENTS :

---

### Deux types de pigments différents

*La clé pour comprendre la génétique canine est simplement la suivante : il existe deux types de pigments qui créent la couleur du pelage chez les chiens (et la plupart des autres mammifères). Le pigment est la chose qui donne sa couleur à chaque mèche de cheveux, tout comme le pigment dans la peinture ou la teinture, ou le pigment dans vos propres cheveux ou votre peau. Toutes les couleurs et tous les motifs du pelage des chiens sont créés par ces deux pigments, qui sont tous deux des formes de mélanine. Chacun des pigments a une couleur « par défaut », et il peut alors être modifié par divers gènes.*

La mélanine joue un grand rôle dans la couleur de presque tous les animaux, même les humains. La peau humaine foncée a une densité plus élevée de **mélanocytes (cellules pigmentaires produisant de la mélanine)** et la peau humaine claire a une densité plus faible (ou, dans certains cas, les mélanocytes sont défectueux, ce qui réduit la quantité de pigment qu'ils produisent).

### A) L'EUMELANINE



NOIR



BLEU



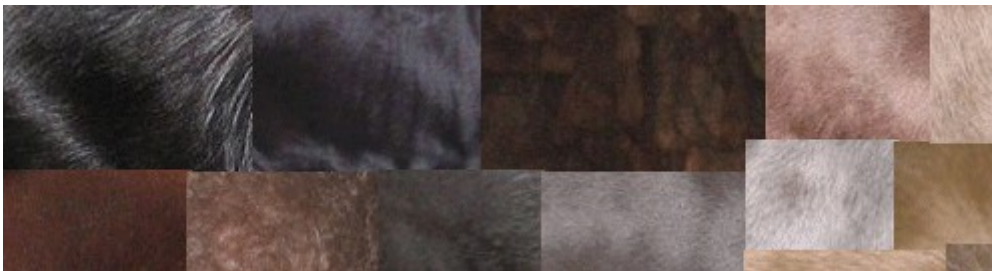
LIVER / CHOCOLAT / FOIE



ISABELLA

L'**Eumélanine** est, par défaut, **un pigment noir**, comme le Caniche ci-dessus. Toutes les zones noires sur un chien sont causées par des cellules produisant de l'eumélanine. Cependant, il existe des gènes qui transforment l'eumélanine en d'autres couleurs - foie (brun), bleu (gris) ou isabelle (un brun pâle poussiéreux). Si un chien possède l'un des gènes pour transformer son eumélanine noire en foie, bleu ou isabelle, tout le noir de son pelage sera changé. En effet, ces gènes restreignent et/ou modifient la production d'eumélanine, de sorte qu'aucune des cellules n'est capable de produire un pigment à pleine puissance. Nous appelons les chiens bleu et isabelle « **dilué** » pour cette raison.

En plus d'être trouvée dans le pelage, l'eumélanine est présente dans les autres parties du chien qui ont besoin de pigment - notamment les yeux (iris) et le nez. Le nez sera noir, foie, bleu ou isabelle selon le type d'eumélanine que le chien peut produire. La couleur des iris est produite par des couches de pigment, et les yeux bruns comme la plupart des chiens (et comme beaucoup de gens aussi) sont causés par l'eumélanine noire dans ces couches. Lorsqu'un chien a modifié / restreint la production d'eumélanine, les iris sont également incapables de produire de l'eumélanine à pleine puissance. Cela signifie que le pigment sombre de l'œil devient plus clair et que les yeux prennent une couleur brun clair, appelée ambre ou or. Ce n'est pas vraiment une couleur que nous trouvons dans les iris humains, mais les yeux les plus proches que nous ayons sont les yeux noisette, qui sont un mélange de vert et de marron, et semblent donc plus clairs que les yeux marron normaux.



Cela montre la variation de couleur de l'eumélanine. Le noir est la valeur par défaut, alors il peut être transformé en foie par un ensemble de gènes, et le noir et le foie peuvent être transformés en bleu ou en isabelle par un autre ensemble de gènes. Le bleu est dilué noir et isabelle est dilué foie. Le foie lui-même n'est techniquement pas dilué, cependant, et est causé par un changement dans la structure du pigment.

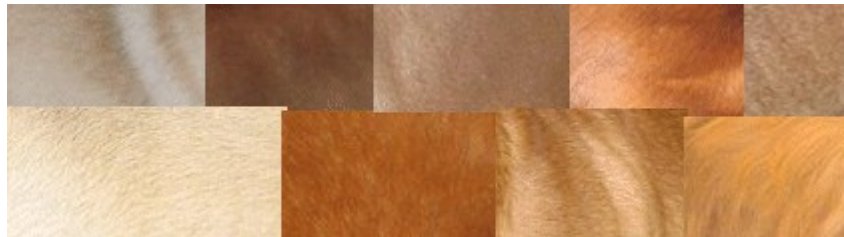
Lorsque nous parlons de chiens "pigmentés noirs", "pigmentés hépatiques", etc., nous voulons dire qu'il s'agit de la couleur de l'eumélanine que le chien peut produire. Parfois, ces chiens n'ont pas du tout d'eumélanine dans leur pelage (les cellules de leur peau ne produisent que l'autre type de pigment, la phaeomélanine), mais nous pouvons généralement dire quelle est leur "couleur de pigment" en regardant leur nez. Un nez noir signifie que le chien produit de l'eumélanine noire, et ainsi de suite.

## **B) PHAEOMELANINE**



Le deuxième type de pigment est la **phaeomélanine**. C'est du **pigment rouge**. Le terme « rouge » couvre tout, du rouge foncé (comme les Setters irlandais) au crème clair, en passant par l'or, le jaune et l'orange. Chaque fois que nous parlons de rouge, à moins que nous ne parlions en particulier de Setters, nous entendons toute la gamme de couleurs beiges.

La phaeomélanine est produite uniquement dans le pelage. Il ne se produit pas dans les yeux ou le nez, de sorte que les gènes qui affectent la couleur/l'intensité de la phaeomélanine n'affecteront pas les yeux ou le nez. Seule l'eumélanine est présente dans ces zones, et donc seuls les gènes qui affectent l'eumélanine peuvent affecter la couleur des yeux ou du nez.



Cela montre la variation de couleur de la phaeomélanine. Contrairement à l'eumélanine, elle ne se présente pas en deux couleurs distinctes (noir et foie, les dilutions comptant comme nuances de celles-ci), mais plutôt en une seule couleur, qui varie en intensité. La couleur la plus intense de la phaeomélanine est le rouge Setter irlandais. La couleur par défaut est probablement dorée, avec différents gènes la rendant plus ou moins intense (c'est-à-dire dire aux cellules de produire une densité plus élevée de particules de pigment, rendant ainsi la couleur plus forte, ou une densité plus faible, rendant la couleur plus faible, donc plus claire ).

Fait intéressant, la phaeomélanine est également responsable des cheveux roux et des taches de rousseur chez les humains.

---



La plupart des chiens ont à la fois de l'**eumélanine** et de la **phaeomélanine** dans leur pelage, comme le montrent ces deux exemples. Le premier chien a un mélange dispersé d'eumélanine et de phaeomélanine (connue sous le nom de zibeline), et le deuxième chien a des limites beaucoup plus claires entre les deux pigments. **La façon dont les deux pigments se mélangent dans le pelage** est principalement contrôlée par le **locus A** ("agouti") chez le chien.

Jusqu'ici tout va bien, mais cela ne semble pas expliquer toutes les couleurs et tous les motifs de pelage chez les chiens - **qu'en est-il du blanc ?**

### **C) LE BLANC :**



Le blanc n'est pas vraiment une couleur, donc les poils blancs des animaux ne sont pas causés par un pigment mais par **un manque de pigment**. Chez le chien, il s'agit d'un manque à la fois **d'eumélanine et de phaeomélanine**. Les zones blanches sur les animaux sont simplement causées lorsque les cellules ne peuvent ou ne produisent aucun pigment. Parfois, tout l'animal est touché, comme chez les albinos, et parfois seulement certaines parties de celui-ci sont touchées, comme chez les chiens avec des taches blanches. Il peut également affecter la production d'eumélanine dans les yeux et le nez, rendant le nez rose et les yeux bleus (ou rouges chez les vrais albinos). Il est important de noter que bien que l'albinisme affecte toujours l'animal entier, l'albinisme partiel

existe et se produit lorsque la production de pigment est considérablement réduite, provoquant une couleur de pelage pâle au lieu de blanc.

Il existe également un **deuxième type de blanc, causé par la dilution du pigment rouge (phaeomélanine)**, ce qui oblige les cellules à produire moins de particules de pigment que la normale, de sorte que la couleur devient plus claire. S'il est suffisamment dilué, il peut devenir blanc. De nombreux chiens blancs ont un **léger éclat ivoire/crème sur leur pelage car leurs cellules produisent encore une très petite quantité de pigment** (vous pouvez le voir assez clairement dans le Spitz allemand ci-dessus). Ce type de blanc n'affecte généralement pas l'eumélanine, donc toutes les zones noires/foie/bleu/isabelle sur le pelage resteront sombres, et les yeux et le nez le feront aussi.

#### **D) LA DISTRIBUTION DE PIGMENTS :**

**Les gènes de couleur chez les chiens font deux choses - ils déterminent les couleurs/nuances de l'eumélanine et de la phaeomélanine, et ils contrôlent la distribution de ces deux pigments.** Ils disent à certaines cellules de produire de l'eumélanine, à d'autres de produire de la phaeomélanine, et parfois ils leur disent de ne pas produire du tout de pigment. Quelles cellules exactement doivent produire ce qui est déterminé par l'ensemble exact de gènes, bien que cela puisse être aléatoire dans une certaine mesure (par exemple, les chiots peuvent avoir des marques blanches légèrement différentes de celles de leurs parents, ou des taches à différents endroits). Parfois, les gènes peuvent même dire aux cellules de changer le type de pigment qu'elles produisent de temps en temps. Cela signifie qu'à mesure qu'un poil pousse, il devient bague de noir et de rouge, car la cellule produit du noir (eumélanine) pendant certain temps, puis passe au rouge (phaeomélanine), puis redevient noir, etc. La couleur globale d'un animal avec ce genre de bandes noires et rouges sera généralement d'un brun boueux de loin, et de près vous pourrez voir les parties noires des poils. C'est ce qu'on appelle l'agouti, et c'est la couleur des lapins sauvages et des souris, ainsi qu'une grande quantité d'autres mammifères. Il est répandu parmi les animaux sauvages car il offre un très bon camouflage.



Regardez attentivement ce lapin sauvage et vous verrez qu'il n'est pas seulement brun partout. Les poils à bandes noires brisent la couleur unie et rendent l'animal beaucoup plus difficile à repérer, en particulier dans la végétation telle que l'herbe morte.



Ce rat de compagnie est un agouti avec de l'eumélanine bleue (diluée). Un certain nombre de variations agouti différentes ont été reproduites dans des animaux domestiques, bien qu'il s'agisse de mutations très rares dans la nature.

-----

L'agouti se produit également chez les chiens, bien qu'il soit assez rare dans la plupart des races. **L'agouti du chien vient directement des loups et est parfois appelé « gris loup ».**



Un loup captif montrant la coloration agouti.

Vous remarquerez peut-être que la couleur de ce loup est beaucoup moins uniforme que celle du lapin ci-dessus. Les deux sont agouti (poils en bandes), mais l'effet global varie selon les espèces. Sur un loup, les poils en bandes ont tendance à être principalement concentrés autour du dos, et ce motif général peut également être vu dans un certain nombre d'autres couleurs de pelage de

chien, y compris les points de zibeline et de feu (sur le même locus que l'agouti dans le génome du chien).

La couleur ivoire/blanche sur les extrémités apparaît souvent avec l'agouti chez les chiens et est connue sous le nom d'« **urajiro** ».

### E) LES PIGMENTS CHEZ D'AUTRES ANIMAUX :

La mélanine se trouve presque partout, chez les mammifères, les oiseaux, les poissons et les insectes, et constitue même la couleur sombre de l'encre de calmar. La couleur de notre peau, de nos cheveux et de nos yeux est déterminée par la production de mélanine, et la mélanine joue un rôle important dans la protection de nos cellules contre les rayons UV nocifs. En fait, la mélanine (en particulier l'eumélanine) s'est avérée jouer un rôle dans la santé et l'immunité chez un certain nombre d'espèces. Les poils et les plumes sont plus résistants et durent plus longtemps lorsqu'ils sont pigmentés avec de la mélanine, ce qui est l'une des raisons pour lesquelles de nombreux oiseaux blancs ont le bout des ailes noir - leurs plumes de vol doivent être durables.

Fait intéressant, le lien santé ne semble pas être présent dans la même mesure chez les chiens que chez certaines espèces, et un chien noir n'est ni plus ni moins sain que toute autre couleur.



*Ce pélican présente des rémiges noires sur le bout de ses ailes. La mélanine produite dans ces plumes les rend plus fortes que les plumes blanches ailleurs sur l'animal.*

L'une des mutations les plus courantes chez les animaux sauvages est le "**mélanisme**". C'est lorsque le **pelage est noir partout**, par exemple chez les panthères noires (qui ne sont pas une espèce à part entière mais juste un autre nom pour un jaguar ou un léopard mélanique).



*Un lapin sauvage mélanique sur l'île de Lunga dans les Hébrides intérieures (Ecosse). Les populations isolées d'animaux sauvages, comme celles des petites îles, sont plus susceptibles d'afficher des traits inhabituels en raison de la consanguinité et du manque de prédation. La mutation n'est peut-être apparue qu'une seule fois, mais s'est ensuite propagée facilement à travers la petite population.*

Cependant, la mélanine n'est pas le seul pigment trouvé chez les animaux. Par exemple, le jaune chez les reptiles est produit par un pigment connu sous le nom de **xanthine**. Les pigments peuvent également être prélevés dans l'environnement plutôt que fabriqués par l'animal lui-même - l'exemple le plus connu est celui des flamants roses en raison des pigments caroténoïdes dans leur alimentation, qui sont présents dans les crustacés. Fait intéressant, la couleur rose du saumon est également causée par les **caroténoïdes** obtenus à partir de leur alimentation. En captivité, des caroténoïdes synthétiques doivent être ajoutés au régime alimentaire des flamants roses et du saumon pour conserver leur couleur (personne qui visite un zoo ne veut voir un flamant blanc, et le saumon gris n'est tout simplement pas aussi appétissant !).

Contrairement à la croyance populaire, l'albinisme n'est pas en réalité une absence totale de pigment. C'est juste un manque de pigment à base de mélanine. Chez les mammifères, qui ne produisent généralement que de la mélanine, il en résulte en effet que l'animal est complètement blanc. Cependant, chez d'autres animaux, différents types de pigments restent inchangés. Par exemple, un serpent albinos peut être orange ou jaunâtre en raison de sa production de xanthine (pigment jaune) et/ou d'érythrine (pigment rouge).



Ci-dessus se trouvent deux couleuvres à nez plat (*Heterodon nasicus*). Sur la gauche se trouve un "type sauvage". "Type sauvage" est un terme utilisé pour désigner la couleur standard d'un animal, et chez les mammifères, y compris les chiens, cela signifie généralement agouti.

Le serpent de droite est un **albinos**, plus correctement appelé **amélanique** ("sans mélanine"). La couleur du serpent de type sauvage est composée d'une combinaison de mélanine (noir), de xanthine (jaune) et d'érythrine (rouge), mais une fois la mélanine retirée, vous pouvez clairement voir les couches de pigment jaune et rouge restant sur l'albinos. Remarquez que même les pupilles sont rouges, car les albinos ne produisent pas non plus de mélanine dans leurs yeux.

En plus de l'**amélanisme**, les reptiles peuvent également être **axanthiques** (pas de pigment jaune) ou **anérythristique** (pas de pigment rouge), qui produisent tous des phénotypes différents.

**Un phénotype est l'apparence d'un animal en raison de ses gènes, par opposition à son génotype, qui est simplement une liste des gènes/allèles qu'il possède, qu'ils soient ou non visibles chez l'animal.**



Le colvert ci-dessus est partiellement **leucistique**. Alors que l'albinisme n'affecte que la mélanine, il existe d'autres mécanismes qui peuvent affecter tous les pigments, et le **leucisme est un terme fourre-tout pour ceux-ci**.

L'albinisme se produit généralement lorsque les cellules sont défectueuses et incapables de produire de la mélanine, mais la cause du **leucisme est généralement liée à la "migration" des cellules pigmentaires de la crête neurale pendant le développement de l'embryon**. Si cela est interrompu pour une raison quelconque, le pigment ne migre pas complètement et il en résulte des zones non pigmentées ou à pigmentation pâle.

Le leucisme peut affecter l'animal entier ou seulement des taches (leucisme partiel), et la plupart des taches blanches observées chez les chiens sont dues à une forme de leucisme partiel. Cela n'affecte pas les yeux car le pigment oculaire ne provient pas de la crête neurale, et donc les animaux leucistiques ont généralement des yeux de couleur normale plutôt que les yeux roses/rouges observés chez les albinos.



Le pingouin sur la gauche ici est d'une couleur connue sous le nom d'**isabelline**. Il s'agit d'une forme différente de leucisme, où la **production de pigment est réduite plutôt qu'arrêtée complètement, provoquant une "décoloration" uniforme sur l'animal.**

Remarquez comment les zones mélaniques du manchot (les zones grises et noires) et les zones non mélaniques (jaune sur la poitrine et rouge sur le bec) sont estompées, car le **leucisme affecte tous les pigments.**



La couleur bleu vif observée chez ce paon se produit assez fréquemment chez les oiseaux, mais en fait n'est pas le résultat d'un pigment de couleur bleue. Elle est simplement causée par la structure des couches de mélanine dans les plumes. Lorsque la lumière frappe ces couches, elle se réfléchit sous forme de couleur bleue, de la même manière que l'irisation.

## II. LES TERMES DE BASE DE LA GENETIQUE :

---

Si vous connaissez déjà un peu la génétique, vous connaissez probablement les termes suivants. La plupart d'entre eux se retrouvent dans la génétique de base enseignée à l'école, mais juste pour nous en assurer, nous passerons de toute façon en revue tous ceux qui sont pertinents et verrons comment ils s'appliquent aux chiens.

### A) LES GENES :

Les gènes contrôlent à peu près tout sur une créature vivante. Ils contrôlent la croissance et le développement de la créature, son fonctionnement et son apparence. Sur ce site, nous nous concentrons sur un seul aspect du look : la couleur.

**Un gène est essentiellement un ensemble d'instructions**, contenues dans l'ADN d'un animal, qui indique à la cellule comment produire une protéine particulière (dans notre cas, un pigment). **La constitution génétique d'une créature est décrite comme son génotype.**

### B) LES ALLELES :

Différentes variantes de gènes sont appelées allèles. **Les allèles viennent par paires** - un de chaque parent. Lorsque nous écrivons sur les allèles, nous utilisons des lettres pour les désigner, par exemple a et b.

### C) LES LOCII :

Les gènes sont tous liés ensemble dans un long brin d'ADN. Chaque point de ce brin d'ADN est appelé un **locus** (loci est le pluriel). **A chaque locus, il y a deux allèles formant le gène.**

**Les allèles présents à chaque locus** sont choisis dans une **liste d'allèles possibles, appelée série**. Il peut y avoir n'importe quel nombre d'allèles dans une série, mais il est généralement de 2 à 5. Chaque locus a sa propre série et les allèles de cette série ne peuvent apparaître qu'à ce locus.

Par exemple, dans la série E, dans la plupart des races de chiens, il existe trois allèles - E, Em et e. Chaque chien a une combinaison de deux de ces allèles de la série E sur son locus E. Il pourrait avoir une copie de e et une de E, ou peut-être deux copies de Em. Il existe également quelques allèles supplémentaires (Eh, Eg et Ed), qui n'apparaissent que dans un petit nombre de races. Voir la page "Résumé des séries" pour une liste de toutes les séries.

### D) PHENOTYPE :

Alors qu'un génotype est la constitution génétique d'un organisme (une liste technique de loci, de gènes et d'allèles), le **phénotype décrit l'effet du génotype sur l'apparence de l'organisme**. Si nous parlons d'un chien noir avec des taches blanches, nous parlons alors de son phénotype. Il peut y avoir plus d'une sélection de gènes qui pourraient causer ce phénotype. Si nous parlons

d'un chien AyAySsp alors nous parlons de son génotype, qui est beaucoup plus spécifique. Tous les gènes de couleur du génotype du chien n'affecteront pas nécessairement son phénotype.

Il est important de noter qu'il peut souvent y avoir confusion entre phénotype et génotype dans certaines races, en raison de l'utilisation différente des termes de couleur. Par exemple, "sable" signifie généralement un chien qui est Ay, mais un chien de berger allemand "sable" est en fait Aw, qui est connu sous le nom d'agouti en termes génétiques.

### **E) DOMINANT ET RECESSIF :**

Bien que chaque chien porte **deux allèles à chaque locus, un seul de ces allèles est généralement exprimé** (ce qui signifie qu'un seul sera réellement utilisé et que l'autre restera simplement dormant). Lequel des allèles est exprimé dépend de la dominance. **L'allèle le plus dominant sera toujours celui qui est exprimé dans le phénotype.** Un allèle récessif est un allèle moins dominant.

Les allèles **dominants** sont généralement écrits avec une **lettre majuscule**, par exemple B. Les allèles **récessifs** sont écrits avec une **lettre minuscule**, par exemple b.

Parfois, il y a plus d'un allèle dominant ou récessif sur un locus. Lorsque cela se produit, il existe généralement un ordre de dominance, de sorte que l'un des allèles dominants est plus dominant que l'autre et que l'un des allèles récessifs est plus récessif que l'autre. On parle généralement de séries ayant des « **top dominantes** » et des « **bottom récessives** ».

*Un chien avec le génotype BB a deux allèles dominants et n'exprimera donc que B. Un chien Bb exprimera également B car B est dominant sur b. bb est le seul génotype où le chien exprimera b.*

Cependant, il s'agit d'une simplification excessive - **dans certains cas, les deux allèles sur un locus seront exprimés.** C'est ce qu'on appelle la **dominance incomplète** (ou la co-dominance dans certains cas), et ne se produit que sur des loci particuliers. Le **chien résultant aura un mélange des deux allèles**, mais ses marques se pencheront généralement davantage vers l'allèle le plus dominant.

*Par exemple, la série S contrôle les marques blanches et les allèles qu'elle contient affichent une dominance incomplète les uns sur les autres. sp est l'allèle pour pie (les marques blanches couvrent 50 % ou plus du corps), et S est l'allèle pour l'absence de marques blanches. Un chien spsp sera pie, mais même si S est légèrement plus dominant que sp, un chien Ssp ne sera pas nécessairement de couleur unie (comme on pourrait s'y attendre si un chien ne peut exprimer que son allèle le plus dominant). Au lieu de cela, il peut avoir des marques blanches minimales, car il est capable d'exprimer en partie son allèle plus récessif (piebald).*

La dominance et la codominance incomplètes sont en fait plus ou moins la norme pour la plupart des gènes, mais il se trouve que de nombreux gènes de couleur de chien ont une relation simple dominante/récessive.

Il peut être utile ici d'expliquer comment fonctionne réellement la dominance, pour ceux qui s'intéressent davantage à la génétique. Ce but n'est pas entièrement nécessaire, alors n'hésitez pas à le sauter.

Les gènes codent pour les protéines (ils indiquent essentiellement aux cellules comment les produire), de sorte que les différents allèles codent pour les variantes des protéines. Ces variantes résultent de mutations dans le code génétique. Les mutations peuvent être bonnes, mauvaises ou neutres. Une « mauvaise » mutation est une mutation qui modifie le code génétique dans la mesure où la protéine ne peut plus être fabriquée correctement par la cellule. Si nous prenons le gène de dilution comme exemple, D est l'allèle qui code pour un pigment normal. d est un gène "défectueux" qui empêche la cellule de produire un pigment de la force habituelle. Maintenant, quand un chien a le génotype Dd, il a un allèle qui code pour un pigment normal et un allèle qui code pour un pigment défectueux. L'allèle qu'il a qui code pour le bon pigment est suffisant pour que les cellules puissent toujours le produire, car il a toujours les informations dont il a besoin, donc le chien aura la couleur normale (c'est-à-dire le noir). C'est ce qui fait que D est classé comme dominant. Cependant, si le chien est dd, la cellule n'a pas les informations dont elle a besoin pour coder le bon pigment, elle est donc obligée d'utiliser l'allèle "défectueux", ce qui fait que le chien a la couleur anormale (c'est-à-dire le bleu). Notez qu'un allèle "défectueux" n'est pas nécessairement une mauvaise chose - comme le gène bleu n'affecte que la production de mélanine dans le pelage, il n'a aucun effet négatif sur la santé ou la conformation d'un chien autre que de changer sa couleur du noir au gris.

De par leur nature même, les allèles **récessifs sont généralement "défectueux"**, provoquant soit une production anormale d'une protéine, soit aucune production de la protéine du tout. C'est pourquoi les allèles récessifs sont parfois associés à des maladies génétiques telles que la drépanocytose, où l'allèle défectueux affecte la forme des globules rouges et donc leur capacité à faire leur travail correctement. Une personne avec une seule copie de l'allèle drépanocytaire ne sera pas affectée dans la même mesure, car son allèle normal signifie qu'elle produit suffisamment de cellules sanguines normales pour empêcher les anomalies de devenir un problème. Techniquement, leurs deux allèles sont exprimés, car ils produisent à la fois des cellules sanguines normales et anormales, mais l'effet global est plus ou moins le même que si la personne avait deux allèles normaux, donc l'allèle normal est donc classé comme dominant. Espérons que cet exemple montre clairement que la dominance et la récessivité ne sont pas des propriétés mystérieuses des allèles - juste des termes utilisés pour décrire l'effet des combinaisons d'allèles sur le phénotype ou le fonctionnement de l'organisme.

Une dominance incomplète se produit donc lorsqu'une copie de l'allèle normal n'est pas suffisante pour s'assurer que la cellule est capable de coder correctement la protéine. Cela se produit dans l'exemple de l'anémie falciforme ci-dessus, mais l'effet sur la personne est minime. Avec les gènes de couleur, une dominance incomplète peut entraîner une combinaison des deux allèles au niveau phénotypique (par exemple, elle peut produire une couleur plus pâle que l'allèle normal).

## **F) HETEROZYGOTE ET HOMOZYGOTE :**

Une paire **hétérozygote** de gènes est une paire où les **deux gènes sont différents**. Une paire de gènes **homozygote** est une paire où les **deux gènes sont identiques**. On parle généralement d'un chien étant par exemple « homozygote pour merle » (deux copies du gène merle, M) ou « hétérozygote pour merle » (une copie du gène merle).

bB, Dd, Ayat et Ssi sont tous des exemples de paires de gènes hétérozygotes.

bb, DD, AyAy et spsp sont tous des exemples de paires de gènes homozygotes.

### III. LA REPRODUCTION :

---

#### **A) INTRODUCTION :**

Le chien possède un ensemble de loci (points sur son ADN) avec deux allèles sur chacun. Par exemple, sur le locus B, ils peuvent avoir les allèles B et b, b et b, ou B et B. Ceux-ci sont choisis dans une liste d'allèles possibles pour chaque locus, qui pour le locus B est simplement B et b, mais pour d'autres loci, il peut y avoir une liste plus longue (la série A, par exemple, a quatre allèles possibles connus - Ay, aw, at et a).

Lorsque des mammifères tels que les chiens se reproduisent, chaque parent transmet un seul allèle de chacun de ses loci. Cet allèle est choisi au hasard, de sorte que chacun des deux allèles a une chance égale (50 %) d'être transmis. Cependant, il ne s'agit pas seulement de transmettre le même allèle à tous les chiots.

Lorsqu'un spermatozoïde féconde un ovule, un embryon commence à se développer. Le spermatozoïde n'est qu'un des milliers produits par le chien mâle. Chaque spermatozoïde est un individu. Il contient la moitié des informations nécessaires pour créer une nouvelle vie, et ces informations consistent en un ensemble d'allèles. Cela signifie qu'il a un allèle de chacun des loci du chien mâle, et lequel des deux allèles est entièrement aléatoire. Il existe de nombreux gènes et allèles différents, de sorte que la combinaison exacte portée par le spermatozoïde pourrait bien être assez unique.

Les ovules portent également un ensemble d'allèles du parent (un de chaque paire). Cependant, moins d'entre eux sont produits, car il ne serait pas bon d'avoir plus d'une certaine quantité fécondée en même temps (plus que la mère ne peut raisonnablement supporter).

Seuls quelques-uns des milliers de spermatozoïdes produits atteindront les œufs dans le ventre de la chienne. Le reste mourra. Ceux qui atteignent un œuf se joindront à lui et inséreront leur noyau, qui est la partie de la cellule qui porte l'information génétique (dans ce cas, le brin incomplet de l'ADN), dans l'œuf. Les noyaux de l'ovule et du spermatozoïde se rejoignent alors pour créer un nouveau noyau qui porte toutes les informations génétiques nécessaires pour se développer en un embryon.

---

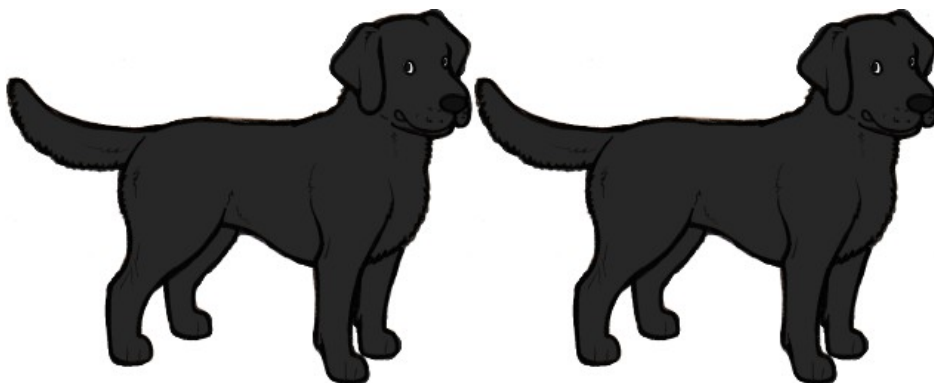
On voit donc que la génétique implique beaucoup de hasards. Pour cette raison, nous ne pouvons pas dire que les chiots d'un élevage particulier seront certainement de cette couleur ou de ce motif. Tout ce que nous pouvons faire, c'est prédire la probabilité que le chiot ait une certaine couleur. Il est important de s'en souvenir lors de la lecture du reste de cette page. Lors de la prédiction des portées, nous donnons généralement au moins quatre résultats possibles pour les chiots. Cela ne signifie pas que vous obtiendrez quatre chiots et qu'un sera de chacune de ces couleurs. Cela signifie simplement que chaque chiot a 25 % de chances d'être de chaque couleur. Parfois, vous pouvez même vous retrouver avec tous les chiots de la portée héritant des mêmes gènes de couleur ; cela dépend simplement des spermatozoïdes qui atteignent les ovules. C'est comme lancer des dés - parfois, vous pouvez être malchanceux (ou chanceux, si vous jouez à un jeu de société !) et obtenir six six d'affilée. Cela semble vraiment peu probable, mais en fait, chaque fois que vous lancez le dé, la chance d'obtenir un six est la même. Chaque lancer est indépendant de tous les autres (la chance d'obtenir un six la deuxième fois ne dépend pas du fait que vous ayez obtenu un six la première fois), et la génétique est très similaire. Ce n'est pas parce que seulement un chiot sur six est censé être blanc pur selon nos calculs que si le premier chiot né est blanc, le second est moins susceptible d'être blanc aussi !

## **B) L'ETUDE DE CAS DU LABRADOR :**

Maintenant que nous avons une idée de base du fonctionnement de l'élevage, examinons une étude de cas spécifique.

Disons que nous avons beaucoup de labradors et que nous allons les élever. Pas dans une orgie de chien bizarre et frénétique, bien sûr, mais une paire à la fois.

Tout d'abord, nous décidons que nous voulons des chiots noirs, alors nous choisissons deux adorables chiens noirs brillants. Appelons-les Blackie et Scott, parce que nous ne sommes pas inventifs.



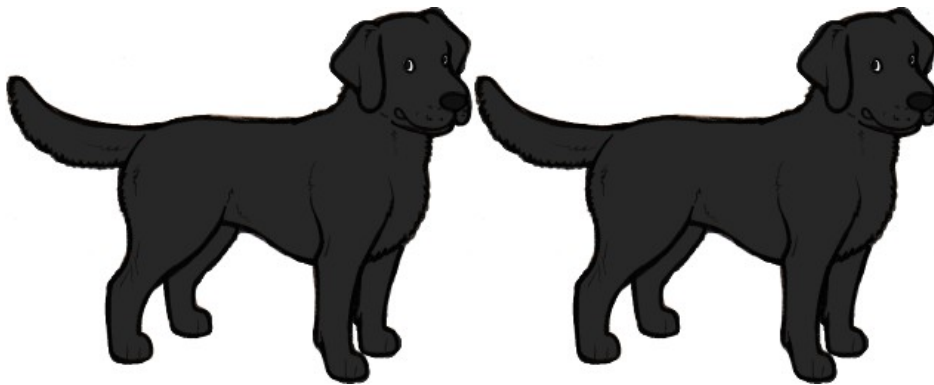
On fait reproduire Blackie et Scott, on obtient cette portée :



Eh bien, tout semble en ordre. Nous avons élevé un chien noir avec un chien noir et nous avons eu des chiots noirs. Cela semble logique, n'est-ce pas ?

-----

Enthousiasmés par le succès de notre première portée, et soucieux d'élever de plus beaux chiots noirs, nous choisissons deux autres chiens noirs : Jet et . . . Ed.



On fait reproduire Jet et Ed, on obtient cette portée :



Cela semble bon . . . mais ah ! Attendez une seconde ! L'un de ces chiots est brun. Comment diable est-ce arrivé ? Notre surprise d'avoir ce chiot de couleur chocolat nous amène à rechercher la génétique de la couleur des chiens sur Internet. Il s'avère que le fait qu'un chien soit noir ou foie (chocolat/brun) dépend des allèles qu'il possède sur un locus particulier - **le locus B**. Il y a deux allèles possibles - **B est noir, et il est dominant sur b, qui est le foie**. Voici une liste des génotypes possibles et à quoi ressembleraient les chiens avec ces génotypes :

**BB** - deux copies de noir, donc le chiot sera noir.

**Bb ou bB** - une copie de noir, une de foie. Le noir est dominant, donc le chiot sera noir

**bb** - deux copies de foie. Le chiot ne porte pas de noir, il doit donc être du foie.

**C) L'ECHIQUIER DE PUNNETT :**

Le mystère du chiot chocolat peut être résolu en découvrant les génotypes des parents. On peut voir d'après la liste ci-dessus que si un chien est noir, il doit être BB ou Bb. Si nous calculons des résultats d'élevage à partir de tous les croisements possibles de chiens BB/Bb, nous pouvons déterminer quel(s) élevage(s) produira(nt) des chiots chocolat, et à partir de cela, nous pouvons avoir une assez bonne estimation des génotypes des parents.

Le moyen le plus rapide et le plus simple de calculer les résultats de la reproduction est d'utiliser **un carré Punnett**. Tout d'abord, nous verrons ce qui se passe lorsque nous élevons un chien Bb avec un chien BB.


Il s'agit d'un carré Punnett vierge, prêt à être rempli. Comme vous pouvez le voir, il y a deux lignes et deux colonnes. Le nombre de cellules du tableau (sans compter celles dans lesquelles nous mettrons les titres des colonnes et des lignes) est de quatre, nous aurons donc quatre options de chiot à chaque fois que nous le remplirons.

	B	b
B		
B		

Tout d'abord, nous mettons le génotype de chaque parent dans les cases en haut et sur le côté (les cellules de titre). Nous mettons juste une lettre de gène dans chaque cellule, et peu importe quel parent va en haut et lequel en bas (cela ne fait aucune différence pour les résultats).

	B	b
B	BB	
B		

Nous devons maintenant le remplir. Chacune des quatre cellules représente un génotype de chiot possible. Pour les résoudre, nous remontons de la cellule au titre de la colonne et jusqu'au titre de la ligne. Peu importe dans quel ordre nous le faisons (que nous regardions d'abord la ligne ou la colonne), mais je fais généralement la colonne puis la ligne.

	B	b
B	BB	Bb
B	BB	bB

Voici le carré Punnet terminé. Si nous nous référons à la liste ci-dessus, nous pouvons voir que tous les chiots de cette portée seraient noirs. Il n'y a pas de chiots bb, et ce sont les seuls chiens qui peuvent être foie. Nous n'avons donc pas encore trouvé les génotypes de Jet et Ed. Il faut continuer à chercher !

-----

Croiser un chien BB avec un autre chien BB ne produira évidemment que des chiots BB, donc Ed et Jet ne peuvent pas être tous les deux BB. D'après l'exemple ci-dessus, nous savons maintenant qu'il ne peut pas être juste que l'un d'eux soit BB et l'autre Bb. Donc, la seule autre option que nous pouvons essayer est Bb x Bb :

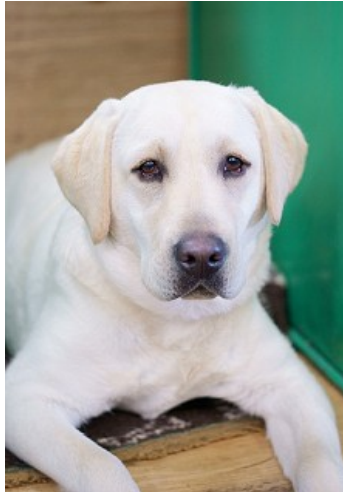
	B	b
B	BB	bB
b	Bb	bb

Voilà donc trois chiots noirs (BB, Bb et bB), et . . . un foie ! Il semble que nous ayons trouvé ce que nous cherchions. Le gène du foie (b) étant récessif, il peut être caché, ce qui signifie qu'un chien peut en porter une copie sans l'exprimer (l'afficher). Cela signifie que deux chiens porteurs de foie peuvent eux-mêmes être noirs, mais produire des chiots de couleur foie. Cela peut être un peu un problème en matière de reproduction, car les traits récessifs, tels que le foie et la dilution, peuvent rester cachés dans les lignées pendant de nombreuses générations, puis apparaître soudainement lorsqu'un chien porteur du trait se trouve être accouplé à un autre avec lui. (si le gène est très rare dans la race, cela peut prendre beaucoup de temps avant que cela ne se produise, si jamais cela se produit).

C'est pourquoi les élevages jettent parfois des surprises complètes, comme les chiots Labrador argentés (bleus) dans une race qui, à toutes fins utiles, ne contient pas du tout d'argent. Ce seul

gène d'argent récessif (d, sur le locus D) a été transmis de génération en génération, complètement inconnu des éleveurs, jusqu'à ce qu'il en rencontre finalement un autre. Il peut provenir d'un croisement avec une autre race il y a de nombreuses années, qui n'apparaît pas sur les pedigrees et n'a plus d'effet sur l'apparence du chien. Ces traits récessifs rares peuvent être impossibles à éradiquer d'une race, simplement parce que vous ne pouvez pas dire quels chiens les portent. Ces dernières années, cependant, des tests génétiques ont permis d'identifier les porteurs.

#### D) LACUNES DE L'EXEMPLE DU LABRADOR :

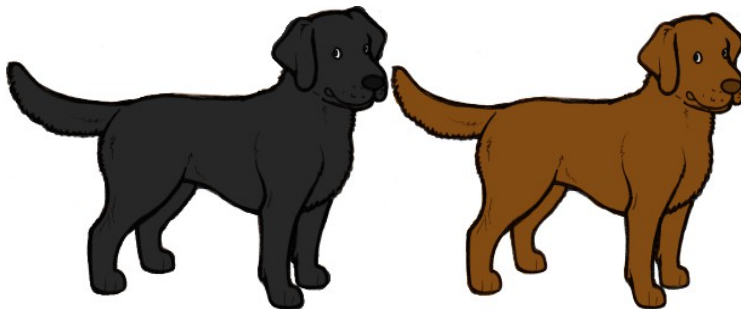


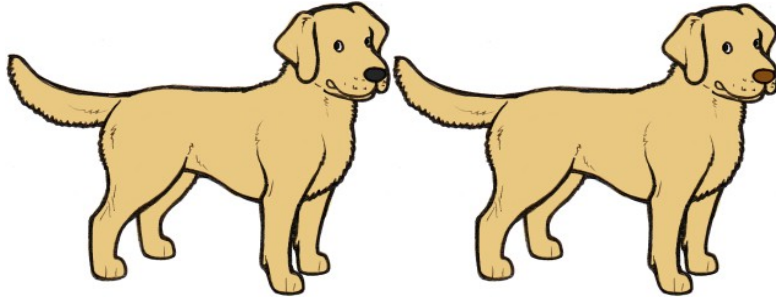
L'exemple ci-dessus est utilisé par d'innombrables sites Web et articles sur la génétique canine, et est parfois même enseigné dans les écoles. Elle est considérée comme l'exemple type du fonctionnement de la génétique animale. Cependant, il est maintenant temps de révéler que c'est complètement nul.

Bon, d'accord, ce n'est pas complètement nul. C'est plus ou moins correct pour autant, mais c'est aussi incomplet et trompeur. Il est maintenant temps de révéler comment fonctionne réellement la génétique des couleurs chez les labradors.

Vous aurez probablement déjà remarqué qu'il y a une omission flagrante dans l'exemple - les labradors jaunes. Ceux-ci sont généralement laissés de côté car ils compliquent énormément les choses en ajoutant un autre locus à regarder (**le locus E**).

Voici les couleurs des labradors :





C'est noir, foie, jaune et jaune avec un nez brun (foie pigmenté en jaune).

Il existe trois loci particulièrement importants chez les labradors. Ce sont B, E et K.

À ce stade, vous trouverez peut-être utile de lire les pages sur le locus E et le locus K. J'ai fourni un résumé ci-dessous, mais cela n'a peut-être pas beaucoup de sens à moins que vous ne connaissiez déjà le fonctionnement de ces gènes.

**Le locus B**, comme nous le savons déjà, contrôle la **couleur du foie**. Cependant, cela ne signifie pas que tout chien bb sera automatiquement foie. Tout ce que cela signifie, c'est que leur nez sera du foie, et S'ils ont du noir dans leur pelage, ce sera du foie. Pour la couleur unie du foie que nous voyons chez les labradors, nous devons également **prendre en compte le locus K**.

**Le locus K** détermine si un chien est de **couleur unie (eumélanine uniquement)** ou a également du **rouge/bronzage (phaeomélanine) dans son pelage**. Il y a trois gènes dans la série K, et si un chien a un ou deux gènes K (**K est le plus dominant de la série**, il remplace donc tout le reste), il sera de couleur unie. Dans la plupart des cas, cela signifie un noir uni, car le noir est la couleur par défaut de l'eumélanine, mais un chien avec le gène du foie verra ce noir uni se transformer en foie, donc sera un foie solide.

Il se trouve que **tous les labradors sont KK sur le locus K**. Nous le savons parce que sinon, si Le labrador portait le gène récessif k (qui permet d'exprimer les motifs de bronzage), alors de temps en temps, vous obtiendriez un chiot zibeline ou noir et feu (les deux seraient kk et vous obtiendriez un chien kk en croisant deux chiens qui portaient k, donc Kk x Kk), et cela n'arrive jamais, du moins dans les lignes d'exposition.

Alors maintenant, nous savons qu'un Lab noir doit être **KKBb (noir hétérozygote, porteur du foie)** ou **KKBB (noir homozygote)**. Parce que tous les laboratoires sont KK, nous pouvons en fait ignorer le locus K lorsque nous calculons les résultats de reproduction. C'est pourquoi l'exemple original ci-dessus est en partie juste en ne regardant que le locus B, mais en ne mentionnant pas du tout le locus K, il est trompeur. Cela donne l'impression que Bb/BB est automatiquement noir solide et bb est automatiquement foie solide, ce qui n'est correct que chez les labradors à cause du locus K, et ne fonctionne pas dans la plupart des autres races, qui ne sont pas toujours KK. Une meilleure façon de penser est qu'un chien bb est toujours pigmenté par le foie (c'est-à-dire qu'il a un nez foie), et qu'un chien Bb/BB n'est pas du foie. La plupart des chiens non foie auront un pigment noir.

Maintenant compliquons encore plus les choses en ajoutant le locus E à nos calculs. Il y a pas mal d'allèles sur le locus E, mais nous allons nous concentrer uniquement sur les deux qui sont présents chez les labradors - E (expression normale des autres gènes du chien ; en d'autres termes, E n'a aucun effet) et e (empêche le chien de produire de l'eumélanine dans le pelage, de sorte que les poils noirs ou du foie deviendront rouges ou bronzés). Les labradors jaunes sont ee sur le locus E. Ce sont en effet des chiens noirs solides ou foie qui ne peuvent pas produire de poils noirs ou foie et qui produisent donc des poils jaunes à la place. Cet allèle est appelé rouge récessif. Deux exemplaires sont nécessaires pour qu'un chien l'exprime. Tous les labradors non jaunes sont Ee (porteur jaune, peut avoir des chiots jaunes) ou EE (pas de porteur jaune, ne peut pas produire de chiots jaunes).

Les Yellow Labs peuvent avoir un pigment nasal noir ou hépatique, selon qu'ils sont génétiquement noirs ou hépatiques. Le rouge récessif empêche la production d'eumélanine dans le pelage, mais cela n'affecte pas le nez, c'est donc toujours une bonne indication du génotype du locus B d'un chien jaune. Les génotypes possibles pour les labradors, en tenant compte des loci B et E et en se rappelant que tout chien bb aura un pigment hépatique et tout chien ee sera jaune, sont :

BBEE - noir

BBEe - noir (porteur jaune)

BBee - jaune pigmenté noir

BbEE - noir (porteur du foie)

BbEe - noir (foie et porteur jaune)

Bbee - jaune pigmenté de noir (porteur du foie)

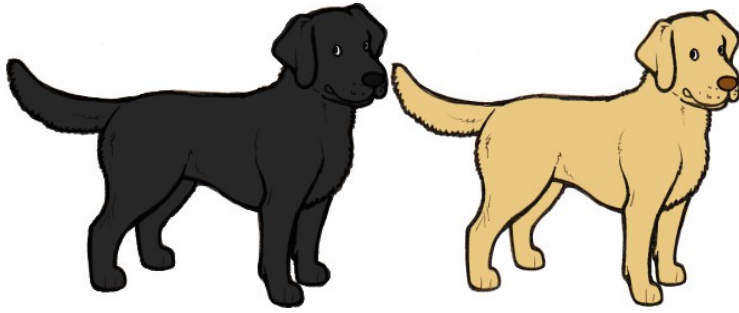
bbEE - foie

bbEe - foie (porteur jaune)

bbee - jaune pigmenté de foie

L'élaboration de la génétique de reproduction des labradors à l'aide de ces nouvelles informations est là où les choses se compliquent un peu. Nous avons maintenant deux loci à mettre dans notre carré Punnett. La façon la plus simple de le faire est de calculer chaque locus séparément, puis de les assembler.

Alors, pour commencer, calculons les résultats d'un élevage entre ces deux chiens :



Le génotype du jaune pigmenté du foie, en regardant la liste ci-dessus, doit être bbee. Le noir peut être BBEE, BB $\bar{E}$ e, BbEE ou Bb $\bar{E}$ e. Pour rendre les choses aussi intéressantes que possible, disons que c'est le dernier, Bb $\bar{E}$ e (foie et porteur jaune).

La première chose que nous devons faire est de déterminer le locus B. Notre élevage est bb x Bb

	B	b
b	Bb	bb
b	Bb	bb

Deuxièmement, nous devons déterminer le locus E. Notre élevage est ee x Ee :

	E	e
e	Ee	ee
e	Ee	ee

Maintenant, nous faisons un autre carré Punnet plus grand combinant les deux. Au lieu de mettre un parent en haut et un sur le côté, nous mettons les résultats du locus E et du locus B dans ces cases.

Il y a quatre résultats pour chacun de ceux-ci, donc le carré Punnet doit être de 4 x 4 (donnant 16 résultats) :

	Bb	Bb	bb	bb
Ee				
Ee				
ee				
ee				

	Bb	Bb	bb	bb
Ee	BbEe	BbEe	bbEe	bbEe
Ee	BbEe	BbEe	bbEe	bbEe
ee	Bbee	Bbee	bb ee	bb ee
ee	Bbee	Bbee	bb ee	bb ee

Cela signifie que chaque chiot a : 4/16 chances d'être noir, 4/16 chances d'être foie, 4/16 chances d'être jaune pigmenté noir et 4/16 chances d'être jaune pigmenté foie. Nous pouvons réduire ces fractions pour les rendre plus petites et plus faciles à utiliser. 4/16 réduit de 2 est 2/8, réduit de 2 à nouveau est 1/4. Ainsi, chaque chiot a 1 chance sur 4 (c'est-à-dire 25%) d'être de chaque couleur.

-----

Une autre complication de la génétique du Labrador est la variation de la nuance de jaune. Ceci est causé par un locus nouvellement cartographié connu sous le nom **de I (pour « intensité »)**. Ce locus détermine **l'intensité du pigment phaeomélanine** (rouge) et détermine ainsi si un Labrador est blanc, jaune, doré ou rouge.

Bien que deux allèles de base aient été localisés sur ce locus jusqu'à présent, ils ne semblent pas expliquer toutes les variations d'intensité de la phaeomélanine et ne sont pas applicables à toutes

les races. Ainsi, comme la base génétique de cette variation d'intensité n'est pas vraiment connue, nous ne pouvons pas l'ajouter à nos calculs. Cependant, il est important de se rappeler que la variation est là et que l'intensité se transmet des parents aux chiots, même si nous ne savons pas encore exactement comment.

## IV : LES SERIES

---

### A) RESUME DE LA SERIE

Cette page est simplement conçue comme une référence rapide pour montrer ce qui se trouve sur chaque locus.

N'oubliez pas que chaque chien a deux allèles de chaque locus. Ils peuvent avoir deux allèles identiques, auquel cas ils sont homozygotes, ou deux allèles différents, auquel cas ils sont hétérozygotes. Dans la plupart des cas, un chien hétérozygote exprimera celui de ses allèles qui est le plus dominant. Une dominance parfois incomplète se produit (probablement dans les marques A locus tan et presque certainement dans les marques blanches), ce qui signifie que le chien exprime le gène le plus dominant mais est également partiellement affecté par le moins dominant. Par exemple, un génotype de Ssp (une copie de l'allèle sans taches blanches, une copie de l'allèle pie) peut donner un chien avec quelques marques blanches, mais moins qu'un pie homozygote (spsp).

Les allèles sont classés grosso modo par ordre de dominance. Pour certains loci, ce n'est qu'une supposition et peut être incorrect.

N'oubliez pas non plus les deux types de pigments - l'eumélanine (noir, foie, bleu, isabelle), qui affecte le pelage, le nez et les yeux, et la phaeomélanine (rouge), qui n'affecte que le pelage. J'ai précisé ci-dessous quel type de pigment est affecté par chaque locus.

---

### LOCUS A

("série agouti", affecte la distribution à la fois de l'eumélanine et de la phaeomélanine)

- **Ay** : Sable (rouge avec ou sans liseré noir). Autrefois étiqueté ay quand on croyait que le noir dominant était au-dessus de lui sur le locus A, mais maintenant le noir a reçu son propre locus (K) et la zibeline a été promue au plus dominant sur son locus (a donc gagné une lettre majuscule !).

- **aw** : agouti (poils en bande). Comme la zibeline ci-dessus, mais les poils sont partout rayés de noir. Le gène responsable du gris loup.

- **at** : Points feu (corps noir avec du rouge sur le museau, la poitrine, les sourcils, les pattes et l'évent). Dominant uniquement sur le noir récessif (ci-dessous), un chien doit donc être homozygote pour les points feu afin de les exprimer (ou hétérozygote pour les points noirs et feu récessifs, mais le noir récessif est très rare). Les points de bronzage peuvent être modifiés par le gène de la selle RALY.

- **a** - Noir récessif (noir uni sans rouge dans le pelage).

---

## LOCUS B

Locus B ("foie", affecte la couleur de l'eumélanine)

- **B : pigment normal**. Un chien Bb ou BB produit une eumélanine noire normale.
- **b : pigment du foie**. Un chien bb produit de l'eumélanine de foie au lieu de noir. Il existe trois variantes de b (bc, bd et bs), qui sont toutes identiques sur le plan phénotypique.

---

## LOCUS D

("série de dilution", affecte l'intensité de l'eumélanine)

- **D : pigment normal**.
- **d : Pigment dilué**. Quand homozygote (dd), vire du noir au bleu et du foie à isabelle. Il existe au moins trois variantes phénotypiquement identiques de d, généralement étiquetées d1, d2 et d3

---

## Co LOCUS

Co locus (cacao chez les bouledogues français)

- **Co : Non cacao** (pigment normal)
- **co : Cacao** (eumélanine brune, semblable au foie)

---

## LOCUS E

E locus ("série d'extension", affecte la distribution de l'eumélanine)

- **Em : Masqué** (noir sur le museau et les oreilles, et s'étendant parfois jusqu'au bout noir sur la poitrine et/ou le dos).
- **E : Extension normale** (pas de restriction de pigment). Habituellement écrit avec une majuscule, mais est en fait récessif à Em.
- **Ex : Grizzle/Domino** (version lévrier). Trouvé uniquement dans certaines races de lévriers (Barzoï, Saluki, Lévrier afghan, etc.). Peut être exprimé sur n'importe quelle combinaison d'allèles de locus A (bien que les marques classiques n'apparaissent que sur atat), et affecte également le noir dominant, provoquant un effet zibeline/phoque grisâtre.
- **EA : Northern domino** (précédemment étiqueté Ed). Comme par exemple ci-dessus, mais se produit sur les races nordiques et certaines races primitives. par exemple. Husky de Sibérie, Malamute d'Alaska, Lapphund finlandais, Chihuahua.

- **Eh : Cocker Spaniel sable** (ombrage eumélanine sur le dos, comme avec domino). Trouvé uniquement chez les Cocker Spaniels. Nécessite des points bronzés (atat) pour s'exprimer, ainsi qu'une dominante noire.

- **e : Rouge récessif** (rouge continu partout, sauf pour les marques blanches). Un chien ee est incapable de produire de l'eumélanine (noir) dans son pelage. Tout endroit noir deviendra rouge. Les yeux et le nez ne sont cependant pas affectés (un chien roux récessif peut toujours avoir un nez noir). Il existe au moins trois variantes phénotypiquement identiques de e, généralement étiquetées e1, e2 et e3

---

### LOCUS G

("série grisonnante", affecte la façon dont l'eumélanine conserve son intensité au fil du temps)

- **G : grisaillement progressif**. Un chien avec un ou deux gènes G naîtra de couleur foncée et ses poils s'éclairciront avec le temps.

- **g : Normal** (pas d'éclaircissement du pigment).

---

### LOCUS H

("série arlequin", modifie merle)

- **H : Arlequin**. Les zones entre les taches sur un chien merle deviennent blanches, laissant des taches pigmentées solides sur une base blanche. Fonctionne uniquement avec le gène merle et n'affecte pas les chiens non merle. Gène mortel embryonnaire lorsqu'ils sont homozygotes, tous les arlequins sont testés comme Hh.

- **h : Non arlequin** (expression normale du merle).

---

### LOCUS I

("Série d'intensité", affecte la richesse de la phaeomélanine)

- **I : Normal** (pas d'éclaircissement du pigment).

- **i : phaeomélanine diluée** (pâle)

---

## LOCUS K

("série noire", affecte l'eumélanine)

- **KB** : Noir (noir uni partout). Remplace la série A (agouti). Aucun gène sur le locus A ne sera exprimé.

- **kbr** : bringé (rayures noires sur fond rouge). **kbr est dominant sur ky**, donc un chien n'a besoin que d'un kbr pour être bringé (mais sera remplacé par un gène KB). Les chiens bringés exprimeront les gènes qui se trouvent sur leur locus A, mais les parties rouges du pelage (phaeomélanine) seront bringées (les parties noires ne seront pas affectées).

- **ky** : Noir non uni. Un chien kyky exprimera les gènes qui se trouvent sur son locus A.

---

## LOCUS M

("série merle", affecte l'intensité de l'eumélanine)

- **Mc/Mc+** : Merle cryptique - apparaîtra de couleur unie.

- **Ma/Ma+** : Merle atypique - quelques merlings peuvent être visibles, mais ils peuvent être grisâtres.

- **M** : Normal Merle (taches noires sur fond gris). Dilue des sections aléatoires du pelage en une couleur plus claire, laissant des taches de pigment complet. La phaeomélanine n'est pas affectée  
- seules les zones d'eumélanine peuvent être fusionnées.

- **Mh** : Arlequin merle Certaines zones de pigments sont diluées jusqu'au blanc.

- **m** : Non merle (expression normale de l'eumélanine).

---

## LOCUS S

(« spotting series », affecte la distribution de tous les pigments)

- **S** : Pas de blanc (tout le pelage est pigmenté - pas de taches blanches ou peu de taches blanches).

- **sp** : Piebald (homozygote provoque plus de 50 % de blanc, avec de grandes taches pigmentées sur une base blanche). Les pies hétérozygotes peuvent avoir des quantités variables de blanc, d'aucun à "pseudo-irlandais" (phénotypiquement le même motif que les taches irlandaises mais pas causé par le même allèle)

- **si** : taches irlandaises (blanches sur le museau, le cou, la poitrine, les pattes et le bout de la queue). Ce type de taches blanches n'est peut-être pas réellement sur le locus S mais je l'ai inclus ici faute d'autre endroit pour le mettre ! Les homozygotes sp provoquent des marques

irlandaises et les hétérozygotes peuvent avoir n'importe quelle quantité de blanc entre le solide et l'irlandais.

---

### LOCUS T

("série de ticking", affecte la distribution de tous les pigments)

- **T : Coutil** (les zones blanches sont cochées de petites taches ou de taches de couleur). Le tic-tac est la couleur qui aurait été sur cette zone si le chien n'avait pas de blanc. Suspecté d'être un autre cas de dominance incomplète - un chien TT a un tic-tac plus lourd qu'un chien Tt.

- **Tr : Roan** (plus dense que le ticking) - l'allèle n'est qu'une hypothèse.

- **t : Blanc clair** (pas de tic-tac sur les zones blanches).

---

### LOCUS Z

Locus Z (albinos chez les dobermanns)

- **Z : Non albinos** (pigment normal)

- **z : Albinos** (pigment dilué à blanc cassé)

## B) RESUME DE RESUME

### **Locus A -**

**Ay** - zibeline/ fawn / sable

**aw** - agouti/gris loup

**at** - points de bronzage

**a** - noir récessif

### **Locus B -**

**B** - non hépatique

**b** (bc/bd/bs) - foie / liver

**locus D -**

D - pas de dilution

d1/d2/d3 - dilution d'eumélanine en bleu ou isabelle

**Co-locus -**

Co - non cacao

co-cacao

**E locus -**

Em - masque noir

E - extension normale (pas de masque)

Ex : grizzle/domino (lévrier)

EA (alias Ed) - grizzle/domino (Nord)

Eh - Cocker zibeline

e1/e2/e3 - rouge récessif

**locus G -**

G - grisonnement

g - pas de grisaillement

**locus H -**

H - arlequin

h - non arlequin

**locus I -**

I - pas de dilution rouge

i - dilution rouge

**locus K -**

**KB - noir uni**

**kbr - bringé**

**kb - noir non solide**

**locus M -**

**Mc/Mc+ - merle cryptique**

**Ma/Ma+ - merle atypique**

**M - merle normal**

**Mh - arlequin merle**

**m - non-merle**

**locus S -**

**S - pas de taches blanches**

**sp - pie**

**si - taches irlandaises (peut ne pas être sur le locus S)**

**locus T -**

**T - tic tac**

**Tr - rouan**

**t - pas de tic-tac**

Un allèle de locus A ne sera exprimé que lorsqu'un chien n'a pas de gène noir dominant (KB). Les allèles du locus S (taches blanches) apparaissent au-dessus de tout ce que possède un chien - il n'y a rien qui puisse les masquer, à l'exception peut-être des allèles du locus I, qui peuvent les rendre difficiles à voir. Les allèles du locus D et B pour le foie et la dilution remplaceront tous les allèles pour le noir (dominant ou récessif) et modifieront toute l'eumélanine sur le chien. Les allèles du locus E ne sont remplacés par rien d'autre que les loci I (intensité) et S (taches

blanches), donc le rouge récessif sera exprimé même sur un chien noir dominant. Des masques noirs seront également exprimés mais peuvent ne pas être visibles sur un chien noir. Le locus H ne sera exprimé que sur un chien avec l'allèle merle (locus M) et le locus T ne sera exprimé que sur un chien avec des taches blanches (locus S).

### **C) TOUS ENSEMBLE**

Essayons rapidement de rassembler toutes ces informations. Voici un génotype pour un chien que nous allons déchiffrer pour déterminer à quoi ressemblerait réellement le chien :

**AyatBbddeEmggHhkkmmSStt**

Cela semble intimidant, alors prenons chaque paire de gènes individuellement, en nous référant au résumé de la série ci-dessus pour voir ce que signifie chaque lettre :

**Ayat** - un allèle pour les points de bronzage et un pour la zibeline. La zibeline est dominante sur les points feu, donc le chien sera zibeline.

**Bb** - un allèle pour le foie et un pour l'expression normale de l'eumélanine. Ainsi, le chien n'aura pas de pigment hépatique, car l'allèle du foie est récessif.

**dd** - deux allèles pour la dilution de l'eumélanine. Ainsi, le chien exprimera l'eumélanine bleue.

**eEm** - un allèle pour le rouge récessif, un pour un masque d'eumélanine. Le masque est dominant sur le rouge récessif, le chien aura donc un masque.

**gg** - deux allèles pour pas de grisaillement. Ainsi, le chien n'aura pas de grisaillement.

**Hh** - un allèle pour arlequin, un pour non-arlequin. Ainsi le chien exprimera arlequin s'il est aussi merle.

**kyky** - deux allèles pour le noir non solide. Ainsi, le chien ne sera pas noir uni et exprimera ses allèles de locus A.

**mm** - deux allèles pour le non-merle. Donc le chien ne sera pas merle.

**SS** - deux allèles pour l'absence de taches blanches. Ainsi, le chien n'aura pas de blanc.

**Tt** - un allèle pour le tic-tac, un pour l'absence de tic-tac. Le chien aura donc du tic-tac.

Donc notre chien aura de la **zibeline** (qui peut transparaître car il n'y a pas d'allèle noir dominant pour l'empêcher de s'exprimer), ce sera un **dilué** car c'est dd, donc il aura de l'eumélanine bleue. Il aura le gène de **l'arlequin mais ne l'exprimera pas** car il n'a pas de gène merle. De même, il aura le gène du **tic-tac mais ne pourra pas l'exprimer non plus car il n'a pas de blanc**. Il n'a pas non plus de gris, pas de bringé et pas de rouge récessif, mais il a un **masque**.

## V : NOTES SUR LA MUTATION, L'EVOLUTION ET L'ELEVAGE SELECTIF

---

### A) PLUS D'INFORMATION SUR LE FONCTIONNEMENT DES GENES

Les gènes codent pour les protéines. Les protéines font tourner le monde. Pas tout à fait littéralement, mais nous ne serions certainement pas ici pour remarquer que le monde tourne sans les protéines. Ils sont impliqués dans chaque processus au sein de nos cellules et par conséquent permettent la vie elle-même.

Une protéine est constituée d'une chaîne d'acides aminés. Il existe 20 types différents d'acides aminés, ce qui offre de nombreuses possibilités dans les chaînes, mais toutes les combinaisons ne produiront pas une protéine fonctionnelle. Un gène est un ensemble d'instructions indiquant à la cellule exactement quels acides aminés doivent être présents et dans quel ordre. La cellule lit ces instructions et assemble les acides aminés corrects dans des processus connus sous le nom de transcription et de traduction.

La structure exacte de ces instructions est une série de nucléotides, également appelés bases, qui sont utilisés comme indicateurs (c'est-à-dire qu'ils disent quelque chose à la cellule). Ces bases sont A (adénine), G (guanine), T (thymine) et C (cytosine). Une séquence de trois bases (un "codon") indique un acide aminé particulier. Il existe également des codons qui indiquent la fin de l'information pour ce gène (codons d'arrêt). Dans la plupart des séquences d'ADN, il existe en fait de longues sections de codons redondants, qui ne codent pour rien et sont simplement ignorés lors de la transcription. Ces sections sont des vestiges de points antérieurs de l'évolution de l'espèce et peuvent en fait être des indices très utiles pour aider à établir les liens génétiques entre une espèce et ses ancêtres.

### B) LES CHROMOSOMES X ET Y

Les gènes résident sur des structures d'ADN appelées chromosomes, dont les chiens ont 39 paires dans leurs cellules (les humains en ont 23). Les chromosomes X et Y déterminent le sexe et contiennent un petit nombre de gènes. Chez les mammifères, les femelles ont deux chromosomes X (XX) et les mâles ont un X et un Y (XY). Le Y est le chromosome mâle, et tout mammifère avec un seul Y sera un mâle. YY n'est pas une combinaison possible, car cela ne pourrait être fait qu'à partir de XY x XY - c'est-à-dire un élevage entre deux mâles !

Le rapport hommes/femmes est toujours d'environ 1:1 (50 % d'hommes, 50 % de femmes), comme on peut le constater en traçant un rapide carré de PUNNETT :

	X	Y
X	XX	XY
X	XX	XY

Le chromosome Y contient en fait beaucoup moins de gènes fonctionnels que le chromosome X. Il peut se permettre d'en avoir moins - un mammifère mâle aura toujours un chromosome X ainsi qu'un Y, donc si un gène est sur le X mais pas sur le Y, il peut simplement utiliser la copie sur le X. Cela signifie qu'il y a des gènes qui sont liés au sexe, car ils n'apparaissent que sur l'un des chromosomes sexuels.



Il n'y a pas de gènes de couleur liés à l'X chez les chiens, donc les implications de ceci peuvent être plus facilement observées chez les chats en écaille de tortue (calico). L'écaille de tortue est un mélange de phaeomelanin (red tabby, en fait - les chats ne viennent pas dans les manteaux rouges unis que nous voyons chez les chiens) et d'eumélanine, patché de manière aléatoire. Le gène qui fait qu'un chat est rouge ou noir a deux formes - O provoque "orange" (red tabby, fonctionne essentiellement de la même manière que le rouge récessif chez les chiens) et o (eumélanine, généralement noire). Ce gène n'est porté que sur le chromosome X, donc chaque chat aura soit O soit o sur chacun de ses chromosomes X. Comme les chats mâles n'ont qu'un seul X, ils n'ont qu'une seule copie de l'allèle O. Si cette copie est O, alors ils seront rouge uni (ou plutôt, red tabby), et si la copie est o alors ils seront noir uni (ou autre couleur eumélanine). Mais bien sûr, les femelles ont deux X, donc elles ont deux copies du gène O. S'ils sont hétérozygotes (une copie de O et une copie de o, plutôt que deux copies de l'une d'entre elles), ils seront en écaille de tortue.

Le patching aléatoire est causé par un processus où la chatte « éteint » l'un de ses chromosomes X (choisi au hasard) dans chacune de ses cellules à un moment donné au cours de son développement précoce. À ce stade, elle n'est encore qu'un petit embryon ou un fœtus composé de peu de cellules (rappelez-vous que lorsque la fécondation d'un ovule se produit, il commence immédiatement à se multiplier, de sorte que toutes les cellules composant l'animal sont les descendants de cette seule cellule). Au fur et à mesure qu'elle se développe, les cellules continuent de se multiplier, et celles qui descendent des cellules où le X portant o a été désactivé produiront un pigment rouge (phaeomélanine), car elles utilisent l'allèle O sur le chromosome actif pour déterminer la protéine pigmentaire qu'elles produisent. Et de même, si le X portant l'allèle O est désactivé, les cellules produiront un pigment noir (eumélanine). Le groupe de cellules descendant de chaque cellule d'origine constituera la tache noire ou rouge. La taille des patchs dépend du nombre de cellules descendantes de celle d'origine où l'arrêt a eu lieu. Par conséquent, plus tard dans le développement l'extinction se produit dans une cellule particulière, plus le patch associé à cette cellule sera petit. Quelles cellules désactivent quel chromosome est entièrement aléatoire et non déterminé par la génétique, de sorte que même les chatons jumeaux en écaille de tortue auraient des taches différentes. Cela a causé une certaine surprise et confusion lorsque des chats en écaille de tortue ont été clonés dans des laboratoires et que le clone a fini par être complètement différent du chat d'origine !



Croyez-le ou non, ces trois chats écaille de tortue sont de la même portée

-----

Le système impliquant l'activation et la désactivation de gènes est connu sous le nom d'« **épigénétique** », et le processus d'activation de l'un des chromosomes X est appelé inactivation ou **lyonisation du chromosome X**. Il s'agit de raccourcir le chromosome X choisi pour qu'il ressemble davantage au chromosome Y, et signifie qu'il ne peut pas être pleinement utilisé par la cellule. C'est en fait la façon dont le corps rééquilibre l'équilibre entre les hommes et les femmes, de sorte que les deux expriment le même nombre de chromosomes (plutôt que les femmes en exprimant deux et les hommes un). **La lyonisation se produit chez toutes les femelles, mais les chats écaille de tortue rendent le processus étonnamment visible.**

Il est toujours possible que les chats mâles soient en écaille de tortue, bien que ce ne soit pas courant. Il existe une maladie, également présente chez l'homme, connue sous le nom de **syndrome de Klinefelter**. C'est alors qu'un mâle a **trois chromosomes, XXY**, plutôt que deux. Tout comme chez les femelles, l'un des chromosomes X est éteint, ce qui permet le développement de la coloration écaille de tortue (mais bien sûr, seulement si le chat a le bon génotype). Cependant, cette condition entraîne la **stérilité des mâles**.

Un dernier point d'intérêt est que tous les animaux femelles sont techniquement des mosaïques. Le **mosaïcisme** se produit lorsque les cellules d'un animal contiennent plus d'un génotype différent. La raison la plus courante est l'inactivation de l'X, et l'une des raisons les plus inhabituelles est que l'animal est une chimère (une combinaison de plus d'un embryon). Il existe un certain nombre d'autres causes de mosaïcisme, et il est intéressant de noter que les chiens bringés sont également techniquement des mosaïques.

-----

L'hémophilie et le daltonisme chez l'homme, qui affectent principalement les hommes, sont d'autres exemples familiers d'expression génétique liée au sexe.

L'**hémophilie** est un trouble de la coagulation sanguine causé par un **gène récessif défectueux trouvé uniquement sur le chromosome X**. Les femelles, ayant deux X, suivent les règles d'héritage habituelles pour ce gène. Une femme avec un seul exemplaire ne l'exprimera pas (elle sera porteuse de l'hémophilie), mais une femme avec deux exemplaires fera l'affaire (elle en sera atteinte). Cependant, pour les hommes, une seule copie du gène défectueux entraînera l'hémophilie. En effet, chez les femelles possédant une copie du gène défectueux et une copie de gène normal, suffisamment de cellules du corps désactivent le gène défectueux (par inactivation du chromosome X) pour permettre à la femelle de présenter peu ou pas de symptômes de la maladie (sauf dans de rares cas où la lyonisation aléatoire entraîne un plus grand nombre de gènes désactivant le gène sain, auquel cas la femelle peut présenter certains symptômes). Les hommes ne peuvent avoir qu'une seule copie de ce gène particulier (car il ne se produit que sur X et non sur Y), ils n'ont donc qu'une seule chance de bien faire les choses (bien qu'un homme atteint du syndrome de Klinefelter, voir ci-dessus, puisse très bien échapper au problème).

**Les femmes peuvent être porteuses d'hémophilie, mais pas les hommes.** Pour qu'un homme en hérite, il a seulement besoin que sa mère soit porteuse (et pour être un peu malchanceux - seulement la moitié de ses enfants hériteront du gène défectueux, et seulement la moitié d'entre eux seront probablement des hommes. La chance d'une femme porteuse produisant un garçon hémophile est d'environ 1 sur 4). Pour qu'une femme souffre d'hémophilie, elle aurait besoin d'une copie du gène des deux parents. Cela signifierait que sa mère devrait être porteuse et que son père devrait être une victime.

Curieusement, **l'hémophilie protège en fait du paludisme**. Dans certaines régions d'Afrique, la prévalence du paludisme signifie qu'il peut en fait être avantageux d'être porteur ou atteint d'hémophilie et, par conséquent, la mutation est beaucoup plus fréquente dans ces régions que dans la population générale.

C'est un peu une parenthèse, mais intéressante.

### **C) LES MUTATIONS :**

Les mutations se produisent lorsqu'il y a une **erreur dans le processus de réplication de l'ADN**. Le processus est généralement très précis et les erreurs sont rares, mais elles se produisent à l'occasion. L'erreur consiste généralement en une base copiée de manière incorrecte, par exemple le codon GTC est copié en tant que GAC. Cela modifie l'acide aminé pour lequel le codon code et, par conséquent, la séquence d'acides aminés constituant la protéine, ce qui entraîne la production d'une protéine légèrement différente (ou d'une protéine structurée différente). C'est ainsi que différents allèles naissent - par le biais de mutations dans les gènes normaux.

Plus une séquence d'ADN est copiée, plus il est probable qu'une mutation se produise. Par conséquent, les cellules à réplication rapide sont plus susceptibles de produire des mutants. Les cellules sexuelles mâles (spermatozoïdes) sont répliquées beaucoup plus de fois que les cellules sexuelles femelles (œufs), dont très peu sont produites au cours de la vie d'un mammifère femelle. Cela signifie qu'il y a beaucoup plus de possibilités d'erreurs chez le mâle. La probabilité de ces erreurs augmente avec l'âge de l'homme.

-----

### **D) SELECTION NATURELLE ET EVOLUTION**

Lorsqu'une mutation se produit, la nouvelle protéine peut être plus ou moins efficace que l'originale. Des protéines moins efficaces peuvent entraîner des problèmes pour l'animal, si la protéine est vitale. Par exemple, la drépanocytose est causée par une mutation dans une seule base du gène qui code pour l'hémoglobine, qui est une partie essentielle des globules rouges. Les globules rouges transportent l'oxygène dans tout le corps, et leur forme leur permet de le faire efficacement. Le changement de base unique qui est présent chez les personnes atteintes de drépanocytose entraîne une modification de la structure de l'hémoglobine dans les globules rouges, ce qui affecte leur forme. La nouvelle forme est beaucoup moins efficace pour transporter l'oxygène.

Les mutations qui réduisent la capacité de survie de l'animal ne sont pas susceptibles de faire partie de l'ADN général d'une espèce. La simple raison en est que les animaux porteurs de la

mutation sont susceptibles de mourir avant d'avoir eu la chance de transmettre leurs gènes. Les animaux sans la mutation vivront plus longtemps et se reproduiront davantage, de sorte que le nombre d'animaux de l'espèce sans la mutation finira par dépasser le nombre de ceux qui en sont porteurs. Parfois, des mutations se produisent qui profitent à l'animal, et celles-ci peuvent très bien devenir une partie de l'ADN de l'espèce, en raison de l'augmentation du taux de survie et de reproduction des animaux avec elles. Le principe est simple : la nature sélectionne les mutations qui sont bonnes et supprime celles qui sont mauvaises. Parfois, le bénéfice pour l'animal peut être difficile à discerner, surtout si la mutation n'entraîne qu'un très léger changement. Cependant, la sélection se produit même ici, bien que très lentement. Un guépard avec des pattes légèrement plus longues que les autres guépards peut être un coureur légèrement plus rapide. Cette légère augmentation de la vitesse donnera à ce guépard et à ses descendants un léger avantage lorsqu'il s'agira d'attraper des proies. En période de sécheresse, lorsque les proies sont difficiles à trouver, ces guépards ont une chance de survie légèrement supérieure à celle des autres guépards. Le nombre de guépards avec la mutation augmentera lentement jusqu'à ce qu'il dépasse le nombre sans, et finalement tous les guépards l'auront.

Comme le montre l'exemple de la sécheresse, les changements dans l'environnement peuvent affecter les mutations les plus utiles et ainsi affecter le processus de sélection naturelle. Parfois, ils accélèrent simplement les changements déjà en cours en rendant les conditions plus difficiles, et d'autres fois, ils peuvent provoquer des changements complètement nouveaux, comme chez le papillon poivré (voir ci-dessous), où des mutations provoquant des ailes plus sombres ont été sélectionnées en raison d'un changement environnemental.

Les mutations sélectionnées ne sont pas nécessairement les "bonnes", comme dans l'exemple de l'hémophilie plus haut dans la page. Dans une région où le paludisme est courant, l'hémophilie peut être le moindre de deux maux.

L'évolution est l'accumulation de changements génétiques dans une espèce au fil du temps. C'est un processus lent, car la plupart des changements génétiques sont très mineurs (comme la légère augmentation de la longueur des pattes du guépard). Finalement, une série de petites étapes s'ajoutera à une grande, et l'espèce changera suffisamment pour qu'elle soit classée comme une nouvelle espèce. Généralement, à ce stade, l'ancienne espèce a disparu, bien qu'elle puisse parfois continuer à exister de manière isolée ailleurs. Les espèces avec un taux de reproduction élevé évolueront plus rapidement que celles avec un taux de reproduction lent, par exemple les souris évoluent plus rapidement que les éléphants.

-----

Des exemples célèbres d'évolution incluent les pinsons de Darwin (diversification - évolution pour combler les lacunes) et le papillon poivré (évolution en réponse au changement environnemental).

Les pinsons de Darwin (ainsi appelés parce que Charles Darwin les a étudiés en détail) sont une collection d'espèces de pinsons vivant aux Galapagos. Ils sont tous très étroitement liés et proviennent d'un seul ancêtre. Chaque espèce possède une taille et une forme de bec

différentes, ce qui lui permet de se nourrir de choses différentes. À bien des égards, les espèces de pinsons sont très similaires. Ils sont un excellent exemple de la façon dont une espèce s'est diversifiée afin de profiter de différentes sources de nourriture. Un individu capable de se nourrir de quelque chose de nouveau se débrouillera très bien pour lui-même, car il n'aura aucune concurrence pour sa source de nourriture. Il évoluera d'abord en une variété/sous-espèce de l'espèce d'origine, puis finalement en une nouvelle espèce.

Le papillon poivré est généralement blanc avec des motifs sombres, ce qui lui permet de se fondre dans le lichen des arbres et le rend ainsi moins sensible à la prédation. Cependant, pendant la révolution industrielle en Grande-Bretagne dans les années 1800, la pollution a causé la mort du lichen et le papillon poivré n'était plus aussi bien camouflé. Un papillon blanc se détache comme un pouce endolori sur un arbre brun, de tels papillons étaient donc très susceptibles d'être la proie. Chez un petit nombre d'individus, une mutation s'est produite qui a entraîné une forme mélanique (sombre). C'est quelque chose qui se produit chez de nombreuses espèces, avec la mutation albinos, mais généralement la sélection naturelle va à l'encontre de la mutation. Dans le cas du papillon poivré, cependant, ces individus sombres sont devenus les plus susceptibles de survivre et de se reproduire. En très peu de temps, la constitution génétique de l'espèce a changé de sorte que la majorité des papillons poivrés étaient sombres. Au fur et à mesure que la pollution diminuait dans les années 1900 et que le lichen commençait à revenir, ce changement s'est inversé et le papillon poivré est maintenant principalement revenu à sa forme blanche. L'évolution ne se produit pas souvent aussi rapidement, et lorsqu'elle se produit, c'est généralement en réponse à un changement environnemental drastique. Dans de telles situations, de nombreuses espèces disparaissent parce qu'elles sont incapables d'évoluer assez rapidement. Ils peuvent avoir un taux de reproduction/mutation lent, ou ils peuvent simplement, par malchance, ne pas produire la bonne mutation dans le court laps de temps dont ils disposent.

-----

## E) QU'EST CE QU'UNE ESPECE ?

Officiellement, si deux animaux sont incapables de s'accoupler dans la nature et de produire une progéniture fertile, ils sont d'espèces différentes. Cependant, il existe de nombreux cas où cela ne semble pas raconter toute l'histoire. Certaines espèces d'oiseaux (en particulier les canards et les oies) sont capables de se croiser sans problème, ainsi que de nombreuses plantes, et la stérilité de nombreux hybrides est une question de degré, certains étant simplement moins fertiles que leurs parents. Parfois, cela dépend même du sexe - les mâles sont plus susceptibles d'être stériles que les femelles. Le plus gros problème est peut-être de comprendre comment les espèces se séparent exactement les unes des autres.

Le chien domestique a reçu le statut de sous-espèce du loup gris et a reçu le nom scientifique de *canis lupis familiaris* (le loup est *canis lupis*). Une sous-espèce est une variété d'espèces qui semble être génétiquement distincte des autres, mais qui est néanmoins capable de se croiser

avec d'autres espèces sans aucun problème. Dans le cas du chien domestique, il semble ridicule au premier abord de dire qu'un chihuahua appartient à la même espèce que le loup. Mis à part les difficultés physiques liées au croisement de ces deux membres de l'espèce, le Chihuahua ne ressemble en rien au loup. Le loup rouge (*canis rufus*) et le loup gris semblent avoir plus en commun que n'importe quel loup avec la plupart des chiens domestiques, mais ils sont classés comme des espèces distinctes.

La clé réside en fait dans l'ADN. Une grande variation peut exister dans l'ADN d'une espèce, ce qui peut entraîner des différences visuelles et comportementales drastiques entre les sous-espèces. Cependant, cette variation ne peut être que dans des parties particulières de l'ADN. Des changements tels que le déplacement de chromosomes vers d'autres endroits de l'ADN suffisent à créer des difficultés de reproduction et ainsi à distinguer différentes espèces. La plupart de ces changements définissant les espèces ne sont pas encore connus de la science.

Il apparaît que l'élevage sélectif par l'homme, en se concentrant presque entièrement sur la production de traits esthétiques et comportementaux, ignore les changements qui rendraient impossible le croisement de nos animaux domestiques avec leurs cousins sauvages, et que la sélection naturelle, en revanche, a tendance à favoriser. Le corps d'un chien fonctionne toujours de la même manière que le corps d'un loup, même s'ils semblent si différents à l'extérieur.

## **F) LA REPRODUCTION SELECTIVE :**

L'élevage sélectif est fondamentalement une conception intelligente. C'est la sélection de couples reproducteurs par des êtres conscients dans un but, que ce soit pour créer un chien de travail ou un cochon d'Inde de compagnie. La sélection naturelle, en revanche, n'a aucun but. Il s'agit simplement de créatures tendant à survivre plus ou moins bien en raison de leur constitution génétique, et donc tendant à créer des espèces et des sous-espèces avec des constitutions génétiques similaires. Il n'y a pas de sélection consciente de traits particuliers et, par conséquent, la sélection naturelle est beaucoup, beaucoup plus lente que la reproduction sélective. Un trait peut être reproduit dans une espèce par reproduction sélective en quelques générations seulement, alors que cela peut prendre des centaines ou des milliers d'années dans une espèce sauvage.

Il existe des preuves récentes que la reproduction sélective pour un caractère peut introduire par inadvertance d'autres caractères, il n'est donc peut-être pas vrai que tous les caractères des animaux domestiques ont été spécifiquement sélectionnés.

Une étude à long terme sur la domestication des renards a introduit cette idée surprenante. Environ 35 générations de renards roux en phase argentée (*vulpes vulpes*) ont été sélectivement élevées par des scientifiques russes pour un seul trait : l'appivoisement. Les renards qui en résultent se comportent beaucoup comme des chiens et présentent des mutations surprenantes. La plupart des mutations sont très rares et ne se sont produites que chez quelques renards jusqu'à présent, mais elles incluent des queues recourbées, des taches blanches, des oreilles pliées et des pattes courtes.

Le fondateur de l'étude, Dmitry K. Belyaev, a remarqué que la plupart des espèces de mammifères domestiquées présentent les mêmes types de changements physiques. Les oreilles pliées se produisent chez les chiens, les chats et les porcs, entre autres, et les manteaux bouclés se trouvent également chez les rats, les souris, les moutons et plus encore. Des taches blanches (manque de pigment dans des zones particulières en raison d'un leucisme partiel) apparaissent chez la plupart, sinon tous les mammifères domestiqués. Ces changements et d'autres semblent être plus ou moins universels et apparaissent dès le début de la domestication, suggérant que c'est quelque chose dans le processus de domestication qui les provoque. On ne sait pas exactement de quoi il s'agit, mais Belyaev pensait que cela était dû aux liens entre les gènes contrôlant le comportement et les gènes contrôlant le développement (et donc l'apparence physique). Lors de l'élevage pour la domesticité, nous choisissons les animaux les plus dociles et, ce faisant, nous favorisons des changements dans les gènes contrôlant le comportement, éventuellement en sélectionnant de faibles niveaux d'hormones telles que l'adrénaline. Selon Belyaev, ces changements donnent lieu à toute une série de changements dans les gènes contrôlant le développement de l'animal. L'étude semble corroborer cette hypothèse.

Le leucisme partiel est un trait commun à un certain nombre d'espèces d'oiseaux qui vivent à proximité des humains, y compris les canards et les pigeons. Ces taches blanches se produisent-elles si régulièrement simplement parce qu'elles ne sont pas éliminées par la sélection naturelle (vivre à proximité des humains leur offre une protection contre les prédateurs et fournit une source de nourriture stable), ou sont-elles un autre exemple du lien entre l'appivoisement et la couleur ? Nous ne le savons pas actuellement, mais c'est certainement une pensée intéressante.

-----  
<http://doggenetics.co.uk/index.htm>