

# Le carnelian (copal, serdolik) chez le Kurilian Bobtail

Par Elisabeth Morcel, Kreiz ar Mor Maine Coons , et Martine Perrot, Traouiero Kurilian Bobtail

## Historique de la couleur

Irina Sadovnikova a transmis les informations suivantes et les photos d'illustration à Sarah Hartwell.

Nadejda Flegontova (juge toutes races WCF) a été la première à s'intéresser à des chats de couleur inhabituelle : un mélange de roux et de silver clair. Ces chats avaient un phénotype roux, mais au vu de leurs ascendants directs, ils ne pouvaient pas être roux et en exposition ils étaient un casse-tête pour les juges. Tous les chats à la couleur douteuse étaient alors considérés comme « torties atypiques » mais les observations ont continué.

En 1998, à Krasnoïarsk, la juge Olga Mironova (juge toutes races WCF) a remarqué pour la première fois des Kurilians « golden rougeâtre » d'une teinte inhabituelle, comme de la peau de buffle. Il s'agissait de chatons élevés par la responsable du club "Catus", Svetlana Tyushnyakova. On les a minutieusement décrits et on a étudié leur pedigree: Les chatons étaient entièrement roux, avec juste quelques poils noirs au bout de la queue, que certains ont perdus en grandissant. Les parents n'étaient ni roux ni tortie, donc le roux était impossible.

En croisant ces chat atypiques en line breeding, on a obtenu des Kurilians optiquement roux. Nadejda Flegontova les a présentés en 2001 lors d'un séminaire « Felis » destiné à des juges et des éleveurs de Russie. La question s'est alors posée : comment classer ces chats atypiques nés de parents silver et golden pour les juger ? La couleur n'ayant pas été étudiée et n'étant pas comprise à l'époque, aucune décision n'a été prise. Pour ces chats, la couleur rousse était impossible selon les lois de la génétique. Les juges ont alors décidé d'étudier cette couleur qu'on ne comprenait pas.

Comme on voyait en exposition de plus en plus de Kurilians Bobtails de l'étrange couleur rousse, parfois avec un léger tipping noir, on les a nommés en référence aux Norvégiens ambre : Kurilian Amber, Kur-Amber. Il y a quelques années, le Kurilian Amber avait été assez étudié en tant que phénomène de la cat fancy pour que ses particularités soient comprises. Comme il y avait déjà un grand nombre de chats, il a alors semblé urgent de donner un nom à cette couleur et de le proposer aux spécialistes. Les pionniers de l'étude ont suggéré de l'appeler « serdolik », qui signifie « cornaline », une pierre semi-précieuse que l'on trouve dans l'Oural .



2011, À gauche et ci-dessus : Kurilian Bobtail carnelian décrit à l'époque comme red tabby bicolore avec l'extrémité de la queue noire.

À droite : chaton Kurilian Bobtail de 2 semaines et le même chat à 12 mois. Le pigment noir a disparu et il ressemble à un red tabby.



Kurilian Bobtail carnelian décrit à l'époque comme golden blotched tabby avec des doigts pâles. Photo : Irina Sadovnikova



## Découverte russe de la mutation

Les éleveurs de Kurilian Bobtail ayant décrit de nouvelles couleurs du groupe « golden », les chercheurs du laboratoire ZOOGEN ont étudié les Kurilian Bobtails de la lignée Gosha de la chatterie Uralsky Samotsvet. Cinq types distincts de couleur orange ont été identifiés. L'un d'eux était la mutation rousse (O) normale liée au sexe. Les quatre autres n'étaient pas liés au sexe. L'analyse des pedigrees a montré que toutes ces couleurs provenaient d'un seul allèle épistatique avec les loci agouti (A) et silver (SILV). La comparaison avec les mutations ambre et russet connues a révélé que la mutation de type ambre du Kurilian Bobtail était une nouvelle mutation du gène MC1R (récepteur de la mélanocortine de type 1). La couleur due à la mutation a été nommée « carnelian ». La mutation a été trouvée chez tous les Kurilian Bobtails ayant la couleur carnelian mais pas chez les Kurilian Bobtails d'une autre couleur

Cette nouvelle couleur a été mentionnée pour la 1<sup>re</sup> fois en juin 2018, lors du 23<sup>e</sup> Colloque international sur la Cytogénétique et la Génomique Animales à Saint-Pétersbourg, en Russie par des chercheurs de l'entreprise ZOOGEN. La communication scientifique « A new mutation in the MC1R gene is responsible for golden and carnelian coat colours in the Kurilian Bobtails » par Elina Bychkova, Anton Markov, Natalia Golubeva, Yulia Golovacheva, Elizaveta Filippova a été publiée seulement en 2019, à cause des délais de publication de l'Université d'État de Saint-Pétersbourg

Les auteurs expliquent que la couleur dorée (golden) est présente chez de nombreuses races de chats et qu'elle s'exprime de diverses manières. Le phénotype du Kurilian Bobtail exprime la couleur golden et une couleur jaune récessive nommée « carnelian ». Ils indiquent avoir identifié une nouvelle mutation suite au séquençage complet de la région codante du gène MC1R, permettant ainsi d'élaborer un test commercialisé depuis par ZOOGEN.

Les résultats des tests ont suggéré qu'une copie de l'allèle mutant combinée avec un allèle de type sauvage (hétérozygotie) donne une couleur dorée, et que deux copies de l'allèle mutant (homozygotie) entraînent l'absence totale d'eumélanine dans les poils, produisant ainsi la couleur carnelian.

## Découverte française de la mutation

Marie Abitbol, professeur de génétique, et Vincent Gache de VetAgro Sup, École Vétérinaire de Lyon (France), ont aussi étudié le locus du gène d'extension (E), en ciblant le gène MC1R. Leurs recherches ont confirmé que la délétion c.640\_669 cause chez le Kurilian Bobtail un changement de couleur similaire à l'ambre et au russet et que cette mutation est facilement détectable via un test génétique.

Ils ont proposé de nommer la mutation allèle e<sup>c</sup> (copal) en référence au premier allèle ambre.

## Le mécanisme de la mutation

Les couleurs chez les mammifères sont le résultat de combinaisons d'eumélanine (pigment à base de noir) et de phéomélanine (pigment à base de rouge). Les quantités relatives de chaque pigment déterminent la couleur globale. Le mécanisme global du passage d'un pigment à l'autre est connu, mais il existe d'autres gènes qui exercent un contrôle fin et déterminent les nuances exactes.

Le roux « normal » est dû au gène O situé sur le chromosome X et hérité de manière sexuée. Récemment, des couleurs rousses héritées de façon mendélienne classique (gène dominant/récessif, non lié au sexe) sont apparues : « ambre » pour le Norvégien, et « russet » pour le Burmese. Elles sont associées à différentes mutations du gène MC1R qui empêchent la production d'eumélanine.

Les mutations du gène MC1R (locus E) causent des couleurs de pelage de roux intense à jaune chez plusieurs espèces. Chez le chat, les trois allèles mutés décrits à ce jour sont ambre (récessif, Norvégien), russet (récessif, Burmese australien) et carnelian/copal, une mutation codominante chez le Kurilian Bobtail. L'ambre (e) et le russet (r) sont des gènes récessifs, mais peuvent être épistatiques à des allèles à d'autres loci.

Les Kurilian Bobtails hétérozygotes pour l'allèle carnelian/copal sont de couleur dorée. Des tests effectués par Marie Abitbol n'ont pas permis de trouver la mutation copal du MC1R chez le Sibérien golden ni chez le British shorthair copper à poil long ou court (golden chinchilla ou golden shell).

Chez le Kurilian Bobtail, à la naissance les chatons semblent brown tabby, avec une nuance rougeâtre chaude. Les chatons s'éclaircissent ensuite car l'eumélanine disparaît des poils : les chats adultes présentent une couleur roux-abricot semblable à celle des chats qui sont roux à cause du gène O.

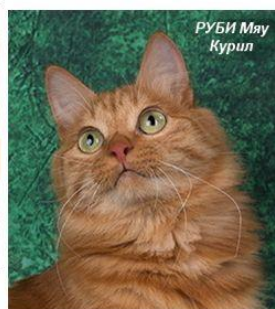


Red agouti



Red non-agouti

Serdolic agouti



Serdolic non-agouti.



## Action

L'action de la mutation carnelian/copal est un peu similaire à celle de la mutation ambre mais beaucoup plus importante que celle des mutations ambre ou russet. Le changement de couleur se produit in utero et les chatons naissent déjà presque dépourvus de pigment noir.

En présence de l'allèle dominant A et de l'inhibiteur de mélanine I ou de l'inhibiteur d'eumélanine Wb, carnelian semble être codominant : l'action d'une seule copie de  $e^c$  est visible sur le phénotype (cf. les chats silver et golden porteurs de la mutation). Cette action est actuellement en cours d'étude. Les Kurilian bobtails que certains nomment « bimétalliques » sont porteurs hétérozygotes de l'allèle carnelian/copal.

En présence de A et de  $e^c$ , le gène inhibiteur de mélanine I ne peut pas éclaircir les poils du dessous du corps, ce qui crée une apparence de silver + golden chez un même chat. Le pigment red est présent sur le ventre, la gorge, la face, la poitrine et la face interne des pattes - distribution dorso-ventrale typique.

En l'absence de A (chats solides), carnelian/copal n'a aucune influence sur I (silver) : les chats smoke porteurs de carnelian semblent black smoke. En présence de A, l'inhibiteur de l'eumélanine Wb associé à  $e^c$  produit l'aspect spécifique des Kuriliens golden porteurs de carnelian : un golden brunâtre particulier avec une pâleur dorso-ventrale.

Les Kuriliens golden ne donnent pas naissance à des chats brown tabby, contrairement aux autres races de chats golden, chez lesquelles c'est courant.

## Les expressions de carnelian (source du descriptif : Elina Bychkova et al.)

Les porteurs d'un seul gène carnelian présentent également une couleur modifiée.

### Carnelian agouti

- Corps

Couleur rouge-orangée, parfois lumineuse et ardente. Tous les poils ont un ticking agouti, mais il n'est pas noir. La couleur est plus intense le long de l'épine dorsale. Le motif sur les flancs est généralement clairement exprimé et contraste avec une couleur de fond moins intense. Les tâches sur l'abdomen peuvent être assez floues. L'éclaircissement dorso-ventral est clairement exprimé. Les pattes présentent la distribution de couleur et le dessin normaux pour agouti, mais les doigts sont nettement blancs près des griffes.

- Tête

Sur le museau, les marques agouti sont nettes. La gorge est de couleur nettement plus claire et semble blanche, mais la base des poils est orange pâle.

- Pieds

Sur la face plantaire, le poil est blanchâtre autour des coussinets et des doigts. Le cuir est rose, avec des tâches de pigment noir. La semelle du talon est couverte d'un poil roux, qui pâlit vers les pattes.

La couleur est déjà évidente chez les chatons nouveau-nés et change peu, à l'exception de quelques poils avec un tipping noir noués sur la queue, qui disparaissent avec l'âge.

### **Carnelian non agouti**

- Corps

La couleur de base est un riche brun-rouge-orange. Les poils ne sont pas tiquetés, mais présentent sur leur longueur un dégradé de couleur qui forme un motif. Leur pointe n'a pas de pigment noir. La teinte du dos est presque la même que sur l'abdomen. Le dos et les flancs sont rouge brun intense et présentent un motif net contrastant avec la couleur de fond rouge-orange, qui est aussi celle du ventre. Les tâches sur le ventre peuvent être contrastées ou un peu floues. Les membres sont rouge-brun uniforme, jusqu'au bout des doigts.

- Tête

Le motif sur le museau est atténué, les marques agouti ne sont pas exprimées. L'éclaircissement du pelage autour des yeux (lunettes) est peu marqué. Les rayures « mascara » sont conservées. L'éclaircissement des patons et de la gorge est absent, le museau semble globalement plus sombre que chez carnelian agouti. Le cuir du nez est uniformément brun rouge ou brun.

- Pieds

Les coussinets sont rouge-brun uniforme. Les poils entre les doigts sont un peu plus clairs.

Les chatons sont beaucoup plus foncés que les adultes et peuvent sembler brown tabby.



## **Golden porteur de carnelian**

### - Corps

La couleur est saturée, avec une prédominance de tons brun-orange à jaune pâle. La base du poil est rouge sans aucune bande grise. Le pigment noir est concentré sur la partie supérieure de la tête et du dos, avec un motif sur les flancs et le bout de la queue noir. Dans ces zones, le tipping noir va de 1/8 à 1/3 de la longueur du poil. La gorge, le ventre et la face interne des pattes sont complètement rouges, sans pigment noir. Les marques agouti sont nettes. Le ventre est de couleur nettement plus claire et il peut y avoir des taches blanchâtres sur la poitrine et le ventre. Le motif est bien défini sur les flancs et les membres, il est plus brun que la couleur de fond, sans noir.

### - Tête

Les « lunettes » et la gorge peuvent être nettement plus claires. Les patons peuvent être entièrement clairs. La truffe est rose. Le contour est marqué, mais pas toujours nettement dessiné. Le tiers inférieur du nez présente une tache triangulaire claire.

### - Pattes

Les coussinets sont brun foncé ou noirs. Les poils interdigitaux sont noirs. Sur les pattes postérieures, le poil noir se limite à la zone interdigitale, puis les poils rouges prédominent jusqu'au jarret.

Les chatons naissent plus foncés, et peuvent sembler brown tabby. Ils éclaircissent en grandissant (moins que les Norvégiens ambre) et ont moins de noir.

## **Silver porteur de carnelian**

### - Corps

La coloration est caractérisée par la transition de l'argenté au doré du dos vers le ventre : le dos et les côtés du corps sont colorés par un pigment noir sur le sous-poil clair, le dessin passant du noir au brun-orange avec un sous-poil jaune sur la partie inférieure du corps. La coloration argentée est concentrée sur le dos et les flancs du chat. La coloration dorée occupe la partie inférieure du corps - abdomen, face intérieure des pattes, gorge et patons. La couleur exprime tous les signes d'agouti : poils plus clairs autour des yeux (« lunettes »), sur la gorge et sur les patons, lettre M dessinée sur le front et dessin en forme de losange partant du coin externe des yeux. Mais ces signes sont assez diffus. Le degré d'expression varie d'un individu à l'autre. La nuance argentée du poil est faite de pigment noir, qui occupe une longueur considérable du poil - jusqu'à 3/4. Il y a un ticking irrégulier sur toute la longueur du poil. La partie supérieure du corps est essentiellement argentée, le dos étant plus sombre. Des poils roux peuvent être mêlés à des poils entièrement noirs. Les poils roux commencent à prédominer sur la partie inférieure du corps. Chez beaucoup de chats, il n'y a pas de transition nette. Des poils roux recouvrent l'abdomen, la gorge, les joues et souvent les patons, laissant une bande argentée sous les yeux. Le motif sur les côtés peut être net ou flou, surtout chez les chats à poils mi-longs, et est plus prononcé sur les membres.

### - Tête

La truffe est rouge clair à rose foncé. Le contour est marqué, mais pas toujours nettement dessiné. Chez certains chats, le tiers inférieur du nez présente une petite tache triangulaire claire.

### - Pattes

La face avant des pattes antérieures et postérieures est rousse jusqu'à l'extrémité des doigts, la face postérieure étant argentée. Les coussinets sont noirs, la face arrière des coussinets des pattes avant est souvent rose. Les poils interdigitaux et sur les pattes postérieures à partir du jarret sont noirs.

À la naissance, les chatons ont l'air écaille, avec le dos plus noir et un sous-poil clair. En vieillissant, ils ne changent pratiquement pas de couleur, mais l'accumulation de pigment phéomélanique devient plus visible. Les coussinets des chatons sont rose foncé avec des taches noires, ils deviennent noirs avec l'âge.



Golden carnelian/serdolic carrier.



Silver carnelian/serdolic carrier.



Blue golden serdolic/carnelian carrier.



Blue serdolic/carnelian classic tabby.



Yasnyi Sokol Uralskiy Samotsvet

On a observé du carnelian combiné avec du colourpoint, mais cette combinaison n'a pas été poursuivie et n'est pas une couleur reconnue dans la race. Néanmoins, elle est très attrayante. Chez les chats colourpoint non agouti, les chatons présentent des marques brun grisâtre ou taupe. Plus tard, la couleur évolue vers un roux intense, voire ardent.



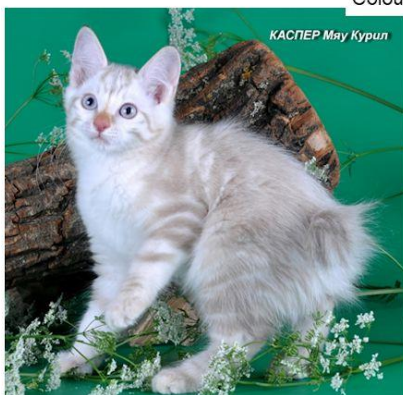
Colourpointed agouti serdolic/carnelian.



Colourpointed non-agouti serdolic/carnelian.



Colourpointed golden agouti carrier.



Les éleveurs de Kurilians enregistrent leurs chats black/brown tabby aux tons chauds comme « golden » pour décrire leur couleur de fond plus vive. Cela pose problème si ces chats sont transférés dans des livre des origines qui ne reconnaissent pas que ce golden peut être un trait complètement indépendant. L'identification de la mutation a permis de résoudre ce problème et devrait ouvrir la voie à l'amélioration de l'exactitude des pedigrees.

## Sources :

- <http://messybeast.com/sunshine-kurilean-golden.htm>
- Marie Abitbol, Vincent Gache, "Copal, a new MC1R allele in the domestic cat," Animal Genetics, Accepted for publication 27 May 2019
- Elina Bychkova, N. A. Golubeva, E. A. Filippova, L. O. Sangina, Anton Markov, "A New Mutation in the MC1R Gene Leads to Unique Carmelian Color in Kurilian Bobtails," Russian Journal of Genetics 56(1):108-111, received February,9 2019
- **НОВАЯ МУТАЦИЯ В ГЕНЕ *MC1R* ПРИВОДИТ К УНИКАЛЬНОМУ ОКРАСУ "СЕРДОЛИК" У КУРИЛЬСКИХ БОБТЕЙЛОВ**, ©2020г. Э.О.Бычкова, Н.А.Голубева, Е.А.Филиппова, Л. О. Сангина, А. В. Марков
- <https://omia.org/OMIA001199/9685/>
- <http://felinegenetics.missouri.edu/1734-2>