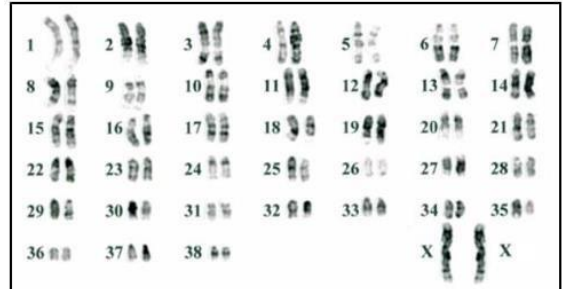


Les gènes contrôlant les couleurs chez l'eurasier

Quelques rappels de génétique



Les gènes sont des fragments d'ADN, molécule support de l'information génétique constituant les chromosomes. L'espèce canine possède 39 paires de chromosomes. Chaque paire possède deux chromosomes homologues dont un est transmis par la mère et le second par le père. Ces deux chromosomes possèdent les mêmes gènes, situés au même endroit appelé locus. Un gène peut posséder plusieurs formes, les allèles codant pour une caractéristique spécifique. Ainsi les chromosomes d'une même paire, pour un gène, peuvent posséder les deux mêmes allèles (l'individu sera homozygote pour ce gène), ou deux allèles différents (l'individu sera hétérozygote).



Caryotype d'un Chien
-39 paires de chromosomes-

La synthèse et la répartition des pigments responsables de la coloration du pelage, sont contrôlés par de nombreux gènes dans la race canine. Aujourd'hui une quinzaine de gènes sont connus. On peut les regrouper en quatre catégories :

- Les gènes qui codent pour la synthèse de pigments
- Les gènes qui codent pour l'élimination de l'un ou l'autre des pigments
- Les gènes qui codent sur l'atténuation de l'intensité d'une ou plusieurs couleurs
- Les gènes qui codent pour l'extension ou régression des couleurs sur le corps.

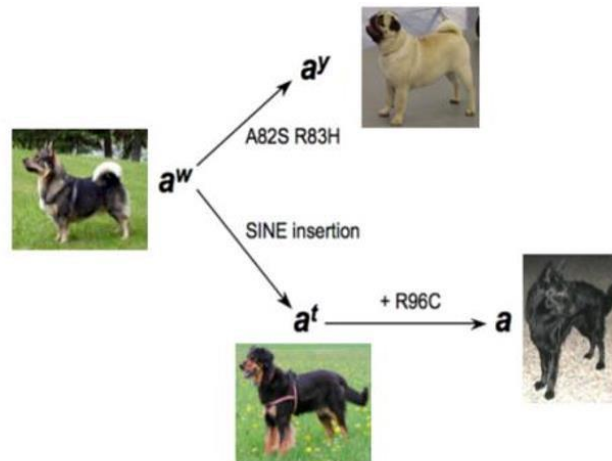
Nous insisterons uniquement sur les gènes qui sont à l'origine de la diversité des robes chez l'eurasier.

- **Le gène locus A (Agouti)**

C'est un des gènes les plus importants dans la détermination de la couleur de l'eurasier. Ce gène présente quatre allèles avec la dominance qui suit : AY > aw > at > a (« > » a pour signification « domine ») et est porté par la paire de chromosomes N°24.

- l'allèle Ay : Donne un rouge/fauve/sable plus ou moins charbonné, parfois pas du tout. Il doit exister des gènes modulateurs qui influence l'importance du charbonné (plus ou moins foncé et étendu) et l'intensité de la synthèse du pigment.
- l'allèle aw (agouti du nom du petit rongeur) : Donne des poils sombres (eumélanine). Ces poils sont localisés dans les régions plutôt dorsales de l'animal : dessus de la tête, dos, haut des pattes. Les zones ventrales sont très claires. Ce sont surtout les races nordiques qui ont conservé cet allèle (Spitz, Elkhound, etc .), et les races très proches du loup. C'est le phénotype sauvage parfois appelé « gris loup » ou « agouti ». En France chez l'Eurasier, dans la description des couleurs, on ne distingue pas ce phénotype des phénotypes charbonnés.
- l'allèle at: Donne un noir avec des tâches rouge/fauve/sable bien localisées, récessif sur tous les allèles, sauf le noir récessif. Il existe probablement des allèles modificateurs (non encore connus), qui interviendraient pour réduire l'étendue du noir avec la croissance
- l'allèle a: Noir récessif, absences de taches ; c'est un génotype rare.

Figure 1 présentant une proposition d'explication de l'évolution des allèles du gène Agouti chez le chien au cours de sa domestication (GÈNES ET MUTATIONS IMPLIQUÉS DANS LA COULEUR DU PELAGE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES : APPLICATION À L'ÉLEVAGE / THÈSE pour le doctorat vétérinaire présentée le 21 janvier 2016 par Marie, Gabrielle SIMI)



Ce diagramme montre la probable évolution des allèles Agouti à partir de l'allèle sauvage a^w , donnant un phénotype illustré par un chien de Berger Suédois gris-loup. Le phénotype fauve donné par A^y , additionné d'un masque mélanique est illustré par un Carlin. Un Hovawart noir-et-feu illustre le génotype a^t/a^t (ou a^t/a , rare). Enfin, un Berger Allemand noir illustre l'homozygotie a/a .

L'Eurasier est la seule race à posséder les quatre allèles du gène A. Ce qui explique, en parti, la diversité des couleurs dans cette race.

Figure 2 : Tableau présentant une étude de la présence des allèles du gène A dans 35 races étudiées par Dreger et Schmutz, 2011

Race	Allèles Agouti			
	A^y	a^w	a^t	a
Eurasier	✓	✓	✓	✓
Border Collie		✓	✓	✓
Berger Allemand		✓	✓	✓
Teckel	✓	✓	✓	
Golden Retriever	✓	✓	✓	
Vizsla	✓	✓	✓	
Braque allemand à poils courts		✓	✓	
Chien d'arrêt allemand à poil dur		✓	✓	
Épagneul breton		✓	✓	
Akita	✓	✓		
Shar Pei	✓	✓		
Spitz loup		✓		
Malamute d'Alaska		✓		
Chien d'élan norvégien		✓		
Husky sibérien		✓		
Vallhund suédois		✓		
Schnauzer standard		✓		
Schnauzer nain		✓		
Berger des Shetland	✓		✓	✓
Colley	✓		✓	
Welsh Corgi Cardigan	✓		✓	
Welsh Corgi Pembroke	✓		✓	
Chien finnois de Laponie	✓		✓	
Jack Russel terrier	✓		✓	
Airedale terrier			✓	
Saluki	✓		✓	
Basset Hound	✓		✓	
Épagneul breton français	✓		✓	
Grand épagneul de Münster	✓		✓	
Retriever de la Baie de Chesapeake	✓			
Labrador retriever			✓	
Beagle			✓	
Springer anglais			✓	
Chien d'arrêt allemand à poil long			✓	
Braque de Weimar			✓	

On note sur ce tableau que le locus Agouti ne peut expliquer à lui seul la couleur du pelage puisque par exemple, le Labrador et le Braque de Weimar, ne possèdent que l'allèle a^t , responsable du noir-et-feu ou fauve à manteau noir, alors que ces robes ne sont pas présentes dans cette race. D'autres gènes, interviennent donc dans la coloration de la robe.

Le gène étant porté par les deux chromosomes de la paire N°24, un individu possède ce gène en double exemplaire : Ainsi, selon la dominance des allèles $Ay > aw > at > a$, on pourra avoir chez l'Eurasier des génotypes différents pour une même couleur:

- Un chien de couleur sable, fauve, rouge plus ou moins charbonné pourra être de génotype : $Ay//Ay$, $Ay//aw$ (porteur du gris-loup), Ay/at (porteur du noir et feu) ou $Ay//a$ (porteur du noir récessif).
- Un chien gris-loup pourra être de génotype : aw/aw , aw/at (porteur du noir et feu) ou aw/a porteur du noir récessif.
- Un chien noir et feu sera de génotype : at/at ou at/a porteur ou non de noir récessif.
- Un chien noir ne pourra être que de génotype a/a .

- **Les autres gènes intervenant dans la couleur de l'Eurasier (en gris, les gènes intervenant dans la diversité du pelage des eurasiens)**

Locus du gène	Allèles du gène	Phénotype	Expression chez l'eurasier
B (Brown) <i>Agit sur la coloration de l'eumélanine</i>	Allèle B	Eumélanine de couleur noir	B>b La couleur marron n'étant pas connue dans cette race, et l'allèle b ne semble pas être présent dans la race chez l'Eurasier. → Ainsi les eurasiens sont tous (B/B)
	Allèle b (récessif)	Eumélanine de couleur marron	
K (Black) <i>Agit sur la synthèse d'eumélanine</i>	Kb	Chien noir uni, dominant sur tous les allèles du gène A	Kb>Kbr>Ky Chez l'Eurasier, aucune couleur bringée ; et à la vue de la transmission de la couleur noire dans la race, l'allèle Kb est absent dans la population. → Ainsi tous les Eurasiens sont Ky/Ky
	Kbr	Chien bringé. L'allèle permet l'expression des allèles de la série A, mais les parties rouges/fauves/sables de la robe seront bringées.	
	Ky	Allèle inactif qui permet l'expression de la série A.	
E (Extension) <i>Présence d'un masque foncé sur la face (paire de chromosomes N°5)</i>	Allèle Em	Masque foncé plus ou moins étendu sur le museau, la tête	Em>E>Eg>e Les combinaisons présentes dans la race pour ce gène sont : Em/Em ou Em/E pour les eurasiens masqués, et E/E pour les eurasiens non masqués. A noter que le masque inversé (blanc) correspond à une absence de masque À la vue de la transmission des couleurs fauve et rouge dans la race, l'allèle e est probablement minoritaire ou absent
	Allèle E	Pas de masque.	
	Allèle Eg	Couleurs grizzli et domino, retrouvées uniquement chez le saluki et le lévrier afghans.)	
	Allèle e	Rouge récessif, aucun poil noir dans la robe, chaque poil noir d'origine est transformé en rouge, la couleur des yeux et de la truffe n'est pas affectée.	
D (Dilution) Modifie l'intensité de l'eumélanine et de la phéomélanine	Allèle D	Pigment normal, pas de dilution.	D>d Cette dilution n'est pas présente chez l'Eurasier (par exemple absence de la couleur bleu). → Tous les eurasiens sont (D/D)
	Allèle d	Pigment dilué, le noir devient bleu, le marron devient beige et rouge devient sable. La mutation touche également la truffe qui devient grise (dans diverses nuances), les muqueuses et les yeux qui s'éclaircissent	
C (Chinchilla) Intervention	C+	Pas de dilution de la phéomélanine.	C+>cch>ca
	cch :	Dilution de la phéomélanine. Chien blanc/crème	

d'un autre gène de dilution	ca :	Chien albinos.	Il est peu probable que l'eurasier possède les allèles de dilution cch. Les eurasiens devraient être C+/C+.
I (Intensité) Joue sur la richesse de la phéomélanine et donc de l'intensité du rouge/fauve/sable	Allèles inconnus	Différents gènes et allèles doivent exister dans la race à la vue des nombreuses nuances de rouge/fauve/sable et du charbonné.	
Locus S (Spotting): Panachure blanche se superposant aux autres couleurs Paire de chromosomes 20	S	Pas de panachure blanche	L'apparition de taches blanches est rare chez l'eurasier et non confirmable. On nomme cette coloration pinto. La dominance (S>Sp) est plus ou moins incomplète et ces allèles sont soumis à une action importante de gènes modificateurs. Ainsi les eurasiens (S//Sp) peuvent être pinto ou sans tache. Il existe ainsi dans la population quelques individus (S/Sp), mais la plupart des eurasiens sont (S/S). Les allèles Sw et Si sont absents de la population car les panachures blanches envahissantes ne sont pas observées.
	si	Panachure irlandaise : sur le cou, le museau, le poitrail, les pieds et le bout de la queue comme chez le Basenji.	
	sp :	Panachure pie ou pinto, plus de 50% de blanc si homozygote, moins ou inexistant si hétérozygote avec S ou si.	
	sw :	Panachure blanche très envahissante voire totale	

Un eurasier pinto



En résumé : Les gènes intervenant dans la diversité des couleurs de la robe de l'eurasier

GENE A (AGOUTI)				
<i>Paire de chromosomes N°24</i>				
Rôle	Code pour la couleur de la robe plus ou moins charbonnée			
Allèles (Ay>At>Aw>a)	A ^y	A ^t	A ^w	a
Caractère codé par l'allèle	Rouge, fauve, sable plus ou moins charbonné	Gris-loup	Noir et feu	Noir
Phénotypes et Génotypes	-Ay//Ay, Ay//aw, Ay/at, Ay//a → sable, fauve, rouge plus ou moins charbonné -At//At, At//Aw, At//a → gris-loup -Aw//Aw, Aw//a → noir et feu -a//a → noir uni			
GENE I (Intensité)				
Rôle	Régule l'intensité de l'expression du gène Agouti			
Allèles	Gène et allèles inconnus			
Phénotypes	Couleur de la robe plus ou moins pigmenté et plus ou moins charbonné			
GENE E (EXTENSION)				
<i>Paire de chromosomes N°5</i>				
Rôle	Présence d'un masque foncé sur la face			
Allèles (Em > e)	Em		e	
Caractère codé par l'allèle	Masque foncé plus ou moins étendu sur le museau, la tête		Absence de masque	
Phénotypes et Génotypes	-Em//Em, Em//e → présence d'un masque plus ou moins étendu -e//e → absence de masque			
GENE S (Spotting)				
<i>Paire de chromosomes N°20</i>				
Rôle	Panachure blanche se superposant aux autres couleurs			
Allèles (dominance incomplète)	S		Sp (très rare chez l'eurasier)	
Caractère codé par l'allèle	Absence de panachure blanche		Présences ou non de taches blanches dans le pelage (pinto)	
Phénotypes et génotypes	S//S → Absence de tache S//Sp → Absence de tache ou présence de taches recouvrant moins de 50% du corps (non confirmable). Cela peut aller à une absence de tache à des taches plus ou moins étendues Sp//Sp → présence de taches recouvrant plus de 50% du corps (non confirmable)			

Nous avons la chance d'avoir une grande diversité des couleurs chez l'eurasier qui s'explique par la présence des quatre allèles du gène agouti. Il est important que tous les éleveurs dans cette race travaillent à garder cette diversité des robes sans céder à quelques effets de mode favorisant telle ou telle couleur.