

Dossier de synthèse sur

L'Alopécie des Couleurs Diluées ou Dysplasie Folliculaires des Poils Noirs :

Par MAZET Lolita, 2009.

*Appellations :

- Alopécie des Robes Diluées (ARD)
- Alopécie des Couleurs Diluées (ACD)
- Color Dilution Alopécia (CDA)
- Alopécie des mutants de couleur
- Syndrome du doberman bleu
- Dysplasie Folliculaire des Poils Noirs (DFPN)
- Dysplasie des follicules pileux noirs

*Définition :

Il s'agit en fait d'une même genodermatose¹, considérée comme la plus courante dans l'espèce canine., elle s'appelle « Alopécie des robes diluées » quand elle touche un chien ayant une robe de couleur diluée, soit bleu, beige ou sable (On la nomme aussi « alopécie des mutants de couleur » à tort car la dilution de couleur n'est en aucun cas due à une mutation), et « Dysplasie folliculaire des poils noirs » quand elle touche un chien ayant une robe de couleur noire, marron ou fauve, cependant elle reste sous-diagnostiquée et mal connue aussi bien des vétérinaires que des éleveurs.

Elle est caractérisée par une alopécie² exclusivement localisée sur les zones de couleur diluées ou de couleur noire. C'est une alopécie bilatérale symétrique, extensive, touchant en priorité le tronc. Un squamosis³ et des comédons⁴ sont visibles, une pyodermite⁵ secondaire plus ou moins prurigineuse⁶ et récidivante est fréquente.

*Historique :

La dysplasie folliculaire des poils noirs a été mise en évidence avant en 1972 par Selmanowitz.

Dès la mise en évidence de la maladie il est supposé que l'affection présente un caractère familial. C'est en 1977 que le même auteur parle de cette affection comme étant due à l'expression d'un gène autosomal récessif⁷. Les publications suivantes confirment cliniquement cette hypothèse sans que jamais un gène précis ne soit mis en évidence.

L'alopécie des robes diluées a été mise en évidence en 1975 par Austin sur une portée de teckels à robe bleue.

Il évoque dès 1979, le lien supposé entre le gène de la dilution d, et la maladie. Il insiste déjà sur le fait que tous les chiens à robes diluées ne présentent pas cette affection.

En 1990, Carlotti compare les analyses histopathologiques⁸ rencontrées dans l'alopécie des robes diluées et la dysplasie folliculaire des poils noirs. Il constate alors qu'il n'existe pas de différence histopathologiques entre ces deux affections. Ceci laisse supposer que ces deux maladies ne sont que deux expressions cliniques différentes d'une même anomalie génétique.

En 1991, Miller propose une hypothèse, très souvent reprise par la suite tant elle paraît pertinente. Il considère un nouvel allèle supplémentaire au site D. L'allèle D, dominant empêche la dilution, l'allèle d récessif par rapport à D entraîne la dilution de la couleur lorsque l'animal est homozygote dd et le nouvel allèle d1 serait récessif par rapport à d. Il serait vecteur de la dysplasie folliculaire liée à la couleur de la robe. A condition que ce nouvel allèle soit à pénétrance variable et incomplète, il pourrait expliquer toutes les formes de dysplasies folliculaires liées à la couleur.

- On pourrait alors résumer les choses ainsi :

- DD : la robe n'est pas diluée, le chien n'est pas malade
- Dd : la robe n'est pas diluée, le chien est porteur du gène de la dilution
- Dd1 : la robe n'est pas diluée, le chien est malade ou juste porteur selon la pénétrance de l'allèle : ce serait le cas des chiens atteints de dysplasie folliculaire des poils noirs
- dd : la robe est diluée, le chien n'est pas malade.
- dd1 : la robe est diluée, le chien est malade ou juste porteur selon la pénétrance de d1 : c'est le cas de chiens à robe diluée sains qui engendrent des chiots à robe diluée malades.
- d1d1 : la robe est diluée, le chien est malade : cas des chiens à robe diluée atteints.

***Epidémiologie et critères anamnestiques :**

La maladie est génétique, donc un chien qui est atteint a la maladie « écrite » dans ses gènes, il la déclarera tôt ou tard, on ne peut rien y faire.

Les premiers symptômes apparaissent plus généralement entre l'âge de 3 à 24 mois, même si des individus ont déclarés la maladie jusqu'à plusieurs années après (10 ans). Elle évolue progressivement, touche uniquement les poils de couleur diluée ou noirs, au début elle est surtout localisée sur le tronc, d'abord la crête dorsale, puis les flancs, voir aussi sur le ventre, l'intérieur des membres, puis ensuite le corps commence à être petit à petit tout « mité ».

La maladie est assez rapide, si aucun traitement n'est mis en place en un an le chien peut-être tout nu.

Elle atteint de nombreuses races de chiens. C'est pour le doberman bleu que la maladie a fait le plus parler d'elle, puisque 93% de ceux-ci seraient touchés, et qu'il en a résulté une modification du standard de la race pour que la couleur bleu n'y figure plus et soit inconfirmable, d'où le nom de « syndrome du doberman bleu ». Nous savons qu'elle concernerait aussi d'autres races à robe bleu : Teckels à poils ras et durs, Dobermans, Dogue allemand, Whippet, Caniche, Chow-Chow, Yorkshire terrier, Terre Neuve, Pinscher nain, Chihuahua, Italian Greyhound, Saluki, Bouvier Bernois, Shetland, Schipperke, Silky terrier, Boston terrier, Papillon, Beauceron, Bleu de Gascogne, Beagle, Braque de Weimar ; et a robe noire : Bearded Collies, des Teckels, des Papillons, des Schipperkes, des Bassets Hound, des Caniches, des Pointers, des Setters Gordon, des Salukis, des Jack Russel terriers, des Dobermanns, des Beagles et des Cockers américains ; ou tout croisement de ces races.

Aussi une étude de cas a permis des statistiques intéressantes : 20% des chiens malades (toutes races confondues) dans notre étude sont noirs, 60% possèdent une robe diluée et 15% possèdent une robe ni noire ni diluée.

***Examen clinique et lésionnel :**

Les chiots sont normaux à la naissance. Le chien présente initialement une chute partielle des poils de couleur diluée ou noirs, le long de l'épine dorsale, il est sec et terne, de mauvaise qualité et cassant. L'extension de la dermatose provoque l'apparition de zones d'alopecie bilatérales symétriques, avec un pelage mité, qui peut s'aggraver jusqu'à une alopecie totale des zones diluées ou noires. Aucune amélioration n'est notée, l'alopecie étant de plus en plus marquée. Des papules folliculaires⁹ sont souvent présentes et peuvent conduire à la formation de comédons ou à une folliculite bactérienne¹⁰ secondaire ou furunculose¹¹ responsable de prurit¹². Un état kératoséborrhéique¹³ apparait (squamosis pityriasiforme¹⁴ abondant), de même une hyperpigmentation et des macules hypo ou hypermélaniques¹⁵ sont très souvent présentes. Les animaux sont par ailleurs en parfait état de santé : les bilans sanguins (numération formule sanguine, bilans biochimique et hormonaux) ne montrant aucune anomalie, de même que les recherches d'ectoparasites¹⁶ sont négatives.



a1)



a2)



a3)



b1)



b2)



b3)



b4)



b5)

*Diagnostic différentiel :

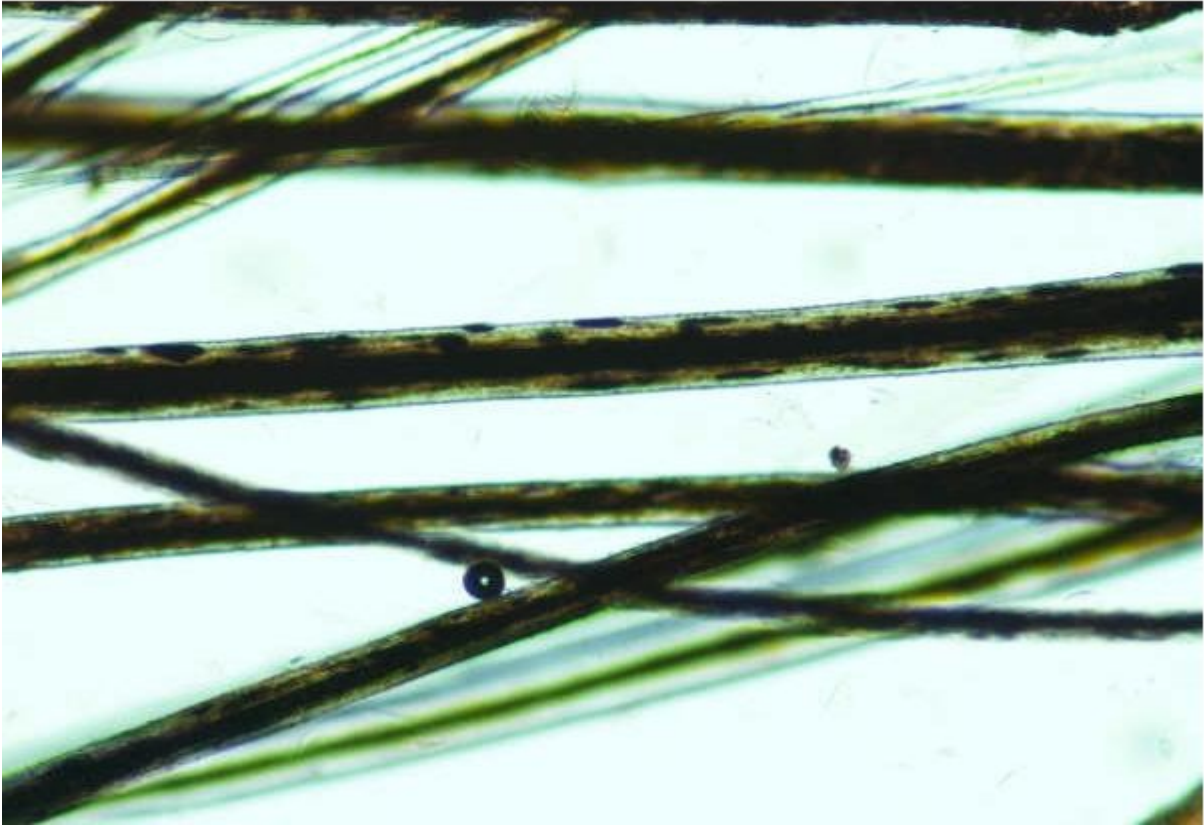
Le diagnostic de cette maladie est axé en priorité sur un diagnostic différentiel afin d'éviter des désagréments inutiles au chien.

- On fera les vérifications nécessaires pour éliminer :

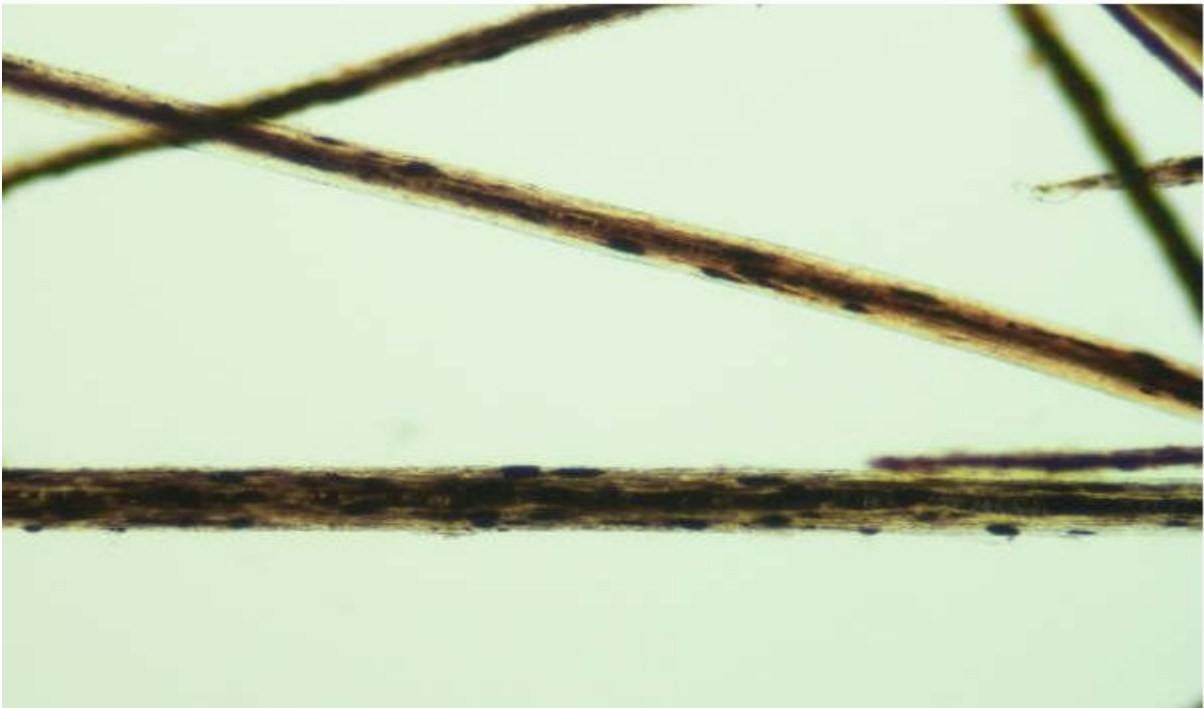
- La démodécie (raclage + microscope)
- Les dysendocrinies¹⁷ à expression cutanée (hypothyroïdie, syndrome de cushing etc.)
- Les dermatophytoses ou dermatophyties¹⁸
- Les carences
- Les maladies auto-immunes
- Les causes traumatiques

*Diagnostic clinique et examens complémentaires :

-Trichogramme : L'examen du poil au microscope optique permet d'observer des lésions capillaires caractéristiques, présence de nombreux grains de mélanine, le plus souvent de grande taille dans le cortex et la medulla, et des déformations et fractures de la cuticule. L'examen au microscope électronique à balayage permet d'observer une cuticule pilaire anormale avec des multiples déformations : renflements et trous dans la cuticule. Les granules de mélanine sont décrits comme étant isolés, dispersés dans la medulla, ou regroupés au niveau de la cuticule, formant ainsi des macromélanosomes. A certains endroits, ces macromélanosomes sont comme expulsés à l'extérieur et y déversent de la mélanine.



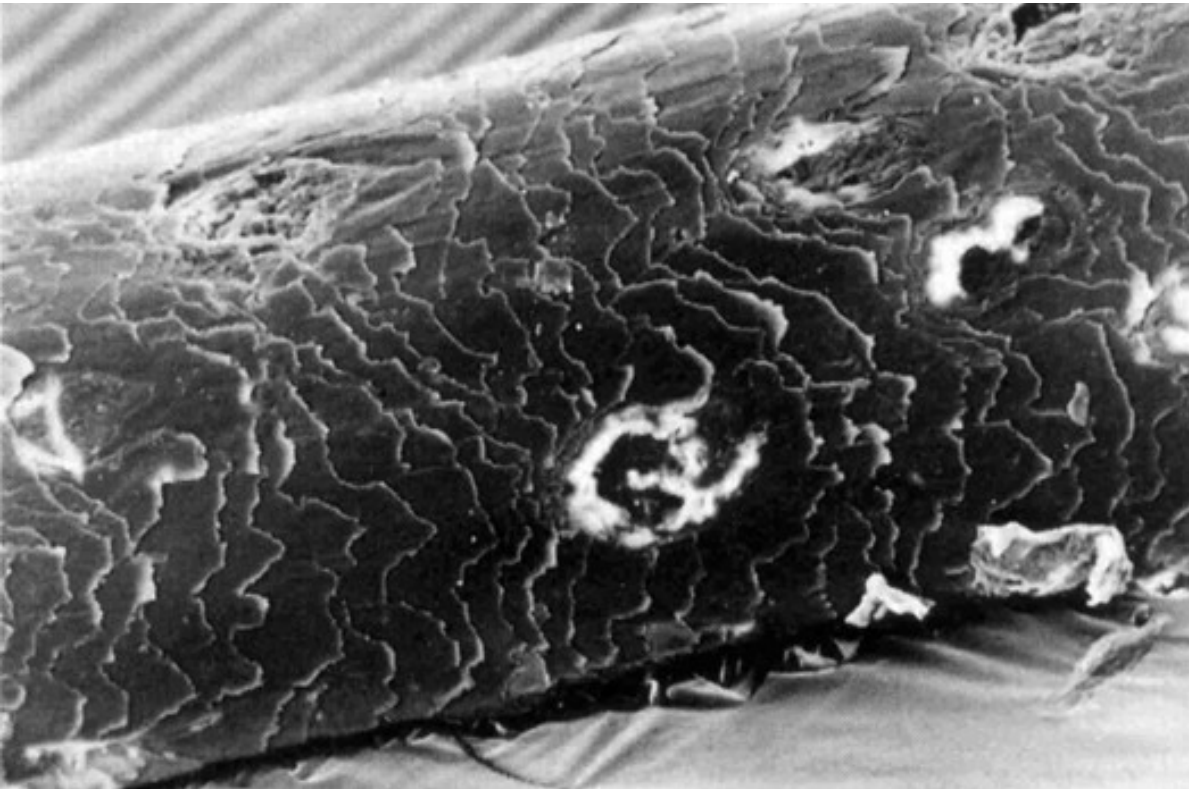
c1)



c1)



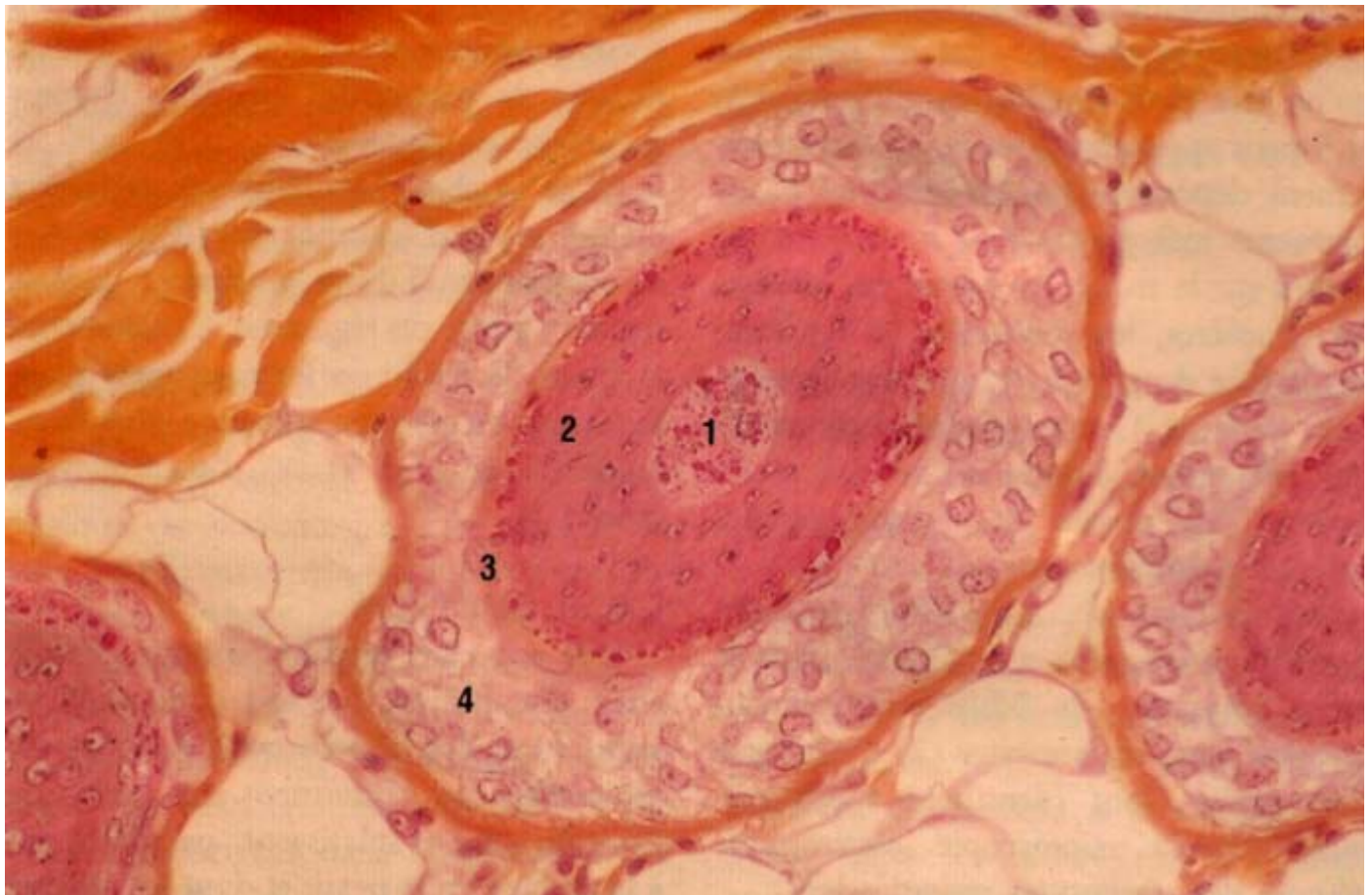
d1)



d2)

-Histopathologique : Il suffit de réaliser des biopsies¹⁹, une dans une zone alopécique et une dans une zone non alopécique (en effet il faut un comparatif, les chiens à couleur de robe diluées ayant des poils et une peau à l'origine déjà anormale comparé à celles des chiens à robes de couleur non diluées), les lésions étant très évocatrices de la maladie. Hyperacanthose²⁰ d'intensité variable, hyperkératose orthokératosique épidermique²¹ modérée, hyperkératose orthokératosique folliculaire importante avec de nombreux follicules pileux dilatés par la kératine (bouchons cornés), divers degrés de dysplasie folliculaire (follicules tordus et sinueux), prédominance de follicules pileux inactifs en phase télogène et atrophie folliculaire, distribution régulière des mélanocytes épidermiques (ceux-ci sont gorgés d'amas de mélanine), présence de mélanine dans les tiges pilaires mais aussi dans le derme jouxtant les bulbes pileux et parfois dans l'hypoderme, enfin présence de nombreux mélanophages périlobulaires et périfolliculaires.

Dans le cas de la dysplasie folliculaire des poils noirs, les lésions pilaires sont identiques à celles de l'alopecie des robes diluées mais semblent moins intenses.



e)

*Pronostic :

Le pronostic vital du chien n'est pas mis en jeu ! Aucun chien ne mourra directement de cette maladie, c'est une maladie esthétique à proprement parler. Le chien ne se rend pas compte qu'il est malade, cela n'influe pas sur son mental.

*Traitement :

C'est une affection incurable, le seul traitement possible est alors symptomatique. Il est basé sur l'utilisation de shampoings kératomodulateurs et émoullissants, l'administration de compléments alimentaires (zinc, vit E etc.). Certains traitements expérimentaux pour d'autres alopecies agissant sur le poil peuvent être utilisés, comme l'injection d'hormone de mélatonine, ou de biotine etc. Ils permettraient une éventuelle repousse partielle ou totale du poil mais non définitive, et influerait donc sur le côté inesthétique de la maladie.

Éviter les brossages trop fréquents, et comme le chien perd sa barrière protectrice que forme les poils faire attention au coup de froid, éviter l'exposition prolongée au soleil, traiter correctement et rapidement les éventuelles surinfections (bactériennes ou fongiques). Bien sûr lui donner aussi une alimentation équilibrée de qualité.

*Étiologie, pathogénie, prophylaxie :

La recherche progresse peu dans cette maladie, car elle est complexe, sous diagnostiquée par les vétérinaires généralistes, cachée par les éleveurs, méconnues des propriétaires particuliers.

Une ancienne étude avait permis de mettre en évidence sur une lignée de chien un caractère de sa transmission autosomique récessif de l'affection chez le teckel, ce caractère ayant déjà été suspecté chez d'autres races sans être véritablement prouvé. Le locus responsable de la dilution de la couleur doit jouer un rôle dans l'apparition de celle-ci mais il doit exister un allèle supplémentaire, permettant d'expliquer que tous les animaux à robe diluée ne sont pas touchés et que certains chiens à robes non diluées soient atteints, qui n'a pas encore été déterminé.

Aucun test génétique n'existe donc pour savoir si le chien est porteur sain, sain ou malade ; On sait que le chien est malade seulement quand arrivent les premiers symptômes.

La prévention est aujourd'hui le seul moyen de voir cette maladie disparaître, elle repose alors sur une meilleure connaissance de cette maladie, et par l'information sur celle-ci. Ainsi que sur la mise à l'écart de la reproduction des chiens à risques.

Exemple de résultat de biopsie, d'une chienne staffie bleue atteinte d'ARD :

Propriétaire :	No de labo :	Animal
.....		CHIEN, ..

Commentaire

Le tableau lésionnel, dans un contexte d'alopecie clinique, est celui d'une alopecie des robes diluées ou dysplasie folliculaire des poils noirs.

Les lésions observées sur les biopsies transmises ne sont pas généralisées à tous les follicules pileux. L'expression de cette anomalie génétique est modérée sur les biopsies transmises.

ALOPECIE MULTIFOCALE DORSALE SANS PRURIT

Nous recevons trois biopsies cutanées, d'excellente qualité technique, que nous examinons en différents plans de section après coloration à l'HES et au PAS.

Elles présentent un aspect histologique similaire.

L'épiderme a une épaisseur subnormale. La répartition du pigment mélanique est celle d'une robe diluée.

On observe une hyperkératose orthokératosique lâche ou plus compacte des follicules pileux superficiels télogènes. Elle est associée à une fracture et à une disparition de poils.

Les follicules pileux en phase anagène ont une taille subnormale. On remarque une dyspigmentation multifocale des follicules anagènes, et de rares follicules télogènes. Ces lésions sont observées en nombre modéré.

Il s'agit de lésions caractéristiques des robes diluées. Dans un contexte d'alopecie elles sont superposables à des lésions d'alopecie des robes diluées ou de dysplasie folliculaire des poils noirs.

Aucun élément figuré, parasitaire ou mycosique, n'est identifié sur les sections colorées au PAS.

On n'observe par ailleurs aucune lésion de folliculite habituellement observée lors de démodécie.

On n'observe aucun autre éventuel élément figuré fongique.

On n'observe aucune dermite d'intensité notable.

CONCLUSION

Le tableau lésionnel est dominé par des lésions dyspigmentaires des follicules pileux. Absence de folliculite ou de dermite inflammatoire. Absence de tout élément figuré phlogogène.

=> Mise à jours du 10/05/13 :

Attention aux arguments de vente non fondés de certains vendeurs. A ce jours on peut lire tout et n'importe quoi sur cette maladie sur internet. Non il n'existe toujours pas de test ADN qui permette de connaître le statut des chiens par rapport à cette maladie, nous ne connaissons toujours pas le mode de transmission de cette maladie.

Cette maladie comme indiqué dans ce dossier n'est pas mortelle, le seul risque serai pour un chien non traité et sur-infecté, ou sur lequel la maladie aurai pris une trop grosse avancée dans le cas ou le traitement symptomatique expérimental ne ferai pas ou plus effet. La chienne en photographie sur ce document est décédé d'une cause extérieure à la maladie, le chien dont lequel viennent les

photographies de poils est toujours vivant et en forme grâce a son traitement expérimental a base d'hormone (sa dose a été augmentée).

On peut désormais observer une corrélation entre l'augmentation de la production de staffies bleus, et l'augmentation de problèmes de peau, chez les chiens noir issus de pedigrees avec présence de chiens bleus.

Ne pas confondre cette maladie avec la démodécie qui est une alopecie (perte de poils) due a un parasite, donc non génétique.

Je suis toujours en contact avec l'angleterre pour discuter de cela, au jour d'aujourd'hui plusieurs autres chiens ont été diagnostiqués atteint en france, dont certains avec des liens de parenté entre eux.

*Définitions :

1 - Anomalie génétique du revêtement cutané (peau + poils)

2 - Absence partielle ou complète, diffuse ou circonscrite, de poils dans une zone qui en est normalement pourvue.

3 - Présence de pellicules.

4 - C'est un point noir, qui est en fait une accumulation d'impuretés dans un pore de peau ouvert. Les impuretés qui s'accumulent, finissent par remplir le pore de la peau.

5 – Maladie cutanée purulente.

6 – Signifie « qui gratte ».

7 – Gène présent sur un chromosome non sexuel, qui a besoin d'être présent en double exemplaire pour s'exprimer.

8 – Études microscopique des tissus.

9 – Petite lésion de la peau, bouton, au niveau de la région ou pousse le poil.

10 – Infection de la région ou pousse le poil par des bactéries.

11 – Caractérise l'éruption d'une série de furoncles, gros bouton.

12 – Symptôme qui recouvre une sensation de démangeaison de la peau.

13 – Dit d'un poil gras, avec pellicules, jaunâtre, qui dégage parfois une mauvaise odeur.

14 – Lamelles épidermiques se détachent de la peau, ayant l'aspect d'un pityriasis.

15 – Tâche sur la peau/couleur de la peau, avec trop ou pas assez de mélanine.

16 – Parasite habitant l'extérieur d'un corps sur lequel il vit (demodex canis par exemple).

17 – Troubles des glandes endocrines (comme la thyroïde et l'hypophyse).

18 – Infection par des champignons.

19 - Prélèvement de tissu ou de cellules sur un organisme vivant afin d'effectuer un examen des cellules au microscope indispensable au diagnostic de certaines maladies.

20 – Accumulation de pigments dans le derme.

21 – Excès de fabrication de la couche cornée de l'épiderme, donc épaissement de l'épiderme.

*Bibliographie :

-Thèse de LEVY Fabien, école nationale vétérinaire de Lyon, 2005.

-Cauchois Marie « Les dysplasies folliculaires chez le chien : synthèse des données actuelles et étude rétrospective sur vingt cas. » École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2004.

-Journal of veterinary science 2005.

- « Atlas de dermatologie du chien et du chat » par BENSIGOR E., Édition du POINT VETERINAIRE, 2009.

- AUSTIN, V.H. Blue dog syndrome. Modern Veterinary practice, 1975.

- SELMANOWITZ, V.J., MARKOFSKY, J., ORENTREICH, N. Black hair follicular dysplasia in dogs. Journal of American Veterinary Medicine Association, 1977.

- MULLER, G.H., KIRK, R.W., SCOTT, D.W. Small animal dermatology, 6th edition. Philadelphia : W.B. Saunders, 2001.

- MILLER, W. H. JR. Follicular dysplasia in adult black and red Doberman pinschers, 1990.

- CARLOTTI, D.N. Canine hereditary black hair follicular dysplasia and colour mutant alopecia: clinical and histopathological aspects. In: VON TSCHARNER C. AND HALLIWEL, REW EDITORS Advances in veterinary dermatology, vol. 1. London: Baillière Tindall, 1990.

*Photographies :

-Photos a (1, 2 et 3): prises d'une femelle Staffordshire Bull Terrier bleue atteinte de la maladie juste après que celle-ci fut diagnostiquée.

-Photos b (1, 2, 3, 4 et 5): Même chienne, mais photos prises un an après le début de la maladie.

-Photos c (1 et 2): prises par le Docteur Vétérinaire Pascal PRELAUD, des poils d'un mâle Staffordshire Bull Terrier bleu atteint de la maladie.

-Photos f, Trichogramme d'un poil d'un chien atteint de la maladie :

d1) Microscopie optique : Présence d'amas de mélanine dans la *medulla* et le *cortex*. Des cratères sont également visibles (flèche) (huile minérale, X 560) [Cliché (ROPERTO, CERUNDOLO et al. 1995)],

d2) Microscopie électronique à balayage : Présence de nombreuses anomalies cuticulaires (X 250) [Cliché (GUAGUERE 1996)].

-Photo e, Coupe transversale d'un follicule pileux :

- 1 : Medulla
- 2 : Cortex et cuticule du poil
- 3 : Gaine épithéliale interne
- 4 : Gaine épithéliale externe

[Cliché (MIALOT 1993)].

*Annexes :

- 1 : Notions de génétique, couleur de robe.
- 2 : Examen microscopique du poil « Normal » pour comparaison et explications.

NOTIONS DE GENETIQUE

Professeur Jean-François COURREAU

Service de Zootechnie, École nationale vétérinaire d'Alfort

La génétique est la science de l'hérédité. C'est à Grégoire Mendel (1822 - 1884) que l'on en doit les fondements, vers 1865, mais ce n'est qu'au XX^{ème} siècle qu'elle s'est développée et diversifiée. On sait maintenant qu'un mammifère dispose de quelques dizaines de milliers de gènes dont quelques milliers seulement (mais c'est déjà énorme) participent à l'originalité de chaque individu.

Ce chapitre est destiné à fournir les bases d'une culture générale en génétique : déterminisme génétique des caractères qualitatifs et quantitatifs, maladies génétiques, méthodes d'amélioration génétique. [...]

I - BASES CELLULAIRES DE LA GENETIQUE

A - LE MATERIEL GENETIQUE

1 - Les chromosomes

Un organisme est composé de plusieurs milliards de cellules. Chacune de ces cellules contient toute l'information génétique propre à l'individu, mais, en fonction de son rôle dans l'organisme, elle n'utilise qu'une partie de cette information.

L'information génétique est portée par des formations cellulaires particulières, appelées chromosomes, qui sont situées dans le noyau de la cellule. Habituellement invisibles, les chromosomes deviennent visibles lorsque la cellule se divise, précisément lors d'une étape de la division cellulaire appelée métaphase. C'est au cours de cette métaphase que l'on peut, grâce à une préparation en laboratoire, compter les chromosomes et étudier leur forme: cette représentation de l'ensemble des chromosomes constitue le caryotype.

Le caryotype du Chien se compose de 78 chromosomes. Ces chromosomes vont par paires, c'est pourquoi on donne habituellement le nombre de chromosomes sous la forme $2n = 78$; les deux chromosomes d'une paire sont dits homologues; 38 paires sont constituées par deux chromosomes morphologiquement semblables qui portent le nom d'autosomes, et une paire est constituée par deux chromosomes très différents dénommés hétérochromosomes ou chromosomes sexuels. Dans chaque paire de chromosomes, l'un vient du père, l'autre de la mère. Dans la paire d'hétérochromosomes, le plus grand vient de la mère et est appelé X, le plus petit vient du père et est appelé Y.

Du point de vue chimique, le chromosome est une combinaison entre une très longue molécule, l'acide désoxyribonucléique, appelé communément ADN, qui contient l'information génétique et des protéines (les histones) qui représentent un "emballage".

L'ensemble ADN + protéines constitue ce qu'on appelle la chromatine : le chromosome est un long filament de chromatine.

2 - L' ADN

L'ADN est une molécule dont la structure est extrêmement complexe. Elle est composée de millions d'éléments de base, les nucléotides, comparables aux maillons d'une chaîne. Chaque nucléotide est composé d'un acide (l'acide phosphorique), d'un sucre (le désoxyribose) et d'une base azotée (l'adénine, la guanine, la cytosine ou la thymine). Ce qui fait l'originalité d'un nucléotide, c'est donc la base azotée particulière qu'il possède.

On peut maintenant définir, du point de vue chimique :

1. - le gène : c'est une suite de nucléotides placés dans un ordre parfaitement défini, unique et responsable d'une fonction particulière; cette fonction est assurée par l'intermédiaire de la synthèse d'une protéine que commande le gène;
2. - les gènes allèles ou, simplement, allèles : ce sont des variantes du gène, responsables d'une même fonction, mais chacune est caractérisée par une suite de nucléotides légèrement différente des autres et, de ce fait, l'expression de la fonction est, elle aussi, légèrement différente; à partir d'un gène originel, les allèles sont apparus lors de mutations c'est-à-dire lors de modifications héréditaires de la nature chimique du gène originel

L'emplacement d'un gène sur le chromosome est appelé locus.

B - LA TRANSMISSION DES GENES

Toutes les cellules d'un individu possèdent toute l'information génétique et la même information génétique car toutes les cellules possèdent les mêmes chromosomes. Ces chromosomes sont des copies de ceux que possédait la première cellule, appelée oeuf, constituée par la fusion entre l'ovule et le spermatozoïde à la suite de la fécondation. Cette première cellule s'est multipliée en des milliards de cellules filles par un phénomène appelé mitose qui assure la transmission intégrale des chromosomes de cellule à cellule.

1 - La mitose

La mitose est un phénomène de division cellulaire permettant d'obtenir deux cellules dites filles à partir d'une cellule dite mère. Les événements qui se succèdent sont les suivants :

1. - avant la mitose, la cellule est en inter-phase, c'est-à-dire au repos; en prévision de la mitose à venir, les filaments de chromatine (ou nucléofilaments) composant les chromosomes vont se dédoubler en synthétisant une copie d'eux-mêmes; à la fin de cette synthèse, le nucléofilament original et sa copie ne sont plus liés qu'en un endroit appelé centromère.
2. - juste au début de la mitose, les nucléofilaments se pelotonnent sur eux-mêmes (on dit qu'ils se condensent), ils deviennent courts et épais, visibles au microscope: c'est l'étape de la métaphase où les chromosomes sont repérables et peuvent être décrits pour composer le caryotype.

3. - au milieu de la mitose, le centromère se divise et le nucléofilament original et sa copie se séparent : c'est l'étape de l'anaphase où la cellule contient donc 4 n chromosomes (soit 156 chez le Chien); ensuite, original et copie s'éloignent l'un de l'autre, l'original gagnant une extrémité de la cellule, la copie l'autre extrémité; à chaque extrémité de la cellule, il se constitue ainsi un groupe de 2 n chromosomes.
4. - à la fin de la mitose, la cellule va synthétiser une paroi neuve entre les deux groupes de chromosomes, ce qui revient à créer deux cellules pourvues chacune de la totalité de l'information génétique.
5. - après la mitose, les nucléofilaments se dé-condensent, redeviennent invisibles; la cellule est à nouveau en inter-phase.

Ainsi, chaque cellule fille porte exactement le même patrimoine génétique que la cellule mère. Ce patrimoine est constitué de 2 n chromosomes. Or, les cellules sexuelles, ovules et spermatozoïdes, ne contiennent que n chromosomes (39 chez le Chien). Ceci est permis par le phénomène de méiose.

2 - La méiose

La méiose concerne exclusivement un groupe de cellules particulières, appelé lignée germinale, présent dans les ovaires et les testicules. Par la méiose, ces cellules vont donner des ovules et des spermatozoïdes : c'est la gamétogénèse, c'est-à-dire la formation des gamètes ou cellules sexuelles.

La méiose est une division cellulaire originale par laquelle une cellule mère à 2 n chromosomes (on la dit diploïde) donne des cellules filles, les gamètes, à n chromosomes (on les dit haploïdes). Ceci tient au fait que, lors de l'anaphase, ce ne sont pas les originaux des chromosomes et leurs copies qui se séparent pour former deux groupes de 2 n chromosomes, mais les chromosomes homologues de chaque paire : ainsi, à chaque extrémité de la cellule, se constitue un groupe de n chromosomes; ces deux groupes sont ensuite séparés par la synthèse d'une nouvelle paroi cellulaire.

La méiose est ainsi un événement fondamental dans la transmission du matériel génétique : en effet, c'est à ce stade que les gènes allèles sont séparés, redistribués dans des cellules différentes par la disjonction des couples de chromosomes homologues. De plus, compte tenu du nombre relativement élevé de chromosomes et du parfait hasard qui préside à la disjonction des couples, on peut dire qu'il n'y a pratiquement pas deux gamètes porteurs du même bagage génétique.

Cette séparation des gènes doit être compensée par une étape de réunion afin de retrouver un patrimoine génétique complet à 2 n chromosomes. C'est ce qui permet la fécondation.

3 - La fécondation

L'ovule et le spermatozoïde, pourvus chacun de n chromosomes, fusionnent en une seule cellule, l'œuf, à la suite de la fécondation. Doté ainsi de 2 n chromosomes comme toute cellule normale, l'œuf va pouvoir se développer en un nouvel individu dont chaque cellule possède la moitié du patrimoine génétique maternel et la moitié du patrimoine paternel.

Avec la méiose, la fécondation est l'autre événement fondamental dans la transmission génétique. La rencontre d'un ovule et d'un spermatozoïde est, là aussi, le fait du hasard : les nouvelles paires de chromosomes homologues sont imprévisibles. Ainsi, le nouvel individu issu de l'œuf est unique car la combinaison des chromosomes qu'il possède est unique; seul, un jumeau vrai peut détenir la même.

II - DETERMINISME ET TRANSMISSION GENETIQUE DES CARACTERES

Quand on décrit un chien, on fait l'inventaire de ses caractères. Employé dans ce sens, le mot "caractère" correspond aussi bien à la longueur ou la couleur du poil qu'à la hauteur au garrot, la forme de l'oreille, le port de la queue, la présence d'une maladie génétique ou encore la qualité du flair... ou celle du caractère (= le tempérament).

Tous ces caractères sont régis par des gènes dispersés sur les chromosomes. Chacun de ces caractères est commandé par un ou des gènes spécialisés qui ne concernent que lui. Le nombre de gènes régissant un caractère permet de le placer dans l'une des deux grandes catégories de caractères. Il faut d'abord préciser ce que sont ces deux catégories pour bien comprendre ensuite comment se transmettent les caractères.

A - DEUX CATEGORIES DE CARACTERES

Selon le nombre de gènes qui les commandent, on regroupe les caractères en deux catégories:

- 1ère catégorie: ce sont des caractères commandés par deux gènes allèles, occupant un locus, l'un venant du père, l'autre de la mère; on les appelle caractères qualitatifs car, pour les décrire, on utilise des mots qui expriment leur qualité: "la robe de ce chien est noire" (elle pourrait être marron, rouge, etc.; il y a un nombre limité de possibilités); la variation des caractères qualitatifs est discontinue;
- 2ème catégorie: ce sont des caractères commandés par plusieurs gènes voire un très grand nombre de gènes, occupant plusieurs locus; la moitié de ces gènes vient du père, l'autre moitié de la mère; on les appelle caractères quantitatifs car on les décrit par une quantité: "la hauteur au garrot de ce chien est de 61 cm" (elle pourrait être de 62 cm, 63,5 cm, etc.; il y a un nombre très grand de possibilités, surtout si la mesure est faite avec précision); la variation des caractères quantitatifs est continue.

1 - Quels caractères sont qualitatifs?

Les caractères qualitatifs concernent:

- la phanéroptique (ce qui compose l'extérieur de l'animal) : couleur de la robe, type de poil (court ou long, lisse ou dur), port d'oreille (érigé ou tombant), etc.;
- la morphologie: type de membres (normal ou basset), type de face (normale ou courte), etc.; ainsi, il s'agit de cas où coexistent un type normal et un type "mutant" très distinct;
 1. - les maladies génétiques: plus de 200 dont quelques dizaines sont importantes, telles que atrophie progressive de la rétine, cataracte juvénile, hémophilie de type A, etc.;
 2. - le caractère: il n'est pas aisé d'avoir des certitudes dans ce domaine mais, comme pour la morphologie, cela pourrait correspondre à des cas bien particuliers, consécutifs à des mutations et se distinguant franchement des types normaux, tels que forte agressivité, forte apathie, etc..

2 - Quels caractères sont quantitatifs?

Les caractères quantitatifs concernent:

1. - la phanéroptique: nuance de la couleur de la robe (fauve rouge, fauve orangé, fauve doré, etc.), nuance du type de poil (court à très court, long à très long, etc.), nuance du port d'oreille (plus ou moins érigé), etc.;
2. - la morphologie: toutes mensurations corporelles (hauteurs, longueurs, largeurs), poids, angles des articulations;
3. - les maladies génétiques: plus de 50 dont un quart sont importantes, telles que dysplasie de la hanche, absence de dents, cryptorchidie, etc..
4. - le caractère: comme pour la phanéroptique, nuance de types caractériels normaux (peu actif à très actif, peu stable à très stable, etc.).
5. - les performances de travail: vitesse de course, saut, mordant, flair, voix, etc.; beaucoup de ces caractères sont mesurés par des notes.

B - TRANSMISSION DES CARACTERES

1 - Transmission des caractères qualitatifs

Les caractères qualitatifs sont des caractères qui obéissent aux lois de Mendel, d'où leur autre nom de caractères mendéliens. Un caractère qualitatif est commandé par une paire de gènes allèles: ces allèles sont tous deux récessifs ou tous deux dominants ou l'un récessif, l'autre dominant.

Rappelons que:

1. - un allèle récessif ne peut commander son caractère que si l'autre allèle de la paire est récessif aussi; autrement dit, si l'autre allèle est dominant, le récessif reste en sommeil.
2. - un allèle dominant est toujours actif et commande son caractère, que l'autre allèle soit récessif ou dominant; parfois, avec deux allèles dominants, le caractère s'exprime plus fortement qu'avec un seul.

NB: à ce schéma simple, il faut apporter quelques nuances qui concernent bon nombre de caractères:

1. - la codominance : il n'existe pas de rapport de dominance entre les deux allèles de la paire, pourtant différents, et tous les deux sont actifs; on dit qu'ils sont codominants;
2. - la dominance incomplète : l'allèle récessif n'est pas complètement inhibé par l'allèle dominant; il s'exprime plus ou moins faiblement dans le phénotype;
3. - l'épistasie : l'expression phénotypique d'un gène, récessif ou dominant, est masquée par un autre gène non allèle, c'est-à-dire situé à un autre locus.

En matière de transmission, on retiendra les principes essentiels suivants:

1. - un chien de phénotype récessif porte deux allèles récessifs (il est homozygote récessif); chacun de ses parents portait au moins un allèle récessif; chacun de ses enfants recevra de lui un allèle récessif.
2. - un chien de phénotype dominant porte au moins un allèle dominant, l'autre allèle est soit dominant (le chien est homozygote dominant) soit récessif (le chien est hétérozygote); si le chien est homozygote dominant, chacun de ses parents portait au moins un allèle dominant, et chacun de ses enfants recevra un allèle dominant; si le chien est hétérozygote, au moins un de ses parents portait au moins un allèle dominant, la moitié de ses enfants recevra son allèle dominant et l'autre moitié recevra son allèle récessif.

Pour prévoir le phénotype des chiots d'une portée pour un caractère, il faut donc, à l'évidence, mais cela n'est pas toujours facile:

1. - savoir quels sont les allèles qui peuvent commander le caractère et quelle est leur hiérarchie en matière de dominance: cela, on l'apprend par la lecture et par l'expérience (surtout celles des autres). Exemple simple: il existe deux allèles qui se situent au locus (B) et qui commandent la synthèse des pigments eumélaniques, c'est-à-dire foncés, l'allèle B pour le "noir" et l'allèle b pour le "marron", B "noir" dominant b "marron".
2. - savoir quels sont les allèles portés par le père et la mère pour le caractère: c'est la méthode et la patience qui permettent de le déduire (au moins en partie), d'après le phénotype de leurs parents et/ou le phénotype de chiots précédents, en appliquant les principes essentiels énoncés ci-dessus.
Exemple simple: un étalon noir porte forcément un allèle B "noir"; si l'un de ses parents est marron, l'autre allèle est b "marron", mais si ses deux parents sont noirs, on ne peut rien dire; s'il a des enfants, on pourra peut-être le dire, surtout si on connaît les allèles de la lice.

2 - Transmission des caractères quantitatifs

Un caractère quantitatif est commandé par un ensemble de plusieurs gènes ou de nombreux gènes. On considère que tous ces gènes ont, individuellement, la même importance.

Le principe de base de la transmission est simple: pour chaque caractère, un chien donne la moitié des gènes régissant ce caractère à chacun de ses produits. Donc, l'enfant tiendra pour moitié du père et pour moitié de la mère pour ce caractère. Du moins, en théorie, car en réalité chaque parent donne plus ou moins de la moitié de ses gènes. Ainsi, il arrive souvent que l'enfant ressemble plus à l'un de ses parents. Exemple simple: un étalon faisant 4 cm de plus au garrot que la moyenne des mâles de sa race est accouplé à une lice ayant la taille moyenne des femelles de la race; en moyenne, à l'âge adulte, les chiots feront 2 cm de plus que la moyenne des individus de leur sexe, mais certains feront plus, d'autres moins. Le hasard joue donc un grand rôle.

Cependant, mis à part le hasard, l'expression phénotypique est nuancée par les interactions qui peuvent survenir entre gènes non allèles, du type de l'épistasie. Ceci intervient d'autant plus que les individus sont fortement hétérozygotes, donc que leurs parents sont éloignés génétiquement.

Enfin, il faut savoir que les conditions dans lesquelles vit un animal influencent parfois considérablement l'expression phénotypique des caractères quantitatifs, alors que ce phénomène est très rare chez les caractères qualitatifs. Ainsi, des conditions d'élevage médiocres peuvent contrarier l'action des gènes commandant ces caractères quantitatifs et donner des résultats moins bons qu'espérés.

Il est donc essentiel de retenir que la variation d'un caractère que l'on observe dans une race s'explique, d'une part, par les différences génétiques entre les individus composant la race, d'autre part, par les différences de conditions de vie passées et actuelles entre les individus. Il existe un paramètre qui, pour chaque caractère, indique la part de l'influence génétique dans la variation de ce caractère : l'héritabilité (symbole : h^2). L'héritabilité varie entre 0 et 1, mais est rarement supérieure à 0,7; proche de 0, elle montre que le caractère varie surtout en fonction des conditions de milieu de vie des animaux, proche de 1, elle montre que le caractère varie surtout en fonction de la qualité génétique des animaux.

***UN EXEMPLE DE CARACTERE QUALITATIF : (celui qui nous concerne ici)**

LA COULEUR DE LA ROBE CHEZ LE CHIEN

La couleur de la robe chez le Chien est en fait la résultante de plusieurs caractères dont les expressions (les phénotypes) se superposent.

La grande variété des robes chez le Chien fait croire que le déterminisme génétique des couleurs de robe est extrêmement complexe. En fait, c'est assez simple dans la plupart des cas.

1 - Préambule

Pour bien comprendre ce développement sur la génétique de la couleur de la robe, il faut avoir lu auparavant le chapitre consacré à la nomenclature des robes. Seuls, quelques rappels seront faits ici.

Le poil de l'animal sauvage, en particulier celui du loup, contient deux types de pigments: l'eumélanine, pigment sombre (noir à marron) plutôt présent à la pointe du poil, et la phaeomélanine, pigment clair (rouge à jaune) plutôt présent à la base du poil. Les nombreuses robes observées chez le Chien sont la conséquence de mutations qui agissent dans trois directions: élimination de l'un ou l'autre des pigments, atténuation de l'intensité d'une ou plusieurs couleurs, extension ou régression des couleurs sur le corps. Ces trois évolutions peuvent se combiner. Elles déterminent les grands types de couleurs de robe qui seront envisagés en allant des plus simples aux plus compliqués. La présence de blanc dans la robe sera étudiée à la fin.

Avant de commencer, il faut préciser que les gènes de huit locus sont nécessaires (dans une première approche) pour déterminer la robe d'un chien. On les appelle A, B, C, D, E, G, M et S.

2 - Les robes primaires

Les robes primaires sont des robes dont tous les poils de couleur sont identiques,

a - Les robes à poils unicolores

a1 - Les robes sombres

Ce sont les robes noire ou marron. On ne voit donc que l'eumélanine. La robe marron correspond aussi aux appellations chocolat, foie et, parfois, châtaigne ou châtain.

Les gènes en cause se situent au locus (B), la lettre B venant de "Black". A ce locus, on peut trouver les allèles B+, dominant, et b, récessif. Dans une race où n'existe que le noir, tous les chiens sont de génotype "B+.B+"; s'il n'existe que le marron, tous les animaux sont "b.b". Dans une race où coexistent noir et marron, on en déduit que:

- un chien noir peut être de génotype "B+-B+" ou "B+.b"; on n'obtiendra des chiots marron (environ 25 %) que si un étalon est "B+.b" et qu'il est accouplé à une liche elle aussi "B+.b".

Tableau résumé des loci intervenant dans la détermination de la couleur de la robe (d'après "Génétique et sélection chez le chien", Bernard Denis, éditions SSNOF - PMCAC)

Dans chaque série d'allèles, ceux-ci sont classés par ordre de dominance décroissante.

1 - Loci déterminant la couleur de base

Locus B :

B+	eumélanine noire
b	eumélanine marron

Locus A :

As	extension de l'eumélanine (noir uniforme)
A+	"gris loup" originel
Ay	fauve charbonné
as	fauve à manteau
at	noir marqué de fauve

NB : de A+ à as, la dominance n'est pas toujours complète

Locus E :

Em	masque noir
E+	laisse agir les gènes aux autres loci
ebr	présence de bringeures
e	effacement total de l'eumélanine

NB : Em et ebr sont codominants

entre E+ et ebr, la dominance est incomplète entre ebr et e, la dominance est incomplète

Interactions entre locus A et locus E :

As est épistatique sur Em et ebr

Ay et as s'expriment en même temps que Em

at s'exprime en même temps que ebr

ebr est épistatique sur Ay et as

e est épistatique sur tous les allèles en A

2 - Loci affectant l'intensité de la pigmentation

Locus C :

C+	laisse agir les gènes aux autres loci
cch	éclaircit la phaeomélanine et l'eumélanine marron
c	albinisme total (très rare)

Locus D :

D+	laisse agir les gènes aux autres loci
d	dilution de l'eumélanine et de la phaeomélanine

Locus G :

G	robe normale à la naissance, puis apparition progressive de poils blanchâtres
G+	laisse agir les gènes aux autres loci

NB : entre G et G+, la dominance est incomplète

Locus M :

M	robe bigarrée (merle) chez l'hétérozygote ou blanche chez l'homozygote
M+	laisse agir les gènes aux autres loci

3 - Loci de panachure :

Locus S :

S+	robe uniformément colorée (taches blanches très discrètes possibles)
si	panachure limitée
sp	panachure irrégulière
sw	panachure envahissante

NB : tous ces allèles ont des relations de dominance incomplète

- un chien marron est de génotype "b.b"; il ne donnera des chiots marron qu'avec une chienne "b.b" (100 % de chiots marron) ou "B+.b"(environ 50 % de chiots marron).

Le génotype d'un reproducteur noir peut donc être révélé par la couleur de robe de ses descendants. La recherche d'un ascendant marron est l'autre moyen de soupçonner qu'il possède un gène "b"; si cet ascendant est père ou mère, la présence est certaine.

Ces quelques principes de génétique mendélienne, rappelés ici pour la série B, s'appliquent de la même façon aux séries de gènes à venir.

a2 - Les robes claires

-Ce sont toutes les robes qui vont du jaune au rouge (pigments phaeomélaniques). Elles correspondent à de nombreuses appellations, telles que froment, citron, doré ou golden, orange, châtain, acajou. En fait, toutes ces robes peuvent être regroupées en une seule: la robe dite fauve. Il faut faire intervenir ici le locus (E), la lettre E venant de "Extension de l'eumélanine". Les robes fauves ont toutes en commun de posséder le génotype "e.e". Celui-ci a la propriété d'effacer toute trace d'eumélanine, comme si les gènes "B+" et "b" ne fonctionnaient pas. Le gène "e" est récessif et l'allèle dominant originel correspondant est "E+"; tous les animaux qui ont du noir ou du marron dans la robe le possèdent et sont soit "E+.e", soit "E+.E+".

Ensembles, les gènes de la série B et de la série E vont réaliser des génotypes à quatre gènes. Dans une race où coexistent noir, marron et fauve, un chien fauve peut être de génotype "B+.B+" - "e.e" ou "B+.b" - "e.e" ou "b.b" - "e.e". Si ne coexistent que le noir et le fauve, un chien fauve est "B+.B+" - "e.e".

Enfin, on explique les grandes différences de tons entre les robes fauves par l'existence de gènes dits modificateurs qui éclaircissent ou foncent la couleur. Ces gènes déterminent un caractère quantitatif que l'on pourrait appeler "Eclaircissement gradué de la couleur de robe"; ce caractère peut faire l'objet d'une sélection au même titre que l'on peut sélectionner sur la hauteur au garrot.

o3 - Les robes diluées

Il s'agit des couleurs bleue, beige et sable; elles s'obtiennent à partir des noire, marron et fauve. On fait intervenir ici un locus appelé (D), pour "Dilution", et un autre appelé (C), pour "Coloration".

La dilution est le fait soit d'un gène appelé "d", soit d'un autre tout à fait différent appelé "cch" (ch pour "chinchilla"). Tous deux sont récessifs, respectivement par rapport à "D+" et "CM-", allèles dominants présents chez les chiens à robes noire, marron ou fauve.

Le bleu dont on parle n'a rien à voir avec la dénomination "bleu" qui correspond à un mélange de poils noirs et de poils blancs donnant, à distance, une apparence bleutée (ex.: le Bleu de Gascogne). Il faut aussi le distinguer du gris: le chien bleu l'est dès sa naissance et sa truffe est bleu-noir. On trouve le bleu chez le Whippet, par exemple. Le chien à robe bleue possède le couple de gènes "d.d" (le chien noir est "D+.D+" ou "D+.d"); pour les gènes des locus B et E, il porte les mêmes qu'un chien noir.

Le beige est exactement au marron ce que le bleu est au noir. Le Braque de Weimar est beige.

Le sable va d'un fauve très pâle au blanc. Cette dilution peut, elle, être obtenue par deux voies: le chien est de génotype "cch.cch" ou "d.d". Cela dépend des races et le savoir n'a guère d'importance. Le degré d'éclaircissement dépend de gènes modificateurs que les animaux possèdent en plus ou moins grand nombre. Le Labrador biscuit ou ivoire et le Samoyède sont des chiens sable. Pour les gènes des locus B et E, ces chiens portent les mêmes que les chiens fauves.

b - Les robes à poils bicolores

Ces robes sont semblables au type sauvage: le poil est fauve ou sable à la base et foncé (noir, rarement marron) à l'extrémité. On parle de robes fauve charbonné ou sable charbonné. Elles sont appelées, entre autres, poil de sanglier, poil de lièvre, poivre et sel, gris fer, parfois grises, simplement. Les races concernées sont nombreuses: Tervueren, Griffon nivernais, Schnauzer, par exemple.

Un nouveau locus intervient ici: le locus "A", pour "Agouti" (rongeur américain). Les robes charbonnées sont déterminées par le gène "Ay" qui régit donc la répartition à peu près équilibrée de l'eumélanine et de la phaeomélanine sur le poil. Cette action vient compléter celles des autres locus; par exemple, outre "Ay", le chien sable charbonné de noir portera au moins un "B+", au moins un "E+" et "d.d" ou "cch.cch".

Il faut savoir que le gène dominant dans la série A n'est pas "Ay". Juste au-dessus de lui existe "As" qui donne le caractère uniforme aux robes sombres: un chien tout noir ou tout marron est ainsi porteur d'au moins un gène "As". Si ces chiens sont homozygotes "As.As", leur descendance sera de robe sombre uniforme quel que soit le partenaire de l'accouplement.

3 - Les robes dérivées

Les robes dérivées comportent deux ou trois types de poils de couleurs différentes,

a - Les robes unicolores

L'apparence unicolore est due au mélange intime des types de poils.

La robe la plus répandue est la grise. C'est la seule qu'il convient d'appeler ainsi. Le chiot naît noir et devient gris en grandissant du fait de la pousse de poils blancs; la truffe reste noire. Citons les exemples du Caniche gris et du Bedlington terrier.

Plus rares sont les robes dites grège et aubère, respectivement mélanges de poils blancs et marron et de poils blancs et fauves.

L'arrivée de poils blancs est due à un gène "G" situé au locus (G), pour "Grisonnement". Ce gène qui provient d'une lointaine mutation, est dominant par rapport au gène normal, originel, "G+" qui n'a pas d'action visible. Pour savoir ce que sont les gènes des autres locus, il faut se reporter simplement à la robe du chiot à la naissance, c'est-à-dire noire, marron ou fauve.

b - Les robes pluricolores

Les robes pluricolores sont formées par la juxtaposition de plages de couleurs différentes, blanc exclu.

b1 - Les robes fauves ou sable à manteau sombre

Ces robes sont très répandues: on se contentera de citer le Berger allemand pour le fauve à manteau et le Malamute pour le sable à manteau. Le manteau sombre (de noir à charbonné, le marron existant aussi) peut être réduit à une petite selle sur le dos ou, au contraire, aller jusqu'à l'envahissement de presque tout le corps; cette extension est, là encore, le fait de gènes modificateurs.

Proche de la robe fauve ou sable charbonné, la robe à manteau lui serait, selon certains auteurs, génétiquement identique. Retenons plutôt que le gène responsable, situé au locus (A), lui aussi, est "as" (s pour "saddle", selle en anglais). Du point de vue de la dominance, il se situe juste après "Ay".

b2 - Les robes sombres à marques fauves ou sable

Elles correspondent à la robe dite "noir et feu" et à sa variante "marron et feu", telles que rencontrées en race Dobermann. Ce type de robe se caractérise par ses marques feu de faible étendue, très précisément localisées: lèvres, joues, paupières, gorge, poitrine, pieds, devant des cuisses, fesses, anus. Ceci permet à peu près toujours de la distinguer de certaines robes à manteau sombre très envahissant. De plus, les marques feu varient peu en étendue de la naissance à l'âge adulte.

Le gène responsable de la robe à marques feu se situe aussi sur le locus (A) et s'appelle "at". Il est récessif par rapport à tous les autres gènes du locus: tous les chiens présentant cette robe sont

donc de génotype "at.at"; ainsi, leur descendance, dans sa totalité, n'aura la même robe que si l'autre partenaire de l'accouplement porte celle-ci aussi.

b3 - La robe bringée et la robe à masque

Ces deux robes sont bien connues mais parfois difficiles à repérer quand bringeures ou masque sont discrets et que, de surcroît, le poil est long: il peut alors y avoir confusion avec une robe simplement charbonnée. Celle-ci n'est, par ailleurs, pas incompatible avec le masque alors que, normalement, le bringé masque le charbonné.

Génétiquement, l'origine de ces deux robes se situe au locus (E). La robe bringée est due au gène "ebr"; le masque, quant à lui, est dû au gène "Em" qui domine "E+" mais pas "ebr", d'où la possibilité d'avoir des chiens à bringeures et masque: ils sont de génotype "Em.ebr". Bien sûr, "Em" et "ebr" ne peuvent s'exprimer quand le chien porte "B+" puisque la robe est uniformément sombre! ils peuvent le faire, par contre, avec les autres gènes de la série A; leur action est cependant discrète avec "at" (robe noire et feu).

b4 - Les robes bigarrées

Les robes bigarrées sont celles que l'on appelle Merle ou Arlequin. Leur particularité tient à l'existence de plages déchiquetées d'une certaine couleur sur un fond de la même couleur diluée: noir sur bleu, parfois marron sur beige, exceptionnellement fauve sur sable. Une dilution très forte allant jusqu'au blanc explique l'Arlequin.

Le gène responsable est le gène "M", situé au locus (M), la lettre M venant de "Merle", qui domine le gène normal "M+", sans action. Le génotype homozygote "MM" est connu pour être lié à des anomalies oculaires et auditives. L'action de "M" se superpose à l'action des gènes des autres séries.

4 - Les robes panachées

Ce sont toutes les robes qui portent une panachure, c'est-à-dire des taches blanches. On les dit pie, aussi Toutes les robes étudiées auparavant peuvent avoir une variante avec une panachure plus ou moins étendue.

Génétiquement, pour expliquer la présence de blanc, il suffit d'ajouter à l'action des gènes des locus précédents celles des gènes du locus (S). On en distingue quatre qui sont, par ordre de dominance décroissante: "S" (absence de blanc), "si" (très peu de blanc), "sp" (équilibre des plages blanches et colorées), "sw" (blanc envahissant). Toutes les panachures intermédiaires entre ces quatre types sont possibles grâce à l'action de gènes modificateurs. En pratique, cela signifie que l'on peut sélectionner assez facilement une certaine proportion de blanc dans la robe, voire une certaine forme des taches, mais qu'une marge d'aléas demeurera toujours. A l'extrême, on peut sélectionner des chiens blancs à partir de chiens de génotype "sw.sw", comme cela s'est fait en race Montagne des Pyrénées.

Voici, pour finir et pouvant servir d'exercices, des exemples de génotypes de robes dans quelques races:

- Beagle-Harrier (fauve à manteau noir, et blanc):

"as.as" - "B+.B+" - "C+.C+" - "D+.D+" - "E+.E+" - "G+.G+" - "M+.M+" - "sp.sp"

- Bouvier bernois (noir marqué de fauve, et blanc limité):

"at.at" - "B+.B+" - "C+.C+" - "D+.D+" - "E+.E+" - "G+.G+" - "M+.M+" - "si.si"

- Labrador (noir uniforme):

"As.As" - "B+.B+" ou "B+.b" - "C+.C+" - "D+.D+" - "E+.E+" ou "E+.e" - "G+.G+" - "M+.M+" - "S+.S+"

- Labrador (marron uniforme):

identique sauf en série B où on trouve "b.b"

- Labrador (fauve uniforme):

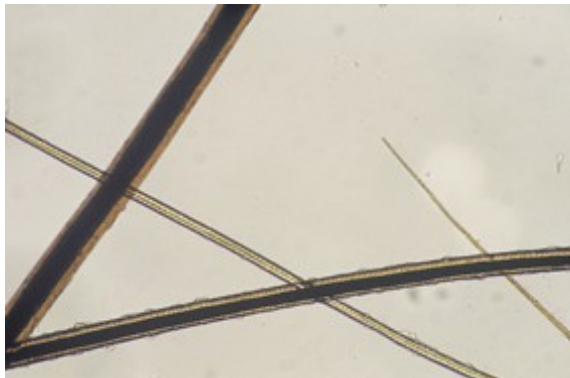
identique sauf en série E où on trouve "e.e", et en série B où on peut trouver "b.b"

- Labrador (sable uniforme):

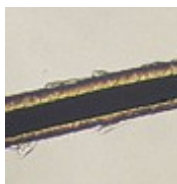
identique à fauve sauf en série C où on trouve "cch.cch"

Source : http://www.azawakh.fr/articles/courreau_notion_genetique.html

Poil primaire « Normal »



Poil secondaire « Normal »



L'examen du poil met en évidence trois zones distinctes, de l'extérieur vers l'intérieur : la cuticule, le cortex et la médulla :

– La **cuticule**, couche externe sombre et fine, est formée de cellules aplaties, kératinisées et sans noyau, disposées comme les ardoises d'un toit.

– Le **cortex**, couche claire intermédiaire, représente de 1/6 à 1/3 de l'épaisseur du poil et est constitué de cellules fusiformes kératinisées. Cette couche est responsable des propriétés mécaniques du poil et de la couleur du pelage (présence de pigments).

– La **médulla** (ou moelle), couche la plus interne, est formée de rangées longitudinales de cellules aplaties ou cuboïdes, qui sont parfaitement jointives au niveau de la racine, puis se vacuolisent sur le reste du poil (de l'air, des grains de glycogène et des pigments mélaniques peuvent alors être retrouvés dans cette médulla).

Chez le chien, on distingue les **poils primaires** (un principal, poil de couverture ou poil de jarre, central et plus gros, et 2 à 5 latéraux, parfois appelés barbes) avec une médulla épaisse et un cortex fin et les **poils secondaires** (sous poil), plus petits, plus fins, plus souples et possédant une médulla beaucoup moins épaisse, mais un cortex et une cuticule plus développés. Ces poils secondaires sont en plus grand nombre que les poils primaires (5 à 24 poils secondaires par poil primaire) et leur densité varie selon la zone corporelle, la race ou l'espèce. Ils interviennent principalement dans la régulation de la température.

Source : « L'examen microscopique du poil »

A. MULLER, E. GUAGUÈRE.