

OÙ ET COMMENT LE LOUP EST DEVENU CHIEN ?

DU LOUP AU CHIEN ...

Véronique Luddeni

Depuis des millénaires, le chien (*Canis familiaris*) a assisté l'«Homme» pour la chasse, la garde des troupeaux et du campement. Depuis peu, il partage son appartement, sa vie et ses loisirs.

La domestication du chien a été un avantage déterminant pour la survie des chasseurs-cueilleurs puis des premiers agriculteurs et comme une évidence, peu à peu, pour l'équilibre de ces derniers et leur seul bien-être, dans le partage, le dialogue (non verbal) et la complicité.

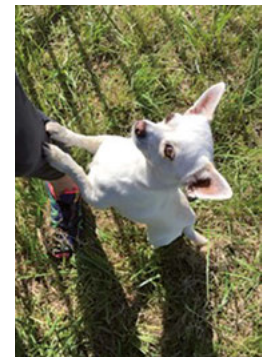
La diversité des talents de *Canis familiaris*, sa curiosité, son écoute, son besoin partagé de connexion émotionnelle avec l'«Homme» l'ont conduit à devenir notre meilleur ami. Près de 400 races de chiens ont été sélectionnées en 200 ans, des races au comportement bien typé et ce, avec une énorme hétérogénéité de taille et de tempérament....



Crédit : V. Luddeni



Crédit : P. Bradier-Girardeau



Crédit : V. Luddeni

Remerciements pour le partage bibliographique :

- Merci à la canine génétique TEAM IGDR_ CNRS_ université Rennes 1. Dr Catherine André PhD. HDR et le Dr Christophe Hitte - DVM.
- Merci au professeur André Sentenac, PhD de biologie moléculaire et membre du Collège de France.
- Merci à Mirjan NEU, anthropozoologue. Msc. international Animal Welfare, ethics & law.
- Merci à Jeanne Caron, Phd en neurosciences.

OÙ ET QUAND SONT APPARUS LES PREMIERS CHIENS ?

La question est encore débattue, même si l'évolution du chien primitif à partir du loup gris (*Canis lupus lupus*) est admise par tous...

Le chien se distingue du loup (de manière générale) par un stop bien marqué entre le front et le nez, une mâchoire moins puissante, des canines plus courtes d'un bon centimètre, un système digestif plus sensible, une capacité à digérer l'amidon depuis près de 7000 ans (mutation du gène AMY 2B) et surtout une aptitude à froncer les muscles orbiculaires (présence du muscle *levator anguli oculi medialis**, muscle inexistant chez le loup) et donc, à entrer en résonance mimétique (neurones miroirs) avec nous (cf. encadré 1)...

* Toutes les races de chiens possèdent ce muscle, sauf les huskies sibériens, qui appartiennent aux races de chiens dites primitives et donc plus proches du loup que les autres races.

Le «loup» (*Canis lupus*) primitif devenu chien a su faire évoluer son espace de vie en le restreignant. Il a diminué peu à peu ses



Crédit : V. Luddeni

interactions au sauvage, en les limitant au fil du temps, restant auprès de sa nouvelle famille et de ses nouveaux congénères, toujours plus près de son « maître nourricier ». Son tube digestif change aussi en assimilant l'amidon et son comportement également. Sa manière d'interagir avec nous s'affine (relation interspécifique) au fil de son compagnonnage de loin, puis de près, du travail à la relation de confiance ... Et de plus en plus près, grâce aux neurones miroirs qu'il a développés avec nous.

Le loup est devenu ainsi le meilleur ami de l'«Homme», en révélant notre empathie et notre part d'animalité.

LES SECRETS DE L'ADN

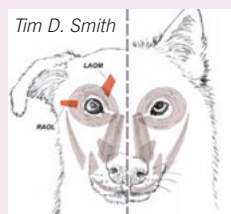
Les plus anciens fossiles de chiens domestiqués, enterrés parfois avec leur maître, remontent à 14 000 ans, c'est-à-dire bien avant l'invention de l'agriculture. Mais depuis que la génomique s'en mêle, l'ancêtre du chien semble remonter bien plus loin dans le passé. Un crâne présumé de chien, daté de 33 500 ans, extrêmement bien conservé dans une grotte de l'Altai, a livré un bout de séquence d'ADN mitochondrial distincte de l'ADN correspondant isolé de fossiles de loups, de la même période, et récupérés dans cette même grotte. Ce n'était plus un loup !¹

Depuis, d'autres laboratoires (auquel participe le CNRS* de Rennes & l'ENS* de Lyon, en collaboration internationale) ont séquencé l'ADN mitochondrial complet de dix-huit fossiles de présumés chiens, y compris du chien de l'Altai, de chiens modernes et de loups, anciens et modernes, pour établir l'arbre généalogique (on dit généalogique et phylogénétique) des chiens et tant qu'à faire, des loups.

Résultat décevant : le «chien» de l'Altai n'a pas laissé de descendance. Peut-être représente-il une tentative avortée « d'invention du chien »... Le chien de l'Altai aurait eu le même destin que

Encadré 1 : Effets de l'évolution sur la musculature faciale du chien par rapport au loup

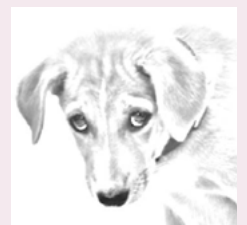
Une étude parue le 17 juin 2019 dans *Proceedings of the National Academy of Sciences* * révèle que l'expression si particulière du chien a été favorisée au cours de l'Évolution. L'équipe de chercheurs de l'Université de Portsmouth à l'origine de cette étude a en effet comparé l'anatomie et le comportement des chiens et des loups. La musculature faciale des deux canidés diffère par la présence ou le développement plus important de deux muscles au-dessus des yeux :



Musculature faciale du chien (à gauche) et du loup (à droite).

- le LAOM ou *levator anguli oculi medialis*, muscle qui permet de soulever les sourcils (élévation de la pointe interne des sourcils), est présent chez les chiens et quasiment introuvable chez les loups (quelques amas irréguliers de fibres) ;

- le RAOL ou *retractor anguli oculi lateralis*, muscle qui rétracte le coin extérieur de l'œil vers les oreilles (en élargissant ainsi le regard), est beaucoup plus épais chez les chiens que chez les loups (uniquement constitué de maigres faisceaux de fibres musculaires).



Regard expressif du chien lié à l'élévation de la partie interne des sourcils.

Ces mêmes chercheurs ont également montré que les « expressions faciales des chiens sont soumises à audience » (les chiens se montrant plus expressifs en présence d'un observateur).

Ils ont ainsi émis l'hypothèse que « les sourcils expressifs des chiens sont le résultat d'une sélection basée sur les préférences humaines », les muscles responsables se seraient développés avec l'amélioration de la communication avec les humains. Et les chiens qui bougent plus les sourcils auraient eu un avantage sélectif par rapport aux autres, ce qui aurait renforcé ce trait de caractère au fil des générations suivantes. Toutefois, l'échantillonnage de l'étude n'étant pas suffisant pour conclure, les chercheurs envisagent de poursuivre leur étude pour confirmer ces premières conclusions.

Une des coauteurs a précisé lors de la présentation de l'étude que ces muscles faisant paraître l'œil plus grand (semblable au regard des bébés humains) déclencherait une « réaction nourricière chez les humains ». Cette réaction avait été l'objet d'une autre étude datée de 2015**, qui avait en effet mis en évidence que l'échange de regards entre les humains et leurs chiens provoquait un pic d'ocytocine, hormone également active lors des interactions entre une mère humaine et son bébé.

* J. Kaminski *et al.*, Evolution of facial muscle anatomy in dogs, PNAS, juin 2019, <https://doi.org/10.1073/pnas.1820653116>

** Miho Nagasawa *et al.*, Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds, Science, avril 2015, Vol. 348, pp. 333-336



les néandertaliens, même si désormais on sait qu'il reste environ 3 % de ces chers ancêtres chez chacun de nous... Donc... L'ADN n'a pas encore livré tous ces secrets.

Ce chien de l'Altaï, était-il apprivoisé, domestiqué ? Partageait-il la vie d'un clan de chasseurs-cueilleurs ? Les auteurs le croient puisqu'ils parlent de « domestication » dans le titre de leur article, mais rien ne l'indique et rien ne le prouve... On aime à l'imaginer...

* CNRS : Centre national de la recherche scientifique ; ENS Lyon : École normale supérieure de Lyon

EST-CE LA DOMESTICATION QUI A « CRÉÉ » LE CHIEN PRIMITIF, PUIS TOUTES LES RACES DE CHIENS MODERNES ?

Ce chien de l'Altaï pourrait-il, *a contrario*, suggérer une apparition naturelle de proto-chiens, sans sélection humaine, qui auraient été plus aisément domestiqués par l'homme que les loups ? Cette hypothèse doit être retenue, pour enfin, là aussi (comme en écologie), sortir d'une seule vision anthropique. Des études continuent à ce propos, comme nous le confirme le chercheur Olaf Thalmann (le premier auteur de l'article sur l'ADN mitochondrial).

OÙ ET QUAND

Les auteurs européens qui ont analysé l'ADN mitochondrial des dix-huit fossiles de chiens et de loups anciens ou modernes, au vu de la plus grande analogie de séquence avec les loups européens en ont conclu que la domestication du chien est intervenue en Europe. ²

Mais un article récent de 2016 dans un journal chinois conteste cette conclusion.

Les auteurs, chinois pour la plupart, affirment au contraire que l'histoire du chien domestique a débuté en Asie du Sud-Est. La démarche est intéressante et le travail impressionnant. Les auteurs ont séquencé le génome complet de chiens et de loups modernes provenant d'Europe, d'Asie, d'Afrique, d'Amérique ou d'Océanie. Leurs résultats montrent que les chiens d'Asie du Sud-Est présentent la plus grande diversité génétique entre eux. Les auteurs **en concluent que cette communauté de chiens est la plus ancienne** (car elle a eu plus de temps pour accumuler des mutations) **et donc, que l'Asie du Sud-Est est le berceau de la domestication des chiens, il y a de cela 33 000 ans.**

Des groupes de chiens accompagnant des hordes de chasseurs-cueilleurs auraient, bien plus tard, migré vers le Moyen-Orient, l'Afrique et l'Europe. Cette migration serait intervenue il y a 15 000 ans, ce qui correspond bien à la datation des fossiles de chiens européens. ³

Mais trente-trois mille ans, c'est justement l'âge estimé du chien de l'Altaï situé au centre de l'Eurasie, loin, bien loin de l'Asie du Sud-Est.

Pour concilier ces conclusions divergentes et chacune solidement étayées, **nous sommes en droit d'imaginer que la domestication du chien est intervenue à minima deux fois, indépendamment, en Europe et en Asie du Sud-Est. C'est l'hypothèse**

présentée par des auteurs européens en 2016. ⁴

Plus on se documente et plus on réalise qu'une domestication à plusieurs endroits ne peut-être exclue (Europe, Mésopotamie, Chine, voire Amérique du Nord).

COMMENT ET POURQUOI

Comment a fait l'homme pour domestiquer le chien ? Cette question appelle immédiatement la réciproque, jamais évoquée : pourquoi le loup a eu envie de s'approcher de l'homme ?

Plusieurs hypothèses ont été avancées dans la littérature : l'adoption de louveteaux, le partenariat de chasse et le partage d'un même territoire de vie et la faim ou ...

• **Hypothèse 1** : le chien dériverait de jeunes louveteaux, recueillis et apprivoisés par l'homme préhistorique, dont la descendance soigneusement sélectionnée aurait progressivement acquis, par « dérive » génétique, les caractéristiques comportementales et morphologiques que nous apprécions tant chez cet animal.

... À mon sens, c'est une version égotique, facile et réductrice, qui a du exister, mais qui n'explique pas tout à elle seule...

• **Hypothèse 2** : de jeunes loups (plus plastiques, plus curieux) auraient très bien compris que les hommes préhistoriques partageaient le même territoire et le même besoin de chasser. Ce pseudo partenariat fondé sur un intérêt mutuel aurait servi de catalyseur pour amorcer le processus de domestication. Cette hypothèse est fondée sur la découverte de restes de loup gris associés à des fossiles d'hominidés datant de deux millions d'années (mais comment savoir s'ils étaient contemporains?).

... Je me plais à m'imaginer que cela s'est fait sur une observation réciproque.

• **Hypothèse 3** : des jeunes loups affamés, attirés par des odeurs de nourriture auraient trouvé commode de s'approvisionner régulièrement aux déchets abandonnés près d'un campement de 'proto-ruraux', s'habituant ainsi, peu à peu, à la présence humaine.

... Cette dernière hypothèse devrait être repensée en intégrant le fait que la domestication des chiens est intervenue avant l'invention de l'agriculture, c'est pour cela, que j'y intégrerai la notion de curiosité, bien antérieure au besoin primitif de manger. Les neurosciences nous ont depuis prouvé que certains loups avaient plus d'aptitude que d'autres à se rapprocher des humains, à les observer...

Je pense que de jeunes loups intrépides curieux et plus sociaux que les autres, nous ont aussi observé et se sont rapprochés de nous, de nos odeurs, de nos bruits, de nos feux, de nos déchets. Car le loup, même primitif (le premier loup est apparu il y a 3 millions d'années) a évolué dans une structure sociale de meute et d'interactions. A l'instar de l'homme, certains loups ont été plus communicatifs et plus entrepreneurs ...

Les loups ont toujours été et sont des chasseurs et des êtres sociaux coopératifs, à ce titre, certains ont pu être logiquement attirés par certains de nos comportements sociaux similaires.

• **Une autre hypothèse** est avancée par l'étude de Annick Schnitzler *et al.* ⁵ qui met en avant une domestication tardive (pléistocène supérieur) et en latitude haute (Eurasie) alors que la coexistence homme-loup est bien plus ancienne en Afrique centrale et au Moyen-Orient. Selon l'hypothèse de l'étude, « cette domestication aurait pu être initiée au cours d'un des cinq événements climatiques de froid extrême qui se sont produits à cette période. En effet, la présence du loup (et donc sa domes-

tion) aurait pu avoir de nombreux avantages pour la survie des premiers peuples de l'Eurasie qui devaient affronter alors des froids extrêmes.»

CONCLUSION

Pour résumer, les Hominidés et les ancêtres des loups partagent un même territoire depuis plus de 3 millions d'années, nos ancêtres et ceux des canidés sauvages partagent les mêmes préoccupations de survie, de chasse et de préservation d'espèce.

Nous vivons, sur un même mode familial et nous sommes deux espèces ubiquistes, ambitieuses, curieuses, parfois sublimes, parfois sauvages... Nous sommes deux espèces éminemment sociales en besoin d'amour !

Mais les meilleurs d'entre nous et les plus intrépides et curieux d'entre les loups, ont décidé de croiser leurs destins ...

Peu à peu, ainsi, se sont donc dessinés, au fil de ces 15 000 dernières années, les caractères génétiques des chiens : un autre cerveau, un autre tube digestif, un autre regard, un énorme besoin de lien social, intra puis interspécifique ...et surtout une connexion et une interaction émotionnelle forte depuis au moins le Néolithique.

Les grandes similitudes et les grandes différences entre chiens et loups dans un prochain article !



Chien ou loup ? ...

... Chien Berger Blanc Suisse.

Crédit : P. Bradier-Girardeau

LEXIQUE SCIENTIFIQUE

- **Le génome des chiens** contient 2,4 milliards de bases (A, T, C, G) réparties dans 40 chromosomes, comparé à nos 3 milliards de bases et 23 chromosomes.
- **Le génome mitochondrial des mammifères**, et donc du chien et du loup, est un tout petit cercle d'ADN de 16 500 bases présent en multi-copies dans chaque cellule. Il est uniquement transmis par la mère et est facile à isoler et à séquencer. Codant pour peu de gènes, l'ADN mitochondrial tolère un taux de mutation élevé, ce qui le rend très utile pour estimer la date d'événements d'évolution relativement récents (évolution des primates ou des canidés). Il nous permet également d'établir la filiation par la mère (utile dans les programmes d'estimation de population dans le plan national loup en France, à partir de l'analyse des fèces).
- **La sélection de gènes au cours de la domestication** peut prendre différentes formes comme l'augmentation du nombre de copies d'un gène nécessaire à la digestion de l'amidon ou la sélection d'une forme modifiée d'un ou plusieurs gènes favorisant par exemple l'adaptation aux hautes altitudes ou régulant l'efficacité de certains neuromédiateurs.
- **Le proto chien** : apparition naturelle d'un morphotype « chien primitif », sans aucune intervention de l'homme. Ce serait des écomorphes de loups. Apparu par adaptation phénotypique et environnementale à un milieu et à des pressions (concept de plasticité). Ce proto chien n'aurait pas survécu (présence en Mongolie – 33 500 ans - pas de descendance avérée...)
- **AMY2B** : Il y a 3 ans, l'équipe Suédoise d'Axelsson a mis en évidence le fait que les chiens avaient 4 à 30 fois plus de gènes AMY 2B (ce qui les aide à digérer l'amidon) que les loups.

De même, l'ENS de Lyon et les paléo généticiens ont, avec l'équipe Suédoise, extrait l'ADN de treize spécimens chiens et loups anciens (dents et os), de sites archéologiques, datant de 7000 à 5000 avant Jésus-Christ, en Eurasie, Roumanie et même en France, et déjà à cette époque, quatre des chiens du Néolithique avaient plus de huit copies de gène capable de digérer l'amidon.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES et pour aller plus loin ...

1. Nikolai D. Ovodov, Susan J. Crockford, Yaroslav V. Kuzmin, Thomas F. Higham, Gregory W. Hodgins, et Johannes van der Plicht. A 33 000-year-old incipient dog from the Altai mountains of Siberia : Evidence of the earliest domestication disrupted by the last glacial maximum. Plos One, 8, e57754 (2011).
2. Olaf Thalmann *et al.* Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs. Science, 342, 871-874 (2013).
3. Guo-Dong Wang *et al.* Out of southern East Asia : The natural history of domestic dogs across the world. Cell Research 26, 21-33 (2016).
4. Laurent Frantz, 27 auteurs, et Greger Larson. Genomic and archeological evidence suggests a dual origin of domestic dogs. Science, 352, 1228-1231 (2016).
5. Annick Schnitzler et Marylène Patou-Mathis. Wolf (Canis lupus

Linnaeus, 1758) domestication: why did it occur so late and at such high latitude? A hypothesis ; Anthropolozologica (Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle) ; 2017, 52(2), 149-153

Laura R. Botigue *et al.*, Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic ; Nature communications, 2017 (www.nature.com/naturecommunications)

Anna S. Druzhkova *et al.*, Ancient DNA Analysis Affirms the Canid from Altai as a Primitive Dog ; Plos One, 2013, vol. 8 : www.plosone.org

Małgorzata Pilot *et al.*, Widespread, long-term admixture between grey wolves and domestic dogs across Eurasia and its implications for the conservation status of hybrids ; Wiley Evolutionary Applications, 2018, 662-680

Máire Ní Leathlobhair *et al.*, The evolutionary history of dogs in the Americas, Science 361, 81-85 (2018) (<http://science.sciencemag.org>)