

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2012

N° : 029

**METHODE(S) D'IDENTIFICATION
DES CHIENS MORDEURS**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée
et soutenue publiquement par*

GIRAUD Marie

Née le 17 octobre 1985

Le 26 mars 2012 devant le jury ci-dessous

Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX
Directeur : Monsieur le Docteur Gilles AMADOR DER VALLE
Assesseur : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ
Assesseur : Monsieur le Docteur Olivier GAUTHIER

UNIVERSITÉ DE NANTES		
Président	Monsieur LECOINTE Yves	
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE		
Doyen	Monsieur LABOUX Olivier	
Assesseurs	Monsieur JEAN Alain Monsieur HOORNAERT Alain Monsieur WEISS Pierre	
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.		
Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur JEAN Alain	Monsieur LABOUX Olivier Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre	
Professeurs des Universités		
Monsieur BOHNE Wolf (Professeur Emérite)	Monsieur BOULER Jean-Michel	
Mâîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.		
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BODIC François Madame CASTELOT-ENKEL Bénédicte Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Monsieur DENIAUD Joël Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LAGARDE André Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Monsieur ROUVRE Michel Madame ROY Elisabeth Monsieur STUILLLOU Xavier Monsieur UNGER François Monsieur VERNER Christian	Assistants hospitaliers universitaires des C.S.E.R.D.	
	Monsieur BADRAN Zahi Madame BERTHOU-STRUBE Sophie Madame BLERY Pauline Madame BOUVET Gaëlle Monsieur CAMPARD Guillaume Monsieur COIRIER François Monsieur DEMOERSMAN Julien Monsieur FREUCHET Erwan Monsieur FRUCHET Aurélien Madame GIGOU Valériane Madame GOEMAERE-GALIERE Hélène Monsieur GOURÉ Tony Madame HYON-ROY Isabelle Monsieur MARGOTTIN Christophe Madame ODIER Amélie Monsieur PAISANT Guillaume Monsieur PERROT Erick Madame POUCH-TORTIGER Daphné Madame RENARD Emmanuelle	

Par délibération en date du 6 décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

I.INTRODUCTION	3
II.QUELQUES NOTIONS SUR LE CHIEN.....	4
II-1) LE CHIEN.....	4
II-1-1) ROLE ET PLACE DU CHIEN DANS LA SOCIETE	4
II-1-2) EPIDEMIOLOGIE DES MORSURES.....	5
II-1-3) ETIOLOGIE DES MORSURES	7
II-1-4) LES CATEGORIES DE CHIEN	9
II-2) FORMULE DENTAIRE	11
II-2-1) DENTURE DE LAIT.....	11
II-2-2) DENTURE DEFINITIVE	11
II-2-3) VARIATIONS ANATOMIQUES ET MORPHOLOGIQUES, ANOMALIES DENTAIRES	13
II-3) MORPHOLOGIE DENTAIRE CHEZ LE CHIEN ADULTE	14
II-3-1) LES INCISIVES.....	14
II-3-2) LES CANINES, CROCS OU CROCHETS	15
II-3-3) LES PREMOLAIRES	16
II-3-4) LES MOLAIRES.....	17
II-3-5) L'OCCLUSION.....	17
II-4) FONCTION MASTICATOIRE ET MECANISME DE MORSURE	21
II-4-1) LA FONCTION MASTICATOIRE	21
II-4-2) LE MECANISME DE MORSURE	21
II-4-3) LES FORCES ET PRESSIONS DE LA MACHOIRE	22
III.LESIONS ENGENDREES PAR LES MORSURES	25
III-1) LES DIFFERENTES LESIONS	25
III-1-1) LE PINCEMENT CUTANE.....	25
III-1-2) LA PIQURE PAR LES CROCS	26
III-1-3) LE BROIEMENT	26
III-1-4) LA DECHIRURE PAR TRACTION.....	27
III-2) PROPRIETES BIOMECANIQUES DE LA PEAU ET LESONS CUTANEEES SELON LA LOCALISATION DE LA MORSURE.....	28
III-2-1) PROPRIETES BIOMECANIQUES DE LA PEAU.....	28

III-2-2) LES DIFFERENTES LOCALISATIONS DES MORSURES.....	31
III-2-3) LES REACTIONS TISSULAIRES SUITE A L'APPLICATION D'UNE MORSURE	34
III-3) DIFFICULTES DE L'ANALYSE ENGENDREES PAR LES MODIFICATIONS ET REACTIONS TISSULAIRES	35
IV.LES METHODES D'IDENTIFICATION	44
IV-1) IDENTIFICATION COMME MORSURE DE CHIEN	44
IV-1-1) ANALYSE DE LA LESION	45
IV-1-2) IDENTIFICATION DU TYPE DE CHIEN	49
IV-2) ANALYSES COMPARATIVES DE LA LESION CUTANEE ET DE L'ARCADE DENTAIRE DU CHIEN	53
IV-2-1) FORME GLOBAL DE L'ARC	54
IV-2-2) MESURE DE LA DISTANCE CANINE ET ETUDE DE LA ROTATION DES DENTS ANTERIEURES	56
IV-2-3) LES ANALYSES COMPARATIVES EN 3D ET LES AVANCEES EN MATIERE DE TECHNIQUES SCIENTIFIQUES.....	61
IV-3) ANALYSE SALIVAIRE DES STR SPECIFIQUES A L'ESPECE CANINE	72
IV-4) LES CONCLUSIONS DE L'EXPERT	79
V.ASPECT MEDICO-LEGAL DES MORSURES DE CHIEN	80
V-1) LE CHIEN ET LA LOI	80
V-1-1) LA PREVENTION.....	81
V-1-2) QUI DOIT ENDOSSER LA RESPONSABILITE DE L'ACTE ?.....	82
V-1-3) LES MESURES LEGALES PRISES SUITE A UNE MORSURE	83
V-2) EVALUATION DU PREJUDICE	83
V-2-1) LES PREJUDICES ECONOMIQUES	84
V-2-2) PREJUDICES NON ECONOMIQUES.....	84
V-2-3) PREJUDICES EN CAS DE DECES.....	86
V-3) REPARATION, INDEMNISATIONS ET SANCTIONS	86
V-3-1) INDEMNISATION EN « DROIT COMMUN »	86
V-3-2) LE CODE PENAL	86
VI.MODELE DE RAPPORT D'ODONTOLOGIE MEDICO-LEGALE.....	87
VII.CONCLUSION	89

I) INTRODUCTION

Depuis sa domestication par l'homme, il y a environ 10 000 ans, la place du chien au sein de la civilisation a beaucoup évolué. De simple animal servant pour la chasse lors de la Préhistoire, le chien est devenu dans la société actuelle un membre à part entière de la famille.

En France, on ne dénombre pas moins de 8,1 millions de chiens, soit environ un chien pour huit habitants. Aux Etats-Unis, plus de 70 millions de ces animaux seraient présents sur le territoire et près de la moitié serait issue de croisements. On comprend donc pourquoi les cas de morsures canines sont si nombreux dans notre société. Les medias se chargent d'ailleurs de nous le rappeler.

L'espèce canine, *Canis lupus*, dont l'origine serait le loup gris commun, se compose de 335 races reconnues par la Fédération Cynologique Internationale. Ces races sont très variées. Elles peuvent aller du petit Chihuahua de 900g jusqu'au Mastiff pouvant peser jusqu'à 100kg. En comparant la différence de gabarit de ces deux spécimens, nous sommes amenés à réfléchir sur les différences de taille, de forme et de puissance de leurs mâchoires, et sur les aspects et conséquences que les morsures de tels chiens pourraient occasionner.

Dans les accidents d'agression par morsure, le chien mordeur est bien souvent un animal connu de la victime, mais dans certains cas, l'agresseur est un chien inconnu. C'est d'ailleurs bien souvent dans cette dernière situation que la victime porte plainte et souhaite réparation pour les blessures et gênes occasionnées.

Débute alors une investigation visant à identifier le mordeur, afin de trouver la personne responsable qui devra dédommager la victime.

Cette phase d'identification requiert donc des connaissances dans différents domaines : bien évidemment une connaissance du chien, de sa morphologie dentaire et des mécanismes de morsure, mais également des réactions tissulaires post-traumatiques et des techniques comparatives d'identification.

Nous commencerons par faire quelques rappels sur la denture canine et son implication dans les phénomènes de morsures. Les différentes réactions cutanées influençant la forme des lésions seront vues dans un deuxième temps. Puis nous nous intéresserons aux différentes méthodes d'identification des chiens mordeurs ainsi qu'aux avancées techniques qui améliorent le degré de précision et le niveau de preuve des investigations menées. Suivra une partie sur l'aspect juridique de ces cas de morsures, nous renseignant sur les différentes précautions prises par l'Etat pour limiter ces accidents, sur les divers préjudices pouvant être occasionnés à la victime, ainsi que sur les sanctions prises à l'encontre du responsable du chien mordeur. Enfin, pour illustrer ce sujet, nous présenterons un exemple de rapport d'expertise qui peut être réalisé lorsqu'une procédure judiciaire est entamée suite à une agression par morsure.

II) QUELQUES NOTIONS SUR LE CHIEN

II-1) LE CHIEN

II-1-1) rôle et place du chien dans la société [12]

Depuis des milliers d'années, le chien est associé à l'homme. Infatigable compagnon de chasse, véritable adjoint du berger, le chien voit de nos jours ses fonctions se développer. Ses services se sont révélés très utiles notamment en tant que :

- Secouriste en cas d'avalanche, de noyade ou de tremblement de terre
- Auxiliaire de la police dans la lutte antidrogue et contre les attaques terroristes
- « infirmier à 4 pattes » guidant les aveugles et assistant les personnes handicapées

Cependant la véritable « tendance canine », c'est le chien de compagnie qui est devenu un réel phénomène de société.

Des liens privilégiés se sont noués entre l'homme et son chien et ce dernier fait désormais partie de la famille. Il reçoit une alimentation équilibrée et de bonne qualité, il a accès à des soins vétérinaires de plus en plus sophistiqués, et certaines sociétés de services lui sont même consacrées pour le promener, le garder en pension ou même pour le marier.

Une question mérite toutefois d'être posée : le chien est-il à sa place dans la société actuelle ?

L'Homme moderne a façonné son animal domestique préféré à son image, lui faisant mener une vie de plus en plus contre nature. Le chien, bien souvent privé d'exercice, condamné à la solitude plutôt qu'à une vie en meute, et à une abstinence sexuelle (80% des chiens citadins), devient frustré et souffre de troubles du comportement.

Cette grande passion que l'Homme a pour le chien a également des aspects négatifs qui affectent notre société. Le passage du chien du monde rural au monde urbain a engendré notamment des problèmes d'hygiène, obligeant les grandes villes à se doter de moyens spécifiques pour assurer un nettoyage régulier des trottoirs et lieux publics.

Mais c'est avec les cas de morsure canine que le chien se fait sa plus mauvaise presse, alimentant de plus en plus les récits des médias.

Il faut cependant garder à l'esprit que c'est l'Homme lui-même qui est à l'origine de l'augmentation de ces agressions. Il a créé de nouvelles races, transformé des chiens de chasse en animaux de compagnie, au détriment des qualités inhérentes aux races. En se prenant de passion pour un type de chien, il a même poussé certains éleveurs à la surproduction, faisant ainsi apparaître des chiens de nature agressive comme le Cocker Golden, victime d'une mauvaise sélection et de mariages consanguins répétés.

Dans tous les cas, une chose est sûre, c'est que chaque chien, dans la mesure où il est en bonne santé mentale et physique, correspond à son maître. Derrière l'animal, c'est donc l'homme qui, par irresponsabilité ou agressivité malade, est en grande partie responsable de ces drames.

II-1-2) épidémiologie des morsures[21] [43] [46]

Du fait du nombre croissant de chien, de l'urbanisation et du statut de membre de la famille parfois peu compatible avec une vie éthologique juste du chien, on a pu constater ces dernières années une augmentation du nombre de morsures canines.

Il faut cependant moduler ces informations. Le nombre de morsures par an est un chiffre estimé, une moyenne entre les statistiques des assurances, des hôpitaux, des services vétérinaires et des centres antirabiques. Le nombre réel de morsures canines en France n'est donc pas réellement connu, il s'échelonne entre 250 000 et 500 000 / an selon les sources [1], dont environ 60 000 nécessitant des soins hospitaliers, selon le centre de documentation et d'information de l'assurance (CDIA).

D'après une enquête statistique réalisée à partir de consultations médicales faisant suite à ce type de blessure, on compterait par an 200 morsures pour 100 000 habitants en France. Mais si on compare à une autre enquête réalisée à Lyon auprès de propriétaires d'animaux, le taux de morsures canines s'élèverait à environ 6 000 pour 100 000 habitants. Cet important écart s'explique par le simple fait qu'un grand nombre de morsures n'est pas déclaré. Comme l'indique l'étude réalisée en 2003 par Kahn et Coll., seulement 24% des chiens ayant mordu sont présentés à un vétérinaire. Il faut donc garder à l'esprit que nous n'avons pas toutes les informations sur les biais dans les résultats des différentes enquêtes. [20]

Si on s'appuie sur une étude menée en Espagne entre 1995 et 2004 [46], on peut clairement constater que, dans la majorité des cas, ce sont les enfants qui sont les plus touchés. Ceci s'explique facilement :

- Les enfants sont plus facilement à la portée de morsure de part leur taille
- Ils n'ont pas la notion du danger et ne se rendent pas compte des signaux d'avertissement émis par le chien qu'ils voient comme une grosse peluche plutôt que comme un risque potentiel
- L'extrême curiosité caractérisant les enfants entre 5 et 9 ans, associée à une diminution de la vigilance parentale, peut largement expliquer la grande incidence de morsure à cet âge.

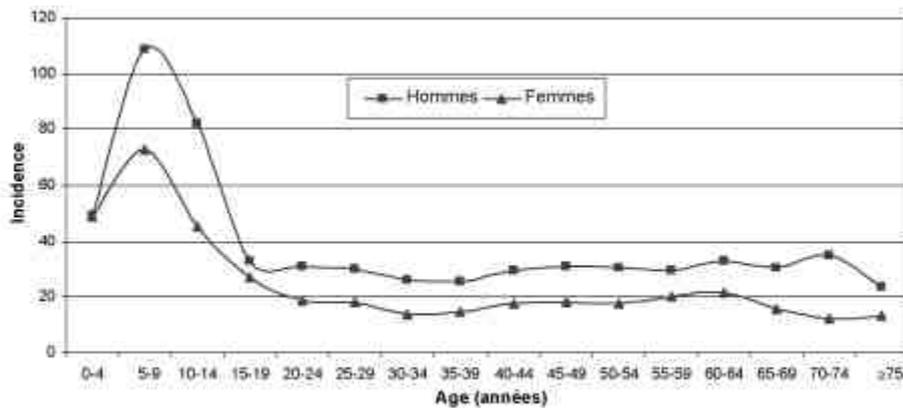


Figure N° 1 : Incidence des accidents par morsure de chien (pour 100 000 habitants) selon l'âge des victimes masculines et féminines. D'après [46].

Il faut cependant noter que ces valeurs sont le reflet de données médicales. Ainsi la différence entre le nombre de morsures répertoriées chez l'enfant et chez l'adulte peut simplement s'expliquer :

- Soit par la localisation plus inquiétante de la blessure (22% des morsures chez l'enfant se situent au niveau de la tête et du cou).
- Soit par le sens des responsabilités qui amène les parents à faire consulter leur enfant, alors qu'eux n'iraient pas.

Il est également important de noter que les hommes sont plus souvent mordus que les femmes. Ceci peut venir du fait que, dès le plus jeune âge, ils ont tendance à être plus « agités ».

Cette étude s'intéresse aussi au type de chien mordeur.

Des études épidémiologiques mettent en évidence que l'association « petit enfant – gros chien » est un facteur péjoratif dans la fréquence et la gravité des morsures. Parmi ces gros chiens, les bergers allemands sont les plus cités dans les statistiques (21%). Mais il faut préciser que les morsures de gros chiens donnent lieu à davantage de consultations que celles provoquées par des petits animaux, du fait des lésions plus sévères en rapport avec la taille et la puissance de leurs mâchoires. De plus, les victimes montrent moins de tolérance envers une agression par un gros chien et souhaitent alors informer les autorités concernées. Cette attitude peut donc entraîner un biais dans nos résultats. [46]

Il a été noté que dans environ 63% des cas, le chien en cause est un mâle [46]. Le taux de testostérone pourrait en partie expliquer ces résultats dans le cas des attaques offensives, mais moins dans les cas d'agression par peur. Il faut également noter que ce pourcentage peut être biaisé car le sex-ratio est en faveur des chiens mâles dans la population canine.

Grâce au tableau suivant, on peut constater que dans 62 % des cas, ce sont des chiens âgés de moins de 4 ans qui sont impliqués dans ce type d'incident.

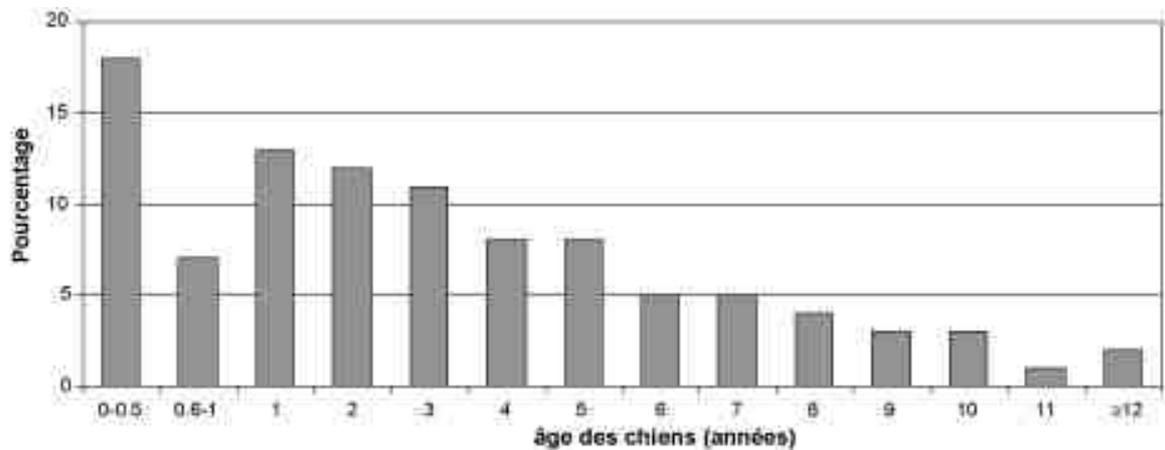


Figure N°2 : Distribution de l'âge des chiens mordeurs. D'après [46].

Étudions maintenant les relations entre le chien mordeur et sa victime. Dans la majorité des cas (97%), l'animal a un propriétaire alors que dans seulement 3% des accidents, c'est un chien supposé errant qui est en cause. Il apparaît également que dans 12% des cas uniquement, le chien responsable de la morsure est inconnu de la victime (chiens errant non inclus). En effet, l'animal appartient à la famille de la victime dans 57% des cas de morsure, à un voisin (28%), un parent (12%) ou à un ami (3%). Et nous pouvons même penser que ces chiffres sont sous-estimés car les propriétaires auront moins tendance à rapporter l'incident si la morsure a été faite par leur propre animal de compagnie. [46]

II-1-3) étiologie des morsures

Comme les données sur les morsures de chien influencent la manière dont nous identifions les facteurs de risque et nous guident dans la compréhension de ces incidents, il est essentiel de connaître les circonstances menant à une blessure par morsure. Dans un grand nombre de cas, il y a morsure car il s'est produit une interaction homme-chien, un facteur déclencheur. Le tableau suivant nous permet d'illustrer cette idée.

Circonstances des accidents par morsure	%
En manipulant un chien de manière aversive (en le vaccinant le saisissant ou le retenant, lui induisant une douleur, lui donnant un traitement...)	21
En aidant un chien qui s'est fait renverser	17
En essayant de séparer des chiens en train de se battre	16
En passant à proximité d'un chien (en marchant, courant ou en vélo)	16
En jouant avec/près d'un chien	10
En entrant en contact avec une chienne accompagnée de ses petits	9
En pénétrant dans le territoire du chien	7
En perturbant le chien pendant qu'il mange	1
Autres	3

Tableau N°1 : Tableau des principales circonstances d'accidents par morsure et leur incidence. D'après [46].

Le comportement d'agression du chien peut se percevoir sous deux angles principaux selon la classification de Joël DEHASSE : les agressions offensives et les agressions défensives. [3]

Les agressions offensives peuvent se définir par une attaque volontaire du chien, qui, selon son instinct, cherche à s'affirmer, comme s'il était au sein de sa meute. Parmi ce type d'agression nous citerons :

- L'agression de prédation. Normalement limité aux instants de chasse où la faim prédomine, ce comportement devient problématique lorsqu'il s'oriente vers l'homme. Dans ce genre de situation, il s'agit d'un trouble majeur de la socialisation du chien.
- L'agression de poursuite. Un exemple typique, le chien qui court après le facteur en vélo pour lui mordre le mollet. Ce type d'agression peut être assimilé à l'agression de prédation sans volonté de mise à mort de la proie.
- L'agression hiérarchique. Dans ce cas, la morsure est souvent une simple mise en gueule sans serrer, morsure brève et inhibée, un simple pincement avec les incisives. Elle apparaît lors d'un conflit pour l'accès à des privilèges tels que la gamelle, le canapé, un jouet.
- L'agression instrumentale, suite à un apprentissage par conditionnement.
- L'agression redirigée. Elle nécessite une excitation importante du chien par un stimulus inaccessible. Le déclencheur de l'agression étant intouchable, le chien redirige alors son attaque vers un sujet plus proche et accessible. Généralement le chien s'apaise tout de suite après la morsure n'entraînant ainsi que peu de dégâts tissulaires.

Lors des agressions défensives, le chien répond à l'approche d'un individu, il cherche à se défendre contre un danger réel ou imaginaire proche. On pourra alors nommer :

- L'agression par irritation et douleur. Le chien essaie de se soustraire par le moyen de l'agression à une source de déplaisir (visite chez le vétérinaire), voire de souffrance (douleur liée à de l'arthrose par exemple). La morsure se révèle alors rapide et brève, parfois même, il s'agit juste d'un coup de dents si l'adversaire s'éloigne, mais si il reste à proximité, le chien peut renouveler la morsure. Ce type d'agression étant lié à une situation douloureuse, elle peut donc toucher des chiens n'ayant jamais présenté de caractère agressif auparavant.
- L'agression par peur, qui révèle l'instinct de défense animale face à son environnement, engendre une morsure immédiate, incontrôlée et souvent délabrante.
- L'agression de défense territoriale. Elle est déclenchée par l'intrusion d'un individu dans le « territoire » que le chien s'est approprié. Le chien pourra mordre après une phase de menace et d'intimidation. La morsure ne cessera que lorsque l'individu sera ressorti ou qu'il adoptera une position de soumission. Les blessures liées à ces agressions peuvent donc être assez graves.
- L'agression maternelle. Cette situation se produit lorsque la mère souhaite protéger ses petits. L'attaque est brève, de modérée à sévère, puis la mère rejoint sa progéniture.

II-1-4) les catégories de chien

Comme on vient de le voir, les circonstances qui entourent l'agression sont un facteur important dans l'acte de morsure. Un autre facteur de risque est également à considérer, notamment le type de chien qui est acteur de l'agression.

C'est pourquoi le ministère de l'agriculture et le ministre de l'intérieur ont souhaité établir une liste des chiens susceptibles d'être dangereux et qui seront soumis à une réglementation particulière prévue aux articles L 211-11 à L 211-28 du code rural [41], afin de prévenir, sinon limiter les cas de morsures canines.

Ils sont répartis en deux catégories, définies dans l'arrêté du 27 avril 1999.

- Chiens de 1^{ère} catégorie : chiens d'attaque.

Ce sont les chiens non inscrits à un livre généalogique reconnu par le ministère de l'agriculture et la fédération cynologique internationale, et dont les caractéristiques morphologiques peuvent être assimilées aux chiens de races suivantes :

⌘ Staffordshire Terrier ou American Staffordshire Terrier (chiensdits "pit-bulls")

⌘ Mastiff (chiensdits "boerbulls")

⌘ Tosa

- Chiens de 2nd catégorie: les chiens de garde et de défense.

Ce sont les chiens :

⌘ De race Staffordshire Terrierou American Staffordshire Terrier

⌘ De race Rottweiler

⌘ De race Tosa

⌘ Non inscrit à un livre généalogique reconnu par le ministère en charge de l'agriculture et dont les caractères morphologiques sont assimilables aux chiens de race Rottweiler.

Il est important de préciser que les chiens visés dans cet arrêté ne sont pas forcément plus méchants et agressifs que les chiens d'autres races. Ce qu'il faut savoir c'est que ce sont des molosses type dogue, définis par un corps massif et épais, une forte ossature, un cou très musclé et une mâchoire très puissante. Ainsi, lors de morsure, les blessures sont souvent plus sévères. De plus, ces races sont souvent utilisées comme chien de garde et de défense ce qui implique qu'ils soient impliqués dans un grand nombre de morsures.

C'est ce qu'a voulu faire ressortir la présidente de la SPA, Virginie Pocq St-Jean, lors de son communiqué de Presse d'avril 2009, lorsqu'elle rappelle à propos des chiens dits « dangereux » :

« Il n'y a pas d'instinct d'agressivité chez les animaux. La réaction d'un animal a toujours une origine. Eduqué dans le respect et l'affection, il devient un compagnon de vie agréable. Elevé dans la violence, les coups et la privation de nourriture, il est capable lui aussi d'avoir des réactions de défenses. Les morsures peuvent être tout simplement dues à une réaction liée à la peur, et leurs conséquences, selon les races, sont plus ou moins dramatiques. »

Afin de pouvoir analyser correctement les marques et lésions cutanées apparues suite à une morsure de chien, il est important de connaître la dentition et l'anatomie dentaire de nos amis canidés. C'est ce que nous allons développer dans ces prochaines parties.

II-2) FORMULE DENTAIRE[34]

Comme l'homme, le chien a 2 dentitions successives. Il est donc diphyodonte.

II-2-1) denture de lait

Chez le chiot, les dents de lait apparaissent à partir de 3 semaines et seront toutes présentes sur l'arcade dès l'âge de 50 jours, soit environ 7 semaines.

La dentition lactéale se compose de 28 dents et la formule dentaire du chiot est la suivante :

$$\frac{PM_4 PM_3 PM_2 C I_3 I_2 I_1}{PM_4 PM_3 PM_2 C I_3 I_2 I_1} \quad \left| \quad \frac{I_1 I_2 I_3 C PM_2 PM_3 PM_4}{I_1 I_2 I_3 C PM_2 PM_3 PM_4}$$

Tableau N° 2 : formule dentaire du chiot

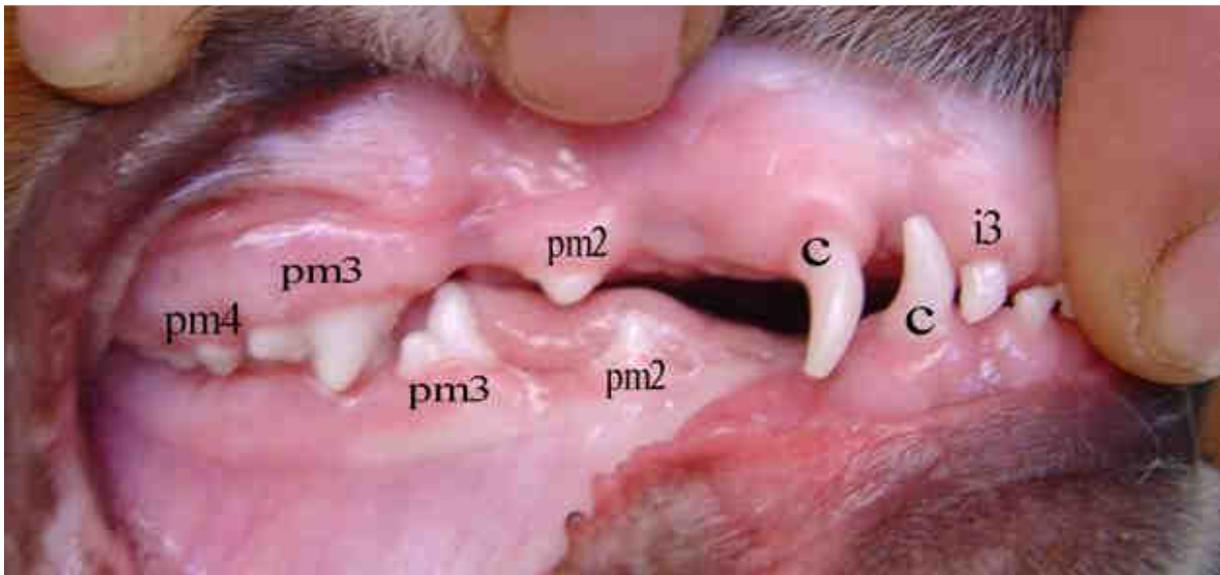


Figure N° 3 : Photographie du profil latéral droit d'un chiot montrant sa dentition lactéale. D'après [38].

Le chiot ne possède pas de molaire de lait. Cette denture déciduale reste en place jusqu'à environ 4 mois puis les dents permanentes commencent à faire leur éruption.

II-2-2) denture définitive

Les dents définitives apparaissent donc progressivement à partir de l'âge de 4 mois, chassant ainsi les dents de lait correspondantes. Une 4^{ème} prémolaire (PM₄) fait son éruption, mais celle-ci n'a pas de précurseur déciduale, elle est alors considérée comme appartenant directement à la dentition permanente.

L'adulte, dès l'âge de 7 mois, présente normalement 42 dents.

M ₂ M ₁ PM ₄ PM ₃ PM ₂ PM ₁ C I ₃ I ₂ I ₁	I ₁ I ₂ I ₃ C PM ₁ PM ₂ PM ₃ PM ₄ M ₁ M ₂
M ₃ M ₂ M ₁ PM ₄ PM ₃ PM ₂ PM ₁ C I ₃ I ₂ I ₁	I ₁ I ₂ I ₃ C PM ₁ PM ₂ PM ₃ PM ₄ M ₁ M ₂ M ₃

Tableau N°3 :Formule dentaire du chien adulte

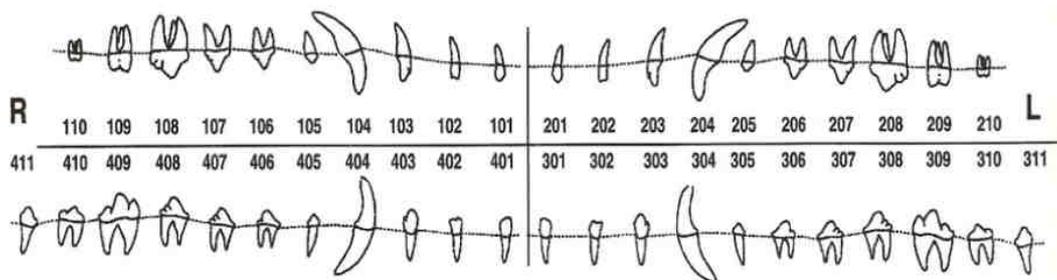


Figure N° 4 : Formule et anatomie dentaire de la dentition définitive d'un chien adulte. D'après [29].

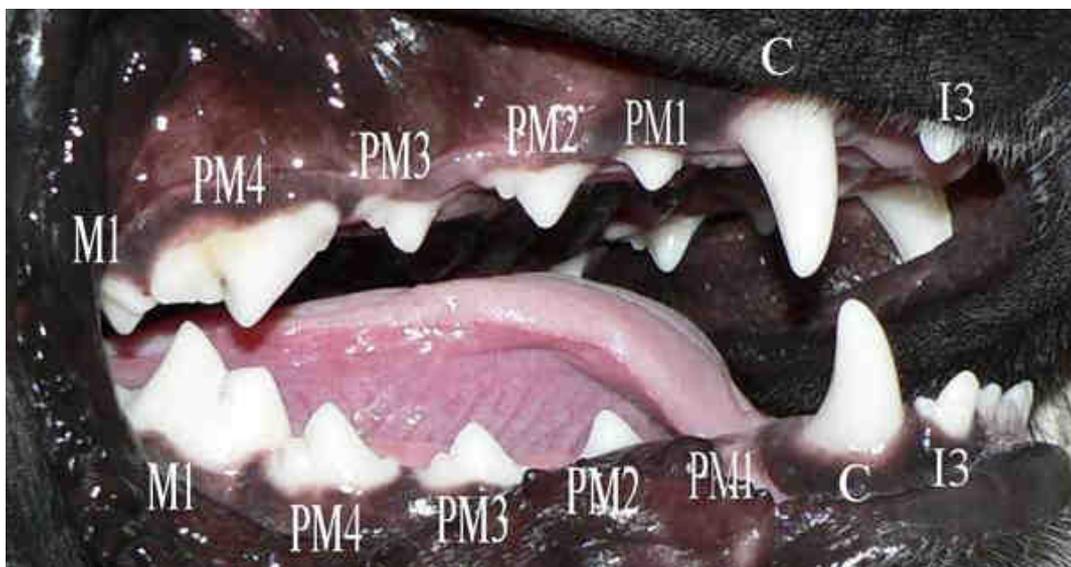


Figure N°5 : Photographie du profil latéral droit d'un chien adulte. D'après [38].

II-2-3) variations anatomiques et morphologiques, anomalies dentaires

La formule dentaire du chien adulte connaît en réalité de grandes variations. Comme chez l'homme, la persistance de dents de lait, des agénésies, voire la présence de dents surnuméraires peuvent modifier cette denture.



Figure N° 6 : Photographie d'une vue occlusale de l'arcade maxillaire d'un chien. Mise en évidence de la présence de dents surnuméraires. D'après [38].

Il est également possible d'observer, mais de façon moins fréquente, d'autres anomalies au niveau des dents. Notamment des anomalies de surface (par exemple après une maladie de Carré chez le jeune), des anomalies de forme, d'implantation ou encore de couleur.

Toutes ces variations et anomalies modifient l'occlusion et peuvent perturber les fonctions masticatoires de ces animaux, mais elles peuvent cependant être un élément identifiant favorisant l'analyse d'une morsure et ainsi l'identification du chien mordeur.

II-3) MORPHOLOGIE DENTAIRE CHEZ LE CHIEN ADULTE[34]

Comme nous le verrons ultérieurement, pour pouvoir identifier un chien mordeur il faut analyser les indentations présentes au niveau de la lésion. Pour cela, une bonne connaissance de la morphologie dentaire canine est nécessaire.

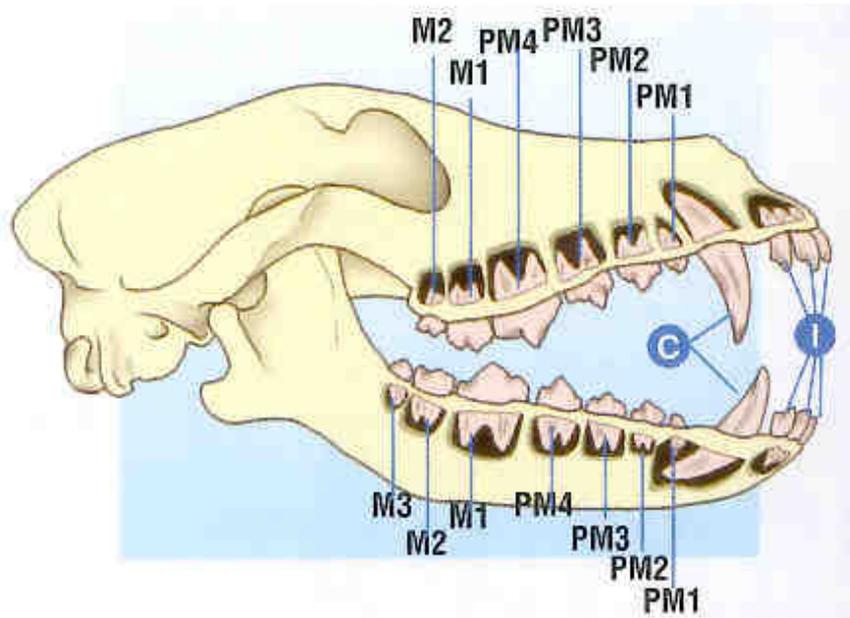


Figure N° 7 : Vue latérale d'un crâne de chien adulte.

II-3-1) les incisives.

Elles sont au nombre de 3 par héli-arcade. Elles sont monoradiculées, courtes et tranchantes, préhensiles et coupantes.

L'incisive centrale (ou pince) et celle du milieu (ou mitoyenne) ont un bord libre en 3 lobes évoquant une fleur de lys.

L'incisive la plus distale (ou coin) a une forme qui rappelle plus celle de la canine. Leur taille augmente de mésial en distal.

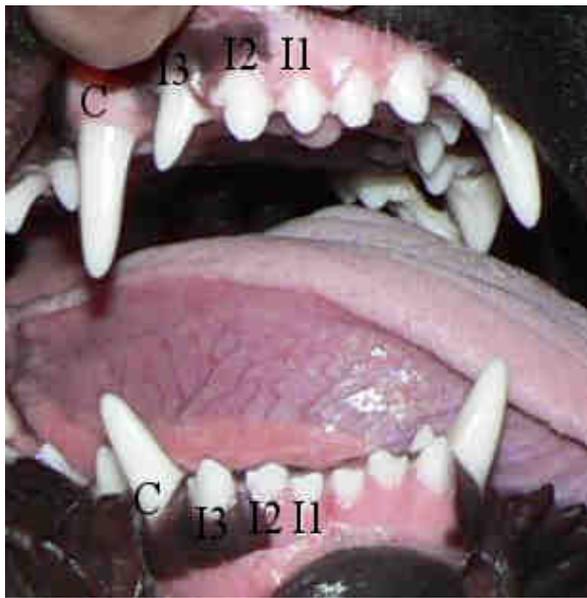


Figure N° 8 : Photographie d'une vue de profil de la mâchoire d'un chien adulte. Mise en évidence des 6 incisives trilobées par arcade dentaire. D'après [38].

D'après [6].

II-3-2) les canines, crocs ou crochets

De forme conique, légèrement arquées, elles sont lacératrices, ce qui leur confère une adaptation totale au régime carnassier du chien. Elles entraînent des plaies punctiformes et assez profondes lors des morsures. Leur racine unique et volumineuse leur donne une grande résistance à la traction vu leur ancrage important dans l'os de la mâchoire.



Figure N° 10 : Coupe longitudinale d'une mandibule de chien passant par un croc.



Figure N° 11 : Vue latérale des crocs maxillaire et mandibulaire d'un chien adulte. D'après [6].

II-3-3) les prémolaires

Le chien possède 4 prémolaires par héli-arcade.

Au maxillaire nous avons :

- 3 prémolaires précarnassières
- 1 prémolaire carnassière (PM₄)

Alors qu'à la mandibule, ce ne sont que des précarnassières.

Les prémolaires précarnassières possèdent 2 racines (sauf PM₁ dite dent régressive qui a une racine unique) et une couronne formée de 3 cuspides en ligne. Elles sont minces, coupantes et en dent de scie.

En ce qui concerne PM₄ au maxillaire, sa couronne est beaucoup plus développée. Elle possède 2 cuspides vestibulaires et 1 palatine, et son ancrage se compose de 3 racines.

II-3-4) les molaires

Les molaires appartiennent à la dentition permanente.

Elles se répartissent en 2 groupes :

- Les tuberculeuses
- La carnassière (M₁ inférieure)

M₁ mandibulaire a une couronne très volumineuse (encore plus que la prémolaire carnassière supérieure PM₄) et 2 racines. La partie mésiale de sa couronne porte 3 cuspides et en distal on trouve 2 tubercules qui constituent le talon de la carnassière.

Les tuberculeuses, quant à elles, sont plus aplaties, mamelonnées et triturantes.

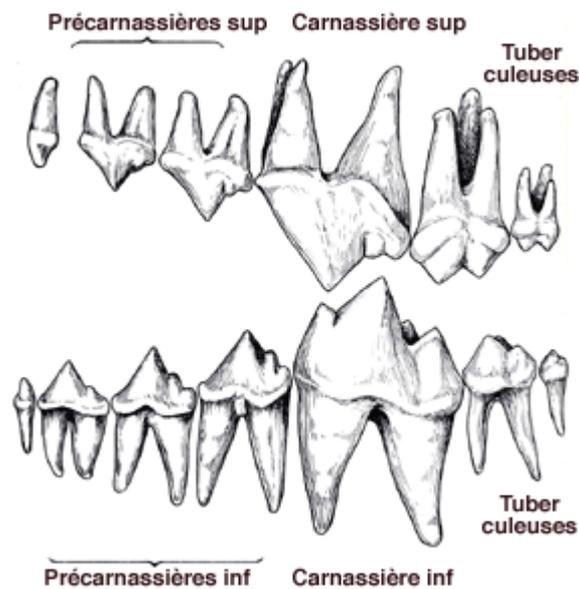


Figure N° 12 : Vue vestibulaire des prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires d'un chien adulte. D'après [6].

II-3-5) l'occlusion

La définition de l'occlusion normale chez le chien est difficile en raison de la multiplicité des races et donc des formes et tailles de mâchoires.

Selon HENNET (1993), on peut cependant caractériser cette occlusion normale par 4 points : [33]

- Un articulé en ciseau des incisives :
Le bord tranchant ou bord libre des incisives inférieures s'appuie contre la face palatine des incisives supérieures au niveau de leur cingulum.



Figure N° 13 : Articulé en ciseau des incisives. D'après [2].

- Une interdigitation régulière de la triade coin supérieur-canine inférieure-canine supérieure :
La couronne de la canine inférieure se loge dans l'espace interdentaire entre le coin et la canine maxillaires. Elle est à égale distance de l'une et de l'autre mais sans contact.



Figure N° 14 : Interdigitation régulière de la triade « coin supérieur-canine inférieure-canine supérieure. D'après [2].

- Une interdigitation régulière des prémolaires maxillaires et mandibulaires :
La cuspside principale de chaque prémolaire supérieure se loge au niveau de l'espace interdentaire des deux prémolaires inférieures sans qu'il y ait contact. Les prémolaires inférieures sont toujours mésialées (en position rostrale) par rapport aux dents supérieures de même ordre.



Figure N° 15 : Interdigitation régulière des prémolaires supérieures et inférieures. D'après [2].

- Un articulé en ciseau des carnassières :
On a alors un engrènement des couronnes par encastrement des cuspides maxillaires et mandibulaires, avec la carnassière inférieure en position linguale par rapport à la supérieure. Des contacts dentaires sont présents entre PM4 inférieure et M1 supérieure et entre M2 inférieure et M2 inférieure, limitant le rapprochement des mâchoires et protégeant ainsi les incisives et le palais.



Figure N° 16 : Articulé en ciseau des carnassières. D'après [2].

Cependant cette occlusion peut être modifiée de différentes façons. Nous citerons notamment les traumatismes et agénésies modifiant la formule dentaire et entraînant des mouvements dentaires de repositionnement.

Une autre variation morphologique apporte des modifications à cet articulé. En effet les formes et proportions de la tête varient infiniment plus selon les races chez le chien que dans toute autre espèce.

On distingue 3 grands types morphologiques :

- Dolichocéphale
- Mésocéphale
- Brachycéphale

Seul le mésocéphale se définit par une occlusion dite « normale », pour les autres typologies, nous parlerons alors de malocclusions squelettiques.

Des troubles occlusaux d'origine dentaire sont également courants chez le chien :

- Occlusion en pince :
Les incisives sont en bout à bout
- Occlusion en ciseau inversé :
Les incisives ont alors une position inversée, les mandibulaires circonscrivant les maxillaires.



Figure N° 17: Occlusion en ciseau inversée d'un Cane Corso.

D'après [31].

Toutes ces informations nous permettront, lors de l'analyse des morsures, d'affirmer ou infirmer la responsabilité d'un chien suspecté comme mordeur.

II-4) FONCTION MASTICATOIRE ET MECANISME DE MORSURE

II-4-1) la fonction masticatoire

L'anatomie dentaire, osseuse, musculaire et articulaire du chien est en relation avec son régime et son mode alimentaire, en facilitant la préhension et le déchiquetage.

Les canines permettent d'attraper la proie. Les incisives, elles, ont le rôle de couper et déchiqeter des morceaux volumineux qui seront ensuite acheminés vers les carnassières dont les cuspides produisent un effort tranchant par cisaillement.

Cependant la fonction masticatoire du chien est assez faible. En effet, la conformation de son appareil manducateur ne lui autorise des mouvements de mastication que très limités, ne se résumant quasiment que par des mouvements de charnière dans le sens vertical. Il n'y a donc pas de mastication à proprement parler. De plus sa salive ne contient pas d'enzyme protéolytique, ce qui fait que la cavité buccale participe peu au phénomène de digestion.

II-4-2) le mécanisme de morsure[30]

L'ouverture des mâchoires est permise par la contraction du muscle digastrique.

Puis il y a la phase d'accrochage où les crocs vont jouer un rôle prépondérant. Leur forme permet une pénétration importante dans les tissus et leur racine volumineuse leur confère une grande résistance, permettant ainsi au chien de bloquer sa victime entre ses dents.

La contraction symétrique des muscles masséters, temporaux et ptérygoïdiens (latéraux et médiaux) entraîne la fermeture de la mâchoire. Les masséters et temporaux (les deux muscles les plus puissants de la face), associés à la longueur importante de la mandibule qui augmente ainsi le bras de levier, contribuent à la puissance de la morsure et au maintien des proies.

Le chien peut alors faire des mouvements de la tête :

- Soit par traction d'avant en arrière
- Soit par balancement ou secousses latérales

Ceci entraîne alors des déchirures par arrachement qui expliquent les pertes de substances importantes lors de certaines morsures.

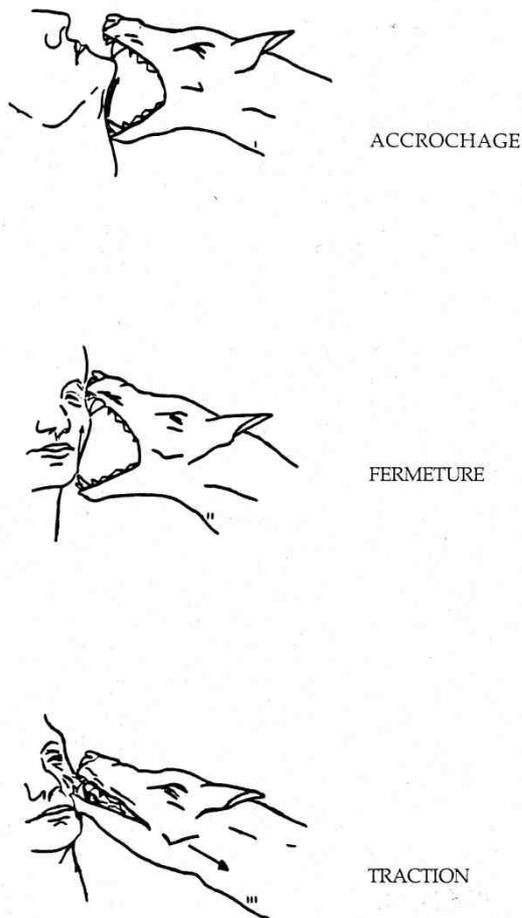


Figure N° 18 : Mécanismes lésionnels des morsures de chien.D'après [30].

II-4-3) les forces et pressions de la mâchoire

Lors du mécanisme de morsure, différentes forces entrent en jeu.

Elles dépendent de nombreux paramètres, notamment de la qualité de la prise, de la musculature du chien mais également de facteurs de comportement canin.

Parmi ces forces nous citerons :

- Les forces de pression ou d'occlusion :

Elles conditionnent le maintien de la prise et sont proportionnelles à la puissance des muscles masticateurs. Leur intensité est fonction de la longueur des maxillaires car il y a formation d'un bras de levier par rapport à l'axe des articulations temporomandibulaires (ATM).

- Les forces de traction :

Ces forces, présentes lorsque le chien tire sa victime en prenant appui sur ses pattes arrières, sont liées à la musculature et au poids du chien. La qualité de la prise intervient également dans le sens où une prise à pleine gueule fait intervenir les 4 crocs sur lesquels les forces se répartissent *a priori* de façon uniforme.

- Les forces de cisaillement :

Leur intensité augmente lors des mouvements de tête latéraux du chien.

Si on se réfère maintenant à l'étude menée dans le cadre d'une collaboration entre l'Ecole Nationale Vétérinaire et l'ICAM de Nantes en 1999, s'appuyant sur 10 chiens de travail de race berger allemand (4) et de race berger belge malinois (6), et dont l'objectif était de mesurer les forces d'occlusion et de traction développées par un chien au mordant, on peut estimer que les forces de traction sont de l'ordre de 475 Newton et que les forces d'occlusion sont de l'ordre de 430 Newton pour ce type de chien. [18]

Cependant cette étude ne repose que sur un très faible échantillon d'animaux et ne nous renseigne que sur deux races en particulier.

Penchons nous maintenant sur la forme de la mâchoire.

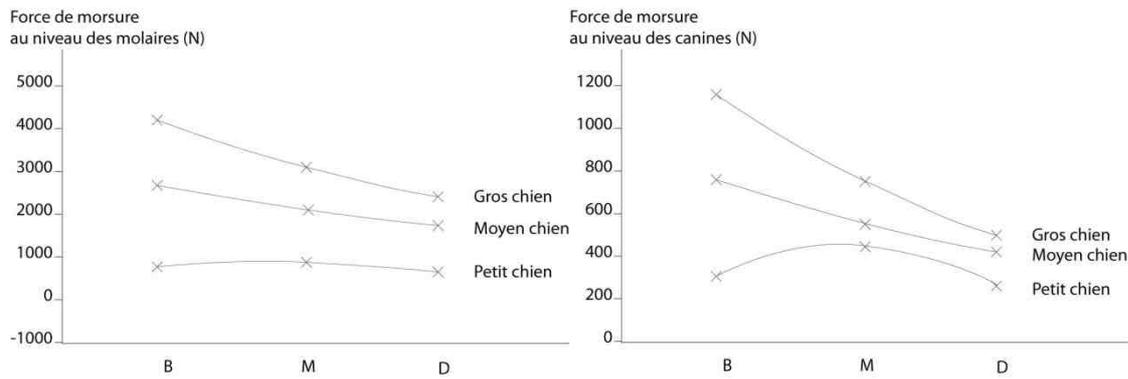
Les variations de longueur de la mandibule et du maxillaire que l'on peut rencontrer entre les chiens de différentes typologies squelettiques, influencent les forces appliquées lors d'une morsure.

En effet, pour un même effort d'occlusion, c'est-à-dire de fermeture des mâchoires, la force résultante est de moins en moins importante à mesure que l'on s'éloigne des ATM.

Nous pouvons illustrer cette idée en nous appuyant sur les travaux de Jennifer Lynn Ellis, Jeffrey Thomason et Coll. [25]

En travaillant sur des crânes de chien (127 au total) et en leur appliquant une même force de fermeture (basée sur la mécanique du levier) correspondant à un même travail musculaire, ils ont pu étudier la relation entre la morphologie craniofaciale du chien (taille et forme) et les forces de morsure générées par l'appareil manducateur.

Leurs résultats montrent que les forces de morsure sont plus importantes chez un chien brachycéphale (c'est-à-dire à mâchoire courte) que chez un méso ou dolichocéphale pour un même effort d'occlusion, que ce soit au niveau des crocs ou des molaires.

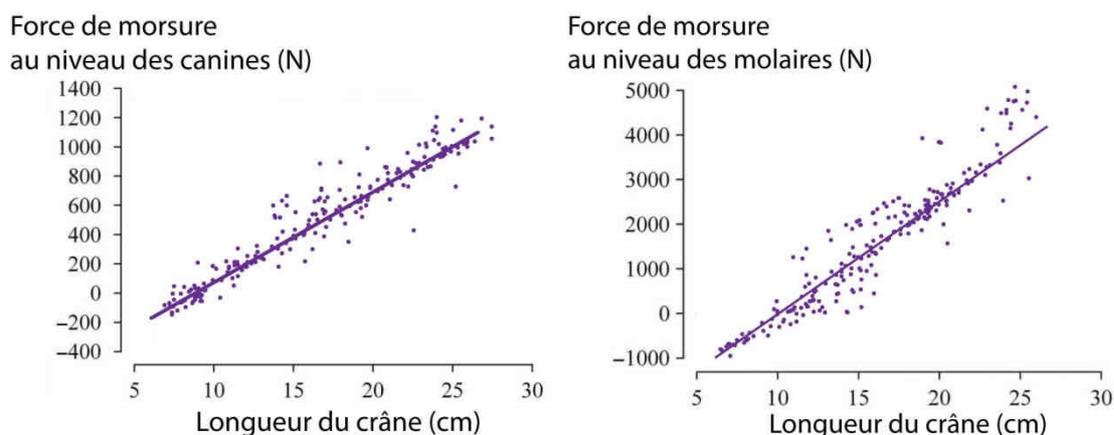


Figures N° 19et N°20 : Forces de morsure au niveau des molaires et des canines pour des chiensbrachy, méso et dolichocéphales. D’après [25].

Les auteurs de ces travaux de recherche ont cependant remarqué que, chez le petit chien brachycéphale, la force de morsure développée est inférieure à celle retrouvée chez le petit chien mésocéphale et non significativement différente de la valeur enregistrée chez un dolichocéphale.

Ces résultats peuvent selon eux s’expliquer de la manière suivante. Chez certaines races de petits chiens brachycéphales, comme par exemple chez le Chihuahua, la calvaria (voûte crânienne) est disproportionnellement large et épaisse par rapport aux autres structures faciales. La boîte crânienne empiète sur l’espace disponible pour le muscle masséter, qui verra alors sa taille limitée chez ces chiens, entraînant par conséquent des forces de morsure plus faibles.

Cette étude nous révèle également une relation proportionnelle entre la force développée lors d’une morsure et la taille du chien mordeur.



Figures N° 21 et N° 22 : Forces de morsure au niveau des canines et des molaires en fonction de la longueur du crâne des chiens mordeurs. D’après [25].

III) LESIONS ENGENDREES PAR LES MORSURES

Afin de pouvoir analyser des morsures canines le plus efficacement possible, il est important de connaître tous les phénomènes cutanés qui pourraient compliquer ou biaiser ces analyses. C'est ce sur quoi nous allons nous pencher dans cette partie.

III-1) LES DIFFERENTES LESIONS

Lors d'une morsure de chien, différentes lésions peuvent être observées selon le type de morsure. Le chien peut mordre à pleines dents et ainsi engendrer des lésions profondes et assez délabrantes. Mais il peut également mettre uniquement un coup de crocs qui se résumera alors par une blessure moins sévère.

Nous allons nous intéresser à ces différentes lésions qu'il est possible de rencontrer suite à une agression par un chien mordeur.

III-1-1) le pincement cutané

On peut rencontrer ce type de lésion notamment dans les cas de morsures par irritation. Il est caractérisé par une ecchymose en forme d'arc de cercle plus ou moins régulier qui correspond aux marques laissées par les incisives du chien. Les dents du mordeur ne perforent pas réellement la peau, mais laissent simplement leurs marques d'indentations. On peut alors remarquer, selon la prise effectuée par l'animal lors de la morsure, une dermabrasion cutanée. Cette dernière peut se définir comme une plaie de « ripage » lorsque les incisives viennent frotter la peau par un mécanisme tangentiel de friction à la surface de l'épiderme et du derme, sans réel accrochage.

Ce type de lésion correspond à la plupart des cas d'agressions canines. Sans grandes conséquences pour la victime, ces morsures sont souvent passées sous silence et contribuent donc à la sous-estimation de l'incidence des cas de morsures.



Figure N°23: Morsure avec présence d'une ecchymose en forme d'arc de cercle.

D'après [5].

III-1-2) la piqûre par les crocs

La lésion engendrée est alors une plaie punctiforme dont la profondeur pourra dépendre de l'intensité de la morsure. Le contour de chaque piqûre sera marqué par une ecchymose plus ou moins prononcée.

Son aspect anodin est cependant trompeur car les crocs, de par leur forme, peuvent pénétrer profondément dans les tissus cutanés, et ainsi atteindre aponévroses, nerfs, capsules articulaires.

De plus, ce type de blessure peut être la porte d'entrée de nombreux germes qui seront alors profondément inoculés dans les tissus. Il est donc important de bien désinfecter la plaie et de consulter un médecin afin qu'il puisse juger de la profondeur des indentations et des éventuelles lésions tissulaires sous-jacentes.



Figure N° 24 : Morsure de chien mettant en évidence les indentations des crocs.

III-1-3) le broiement

Ces lésions sont assez rares. En effet, pour que la mâchoire d'un chien produise un effet de broiement, il faut que ses dents postérieures entrent en contact avec la peau de la victime avec suffisamment de force pour comprimer les structures sous-jacentes. Ce type de blessure peut être rencontré notamment au niveau des membres qui ont une dimension compatible avec l'amplitude d'ouverture maximale du chien, permettant ainsi aux prémolaires et molaires de l'animal de produire un phénomène d'écrasement et de trituration.

Cependant, vu que le chien doit avoir une prise à pleine gueule et exercer une force de morsure considérable pour produire une telle blessure, ce type de lésion s'accompagne dans la plupart des cas d'une section ou amputation de la zone mordue.

III-1-4) la déchirure par traction

Lors de morsures à pleines dents, la prise effectuée par le chien est très importante. Les dents sont ancrées profondément dans les tissus afin de maintenir fermement la victime. En prenant appui sur ces pattes arrières, le chien va pouvoir développer une force considérable. Cette position, associée à des mouvements latéraux de sa tête, va créer une traction sur les tissus telle que ces derniers peuvent céder et se déchirer. Les blessures résultant de ce type d'attaque sont extrêmement délabrantes, avec des pertes tissulaires plus ou moins sévères. Ces lésions, très impressionnantes de par leur aspect, peuvent engager le pronostic vital de la victime si la perte de substance comprend, par exemple, des vaisseaux sanguins de gros calibres, pouvant alors entraîner une forte hémorragie.

De plus, les zones mordues sont tellement abimées, que la probabilité de trouver des marques d'empreintes dentaires permettant une analyse comparée à la dentition du mordeur devient très faible.



Figure N° 25 :Morsure délabrante d'un chien avec section de l'oreille droite et hémorragie interne, ayant entraîné la mort du nourrisson. D'après [51].

III-2) PROPRIETES BIOMECANIQUES DE LA PEAU ET LESONS CUTANEEES SELON LA LOCALISATION DE LA MORSURE

III-2-1) propriétés biomécaniques de la peau[50] [16]

Pour comprendre les réactions tissulaires qui se produisent suite à une morsure, il faut au préalable se pencher sur les propriétés cutanées. En effet, la capacité de la peau à se déformer à un endroit donné, dépend de la structure du tissu sous-jacent et de ses caractéristiques.

La peau humaine est constituée de 3 couches :

- L'épiderme qui se compose de cellules rigides reliées entre elles par des desmosomes et est recouvert d'une couche de cellules mortes kératinisées.
- Le derme, formé de fibres de collagène incluses dans une matrice extracellulaire riche en élastine.
- L'hypoderme qui correspond à une couche de cellules graisseuses.

Cette hétérogénéité confère à la peau les propriétés mécaniques suivantes :

- L'élasticité non linéaire

Suite à des expériences réalisées *in vitro*, de nombreux scientifiques ont pu montrer que l'extension de la peau n'est pas proportionnelle à la force appliquée.

contrainte

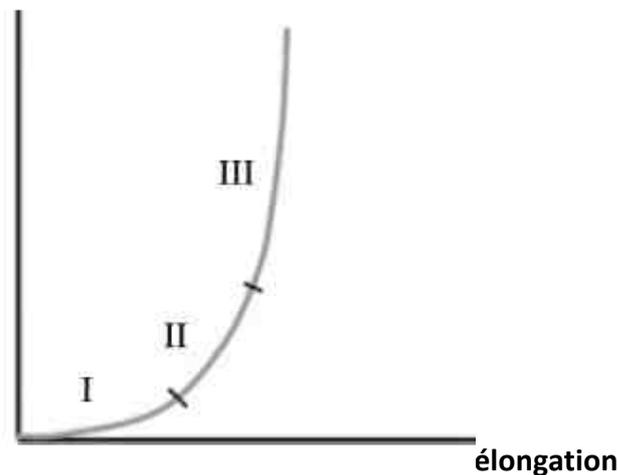


Figure N° 26 : Courbe du taux d'élongation cutanée en fonction de la contrainte appliquée. D'après [16].

Si on s'appuie sur cette courbe, on constate que la non-linéarité de la relation contrainte/déformation est caractérisée par 3 phases différentes.

La phase 1 correspond à une extension rapide de la peau pour une faible contrainte. Ce comportement élastique est dû à la réorientation des fibres d'élastine du derme qui, initialement, étaient irrégulièrement réparties, et à leur forte extensibilité.

La phase 2 caractérise la « rigidité » de la peau. Ce phénomène s'explique par l'alignement progressif des fibres de collagène dans le sens de la force appliquée. Ces fibres, bien que résistantes à la traction, vont commencer à se déformer.

Lors de cette phase, des dommages sur les capillaires sanguins peuvent apparaître comme nous le verrons ultérieurement.

Lors de la phase 3, on constate une stabilisation de la rigidité. La déformation devient alors proportionnelle à la force appliquée. Toutes les fibres de collagène sont totalement alignées et étirées. Elles possèdent une haute résistance à la traction mais une faible extensibilité. Ainsi, quand la contrainte augmente, ces fibres vont se rompre progressivement, entraînant une lacération du tissu cutané.

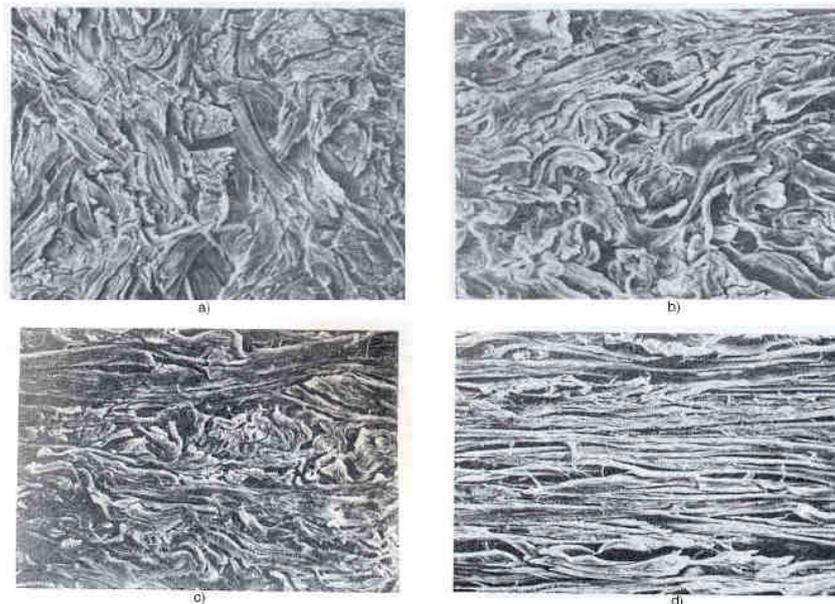


Figure N° 27 : Fibres de collagène en traction uniaxiale : a) état initial, b) phase 1, c) phase 2, d) phase 3. D'après [50].

- La visco-élasticité

Comme nous l'avons vu précédemment, sous de faibles contraintes, la peau est assez déformable grâce au fort pouvoir d'extensibilité de ses fibres d'élastine. Si la contrainte cesse, ces fibres vont restaurer le réseau fibreux initial, et ainsi la peau retrouvera rapidement sa position et sa forme originales.

Cependant, quand les forces appliquées augmentent, les fibres de collagène entrent en jeu, et s'alignent dans la direction de la force. Cette réorientation va entraîner un

mouvement de déplacement de la substance interstitielle du derme. Ce gel amorphe, principalement constitué d'eau et de mucopolysaccharides, va se retrouver comprimé entre les faisceaux de collagène. C'est du mouvement de cette substance que provient le comportement visqueux de la peau. En effet, une fois la contrainte interrompue, la substance interstitielle va regagner sa position originale, restaurant plus ou moins la topographie cutanée initiale, selon le nombre de fibres de collagène rompues.

- La pré-tension et l'anisotropie

La peau est normalement dans un état de pré-tension ou de tension naturelle. Cette notion a été mise en évidence par Karl Langer en 1861. Suite à des coupures réalisées à l'aide de lames de section circulaire sur la peau de cadavres, il a constaté que les blessures cutanées et les morceaux de peau extraits avaient une forme d'ovale, démontrant ainsi expérimentalement la notion de pré-tension cutanée et d'anisotropie, c'est-à-dire la variation directionnelle des tensions de la peau.

Dans certaines régions du corps, les fibres de collagène ont tendance à s'orienter toutes plus ou moins dans la même direction pour assurer un certain tonus à la peau. L'architecture du derme, et particulièrement sa couche profonde appelée zone réticulaire, va alors présenter des extensions préférentielles qui se caractérisent par des lignes de tension ainsi formées. L'extensibilité cutanée est plus faible le long de ces lignes. Les plus connues et les plus documentées sont celles décrites par Langer.



Figure N° 28 : Les lignes de Langer. Prise de Delalleau [2007]. D'après [50].

De manière générale, elles ont une trajectoire longitudinale au niveau de la tête et des membres, et présentent des motifs circulaires au niveau du cou et du tronc. Elles sont particulièrement visibles sur la face palmaire des doigts, où elles suivent l'axe longitudinal.

De simples tests de pincée peuvent nous permettre d'identifier les directions de ces lignes. La peau est plus facilement « pinçable » perpendiculairement à ces lignes.

Les lignes de tension ne varient pas uniquement entre les différentes régions du corps, mais également avec les mouvements. Ainsi, d'un site à un autre, la variation de l'extensibilité cutanée est dictée par une demande mécanique de chaque partie du corps, tenant alors compte de la contraction musculaire, du mouvement des zones articulaires et des tissus sous-jacents.

- Rôle de l'hypoderme [50]

Si les principales propriétés mécaniques sont liées à la couche dermique, l'hypoderme a cependant son importance. Lorsque la peau subit des agressions mécaniques, il joue le rôle d'un coussin d'amortissement qui absorbe une partie de l'énergie mécanique sous forme d'énergie de déformation.

De plus, cette couche de cellules graisseuses peut protéger les tissus sous-jacents tels que les muscles, les filets nerveux, lors d'une morsure, limitant ainsi les effets délétères des indentations.

Ce tissu n'étant pas uniformément présent sur les différentes parties du corps, son rôle d'amortissement ne se retrouvera donc pas dans tous les cas de morsures.

Grâce à l'étude de ces différentes propriétés cutanées, il devient évident que l'emplacement anatomique de la lésion et la tension cutanée sont liés et jouent un rôle dans la déformation des marques de morsures.

III-2-2) les différentes localisations des morsures

En s'appuyant sur de nombreuses enquêtes rétrospectives, et notamment sur celle réalisée à l'hôpital Trousseau, nous avons pu constater qu'il existait des variations de la fréquence des localisations de morsures entre les enfants et les adultes. [11]

Selon cette dernière étude, 75% des morsures chez les moins de 3 ans sont localisées à la tête, alors que déjà, pour les enfants de plus de 12 ans, la tête n'est touchée que dans 18% des lésions. Ce phénomène s'explique simplement par le fait que, pour les jeunes enfants, la tête est souvent la partie du corps située à la hauteur de la gueule du chien.

Ces graphiques nous permettent de conclure que, dans de nombreux cas de morsures où l'analyse sera nécessaire à l'identification du chien mordeur, les légistes seront amenés à travailler, semble-t-il, fréquemment sur le membre inférieur chez les victimes adultes et au niveau de la tête (visage et cou) en ce qui concerne les enfants.

Or la peau du visage est fine et fragile, et les tissus musculaires, nerveux et osseux sont proches de la surface cutanée. Tous ces critères nous permettent de comprendre qu'une morsure au visage sera beaucoup plus délabrante et plus difficile à analyser qu'une morsure au bras ou à la jambe.

Comme nous l'avons vu, la peau réagit de manière hétérogène. Cette hétérogénéité est aggravée par la variabilité entre les individus, et au sein d'un même individu où, d'un site à un autre, les propriétés changent.

Les caractéristiques cutanées varient également avec l'âge, le poids et la condition physique. Il devient alors difficile de prévoir et d'anticiper avec précision les déformations inhérentes à une blessure par morsure.

Si on se réfère à nouveau à l'article de Bush [16] sur les facteurs biomécaniques de la peau, on peut constater la chose suivante.

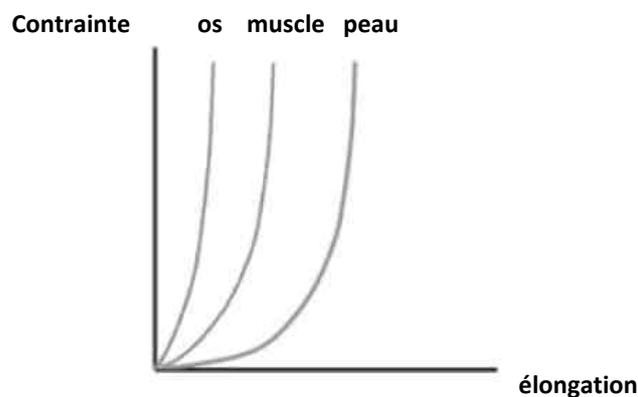


Figure N° 32 : Les effets des tissus sous-jacents sur la forme de la courbe élongation/contrainte. D'après [16].

La rigidité du substrat sous-jacent affecte la forme de la courbe. Plus les structures rencontrées sont rigides, plus la courbe se décale progressivement vers la gauche, illustrant une diminution de l'élasticité de la peau.

Ainsi, par exemple, on comprend que la peau fine recouvrant le front subira une élongation très limitée et que les phases 2 et 3 apparaîtront pour des niveaux de contraintes assez faibles, c'est-à-dire pour des morsures moins puissantes. Des hémorragies sous-cutanées et des lacérations tissulaires seront alors fréquemment rencontrées dans ces zones.

Pour des zones corporelles où il peut exister une masse graisseuse sous cutanée plus importante, comme par exemple au niveau des jambes, la peau présente alors un caractère élastique plus important. A l'arrêt de l'application de la contrainte, qui correspond dans notre cas au moment où le chien mordeur relâche sa victime, le réseau fibreux et la substance interstitielle vont reprendre progressivement leur position d'origine. Cela va entraîner un phénomène de « rebond ». Les tissus comprimés lors de la morsure vont alors se retendre et redonner sa forme initiale à la zone lésée. Ainsi, pour des morsures de faible intensité, sans perte de substance, les indentations formées peuvent disparaître au bout de quelques minutes, ne laissant comme seule preuve de l'agression une hémorragie sous-cutanée.

III-2-3) Les réactions tissulaires suite à l'application d'une morsure[16] [26]

Lors d'une morsure, il est très fréquent que des vaisseaux sanguins soient lésés. Leur rupture peut survenir de 2 façons.

La première, est la conséquence directe de la morsure. En effet, lorsque les dents (et principalement les canines) perforent la surface cutanée, elles peuvent arriver au contact d'un vaisseau sanguin, abîmant ainsi sa paroi, voire même le sectionnant. Le sang va alors s'échapper et venir imprégner les tissus environnants.

Mais les dommages capillaires peuvent également se produire de manière plus indirecte.

Nous avons vu précédemment que lorsque la contrainte appliquée sur la peau augmentait, cette dernière voyait sa structure fibreuse se modifier. Les fibres de collagène, une fois toutes alignées et étirées, compriment la substance interstitielle. Au niveau de la zone mordue, la pression tissulaire augmente alors, entraînant la rupture des capillaires et extravasation du fluide sanguin.

Selon la quantité de sang se retrouvant dans les tissus environnants, la morsure s'accompagnera :

- D'une simple contusion ou ecchymose (léger épanchement sanguin diffus)
- D'un hématome plus ou moins important

Lors d'un hématome, l'engorgement des tissus environnants est plus important. Ainsi, suite à la morsure, la chair va rapidement devenir rouge et enfler. Cette tuméfaction ecchymotique peut être retrouvée au niveau du derme, de l'hypoderme, voire même être sous-cutanée selon la profondeur de la morsure. Ainsi une lésion au niveau d'un muscle pourra entraîner un hématome musculaire avec un saignement se développant dans l'espace entre le tissu sous-cutané et le fascia musculaire. La zone lésée verra alors son

volume fortement augmenter, et la surface cutanée sera modifiée du fait de l'extension forcée des tissus.

III-3) DIFFICULTES DE L'ANALYSE ENGENDREES PAR LES MODIFICATIONS ET REACTIONS TISSULAIRES

Comme nous venons de le voir, une morsure est accompagnée dans la majorité des cas par la formation d'un hématome.

Bien que celui-ci disparaisse progressivement avec la cicatrisation de la plaie, l'accumulation de sang qui provoque la tuméfaction, peut perturber l'analyse de la morsure. En effet, l'œdème rencontré au niveau des tissus va modifier le profil cutané et ainsi faire varier la forme et la profondeur apparente des indentations laissées par les arcades dentaires du chien mordeur.

Pour éviter ou du moins limiter cette accumulation de sang dans les tissus suite à une morsure, et ainsi favoriser l'analyse des indentations au niveau de la zone lésée, il est préconisé d'appliquer rapidement de la glace après l'agression. La mise en place de pansements compressifs permet également de combattre l'extension de l'hématome. Si celui-ci est déjà présent, il pourra être judicieux de prescrire des anti-inflammatoires non stéroïdiens à la victime, voire même de ponctionner l'hématome afin de réduire l'œdème et de permettre aux tissus de retrouver au maximum leur morphologie initiale.

Cependant, la formation des hématomes n'est pas le seul problème que peuvent rencontrer les légistes lors de leur analyse des morsures.

Suite à une morsure, l'apparition de distorsions cutanées est inévitable. Les déformations de la peau en réponse à l'application d'une contrainte sont dictées par les propriétés biomécaniques cutanées au niveau de la zone lésée, associées aux propriétés tridimensionnelles de la peau et aux dents du mordeur.

Ces facteurs peuvent alors être classés en 2 catégories : [17]

- Facteurs associés au mordeur :
 - ⌘ force de morsure maximale des dents antérieures
 - ⌘ surface de contact dentaire avec la peau de la victime
 - ⌘ motif d'alignement de la dentition
 - ⌘ différence de longueur entre les dents
 - ⌘ forme tranchante des incisives et canines

- Facteurs associés à la victime :
 - ✕ propriétés biomécaniques cutanées
 - ✕ tissus sous-jacents
 - ✕ pré-tension cutanée
 - ✕ mouvements corporels

Nous allons nous appuyer sur différentes études afin de définir les difficultés rencontrées lors de l'analyse des morsures. [15] [16] [17]

Lors de ces études, des indentations ont été créées sur des cadavres à l'aide d'un modèle provenant d'un volontaire.

Bien que dans ces différentes expérimentations les morsures analysées proviennent d'un individu humain, nous pouvons considérer que les modifications et réactions cutanées sont identiques à celles rencontrées lors d'une morsure canine.

Les modèles issus de la dentition du volontaire sont recouverts d'une résine époxy de basse viscosité afin d'obtenir une dureté comparable à celle des dents et de reproduire des indentations précises et détaillées de façon similaire à une arcade dentaire naturelle.

Après avoir monté les modèles sur articulateur, des tests de morsure ont été effectués au niveau de diverses zones anatomiques des cadavres, en faisant varier différents paramètres (mouvements corporels, morsures parallèles ou perpendiculaires aux lignes de tension cutanées, force appliquée, modification de la surface de contact dentaire...).

Les marques de morsures ainsi créées ont été photographiées à plusieurs reprises et traitées informatiquement.

Les mesures métriques et angulaires suivantes ont été enregistrées afin de permettre une comparaison entre le profil des indentations au niveau de la lésion et la dentition du mordeur :

- Largeur mésio-distale de chaque indentation
- Distance intercanine pour chaque arcade
- Angle de rotation entre chaque dent (angle mesuré en prenant la différence de rotation des axes mésio-distaux entre 2 dents adjacentes).

Les erreurs de mesure de l'opérateur ont été estimées à $\pm 0.2\text{mm}$ pour les longueurs et $\pm 2^\circ$ pour les valeurs angulaires.

Lors de ces tests de morsures, l'opérateur a fait varier différents critères afin d'étudier les déformations alors obtenues.

Nous allons nous intéresser aux facteurs suivants :

- Les différents types de tissus mordus
- L'orientation des morsures selon les lignes de tension cutanées
- Les différentes forces appliquées
- La différence de taille entre les dents
- Les mouvements corporels post-morsure

Après avoir monté les arcades maxillaires et mandibulaires en relation centrée sur une sorte d'articulateur fabriqué sur mesure pour ces expérimentations, et défini une force, 3 morsures ont été créées sur chacun des différents types de tissus suivants : [17]

- 1) tissu conjonctif lâche seul
- 2) tissu conjonctif recouvrant un muscle mou et relâché
- 3) peau adhérente à un muscle mou et relâché
- 4) peau adhérente à un muscle dur et contracté
- 5) peau recouvrant du tissu graisseux
- 6) tissu conjonctif dense recouvrant un muscle dur et contracté
- 7) tissu conjonctif recouvrant un os

Pour cette expérience, une charge de 20kg est appliquée au niveau du dispositif articulé afin de produire une force de morsure cohérente avec les valeurs préalablement établies in vivo chez l'Homme.

Cette force est : [16] $F = m \times a$ où $m = \text{charge}$
 $a = \text{accélération} = g = 9.81\text{m/s}^2$ car les morsures sont effectuées de façon statique

Ce qui nous donne $F \approx 196 \text{ N}$

Cette valeur correspond aux forces de morsures maximales précédemment enregistrées chez l'Homme au niveau des dents antérieures, normalement comprises entre 175 et 215N.

La pression exercée lors des morsures, ou contrainte, étant la force appliquée par unité de surface, nous pouvons la définir comme telle :

$P = F/S$ avec $S = \text{surface de contact des dents du mordeur avec la peau de la victime (supposée constante dans cette expérience)}$

Les distorsions ont ensuite été évaluées et mesurées en comparant les marques de morsures à la dentition initiale à l'aide de calques représentant les reliefs et zones de contact de chaque dent du mordeur.

Dans cette étude [16], aucune morsure obtenue n'était identique à une autre, bien qu'elles proviennent toutes de la même dentition. Cependant les tendances suivantes ont pu être observées :

- dans les cas de morsure dans un tissu assez lâche et élastique (tissus 1 jusqu'à 5) on constate globalement :
 - ✕ une augmentation de la largeur mésio-distale
 - ✕ un aplatissement des angles de rotation
 - ✕ une augmentation de la distance intercanine

- alors que pour des tissus plus denses et rigides, les tendances sont inversées :
 - ⌘ les largeurs mésio-distales diminuent
 - ⌘ les angles de rotation sont plus marqués
 - ⌘ les distances intercanine raccourcissent

Dans les cas des tissus 6 et 7, le substrat est dense et rigide, c'est-à-dire que les fibres de collagène sont déjà quasiment toutes étirées, ainsi, malgré l'application de la contrainte, l'allongement supplémentaire de ces fibres est très limité. La peau ne peut pas s'étirer plus, c'est pourquoi dans ces cas, un allongement général de la lésion n'est pas observé.

Penchons-nous maintenant sur une même zone anatomique et appliquons-lui des contraintes de morsures, soit perpendiculairement, soit parallèlement aux lignes de tension cutanées [16]. Nous pouvons alors observer les résultats suivants :

De manière générale, les morsures placées perpendiculairement aux lignes de tension cutanées, que les muscles sous-jacents soient tendus ou relâchés, ont montré le moins de distorsions. Toutes ont subi un élargissement des arcades, donc un aplatissement des angles de rotation.

Il a également été noté que, selon le degré de fermeté de la zone cutanée mordue, des détails linguaux des dents antérieures maxillaires pouvaient plus ou moins être décrits. Plus la peau est mince et le tissu lâche, plus ces détails sont nets.

Pour les morsures infligées parallèlement à ces lignes, une constriction marquée des 2 arcades peut être observée, avec comme résultante, des angles de rotation entre les dents plus marqués. Des traces de trainées apparaissent également au niveau de l'empreinte de l'arcade supérieure. Quand une morsure est faite selon cette direction, la peau est plus difficile à pincer et le maxillaire peut avoir des difficultés à maintenir sa prise au niveau de la peau et glisse jusqu'à une prise avec une amplitude d'ouverture plus faible qui permet alors de mieux pincer les tissus. Cependant nous pouvons nous demander si c'est également le cas lors des morsures canines. Le chien possède des crocs plus grands et plus acérés que l'Homme, donc la prise est plus directe et plus franche, limitant ainsi ces traces de trainées.

Pour résumer ce phénomène, nous nous appuyerons sur ces schémas explicatifs.

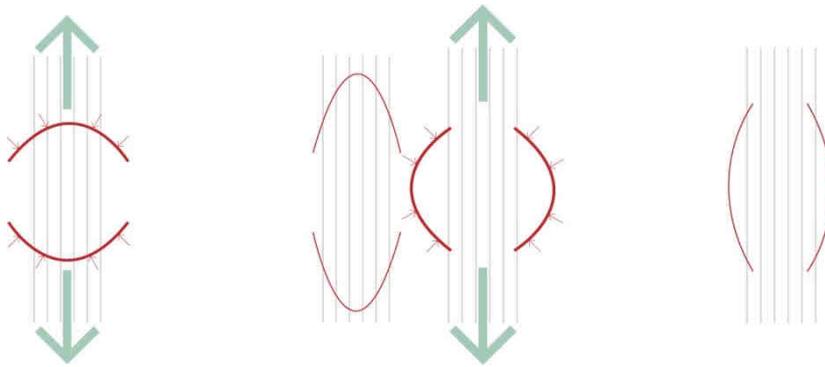


Figure N° 32 : Morsure réalisée parallèlement aux lignes de tension cutanées entraînant une constriction des lignes de tension cutanées et un aplatissement des 2 arcades.
Figure N° 33 : Morsure réalisée perpendiculairement aux lignes de tension cutanées entraînant un élargissement et un aplatissement des 2 arcades.

Les opérateurs se sont également intéressés aux variations des distorsions cutanées post-morsure selon différentes valeurs de contraintes appliquées. [17]

Pour cela ils ont fait varier les charges appliquées au niveau du dispositif articulé permettant d'effectuer les morsures.

Ils se sont alors rendu compte que quand on faisait varier les forces, les morsures présentaient un profil différent, avec différents degrés de distorsion. Cependant aucune tendance n'a pu être décrite en relation avec ces variations de contraintes appliquées. Ainsi le profil des morsures n'est pas directement lié à la différence de charges appliquées, mais plutôt à la variabilité des tissus, issus pourtant de la même région anatomique.

Une observation est pourtant à retenir.

Des lacérations sont apparues au niveau de plusieurs morsures dont les forces appliquées excédaient les valeurs compatibles avec celles de l'Homme, mais qui étaient du même ordre de grandeur que les forces de morsures canines, soit environ 400N.

En effet, nous pouvons imaginer que lorsque la contrainte appliquée est très importante, la peau ne peut plus s'étirer davantage, et sous une pression maintenue, elle voit ses fibres se rompre. On peut alors parler du point de lacération. Les dents du mordeur vont donc perforer la peau créant ainsi plus que des indentations, mais de véritables plaies.

Dans ces expériences il a fallu attendre une grande augmentation de la pression appliquée lors de la morsure avant d'atteindre ce point de lacération. Ceci peut s'expliquer par le simple fait que chez l'Homme les dents sont toutes plus ou moins au même niveau, plutôt plates, et ne possèdent pas un côté tranchant très développé.

Or il apparaît dans cette étude que les lacérations de la peau dépendent de la complexité des tissus, des mouvements du mordeur et de la victime, et surtout du profil acéré des dents. On comprend alors aisément que, même pour des forces de morsures inférieures à 400N, la mâchoire du chien, avec ses canines longues et pointues et ses incisives trilobées, pourra provoquer des lacérations cutanées bien plus rapidement et de manière plus délabrante.

Un autre facteur de distorsion développé dans cette étude va également prendre tout son sens en le transposant au cas des morsures canines.

Nous savons déjà que les propriétés biomécaniques de la peau vont dicter la manière dont les dents vont laisser leur empreinte dans les tissus. Or, il a pu être mis en évidence que, dès que la première dent s'engageait au niveau de la peau, un changement local des propriétés cutanées en résultait, provoquant ainsi un raidissement de la peau. Quand les autres dents arrivent au contact, elles vont rencontrer une peau moins souple, moins élastique. Chaque dent va progressivement imprimer un substrat qui devient de plus en plus dur. Le modèle de tension cutanée qui en résulte est alors complexe, dépendant à la fois de la configuration tridimensionnelle de la dentition et de la consistance du tissu sous-jacent.

Appliquons maintenant ce phénomène à une morsure de chien. Lorsque les crocs, dents les plus longues de l'arcade canine, vont imprimer la peau de la victime (au niveau d'une zone anatomique où la peau est plutôt naturellement souple) leurs empreintes seront déformées et il apparaîtra une augmentation de leur diamètre mésio-distal. Une fois que la pression exercée sera telle que les autres dents arriveront au contact cutané, la zone de morsure se sera tendue et sera devenue plus rigide. Les indentations laissées à la surface de la peau par les incisives seront alors plus petites que la largeur réelle de ces dents.

Au sein d'une même marque de morsure, il apparaît que les degrés de distorsion intra-arcade varient, compliquant considérablement l'analyse de cette empreinte.

Le dernier facteur de distorsion cutanée que nous allons étudier est le mouvement corporel post-morsure. [16]

Pour cela, des morsures ont été créées au niveau de différents sites (bras, avant-bras, cuisse, mollet, paroi latérale du thorax), photographiées à 3 reprises immédiatement après leur application. Le membre mordu a ensuite été bougé et rephotographié 3 fois dans les 10 minutes suivant la morsure.

En comparant les photographies, les analystes ont constaté que les profils des morsures étaient modifiés. Les mouvements corporels peuvent déformer une marque de morsure en étirant les tissus dans la direction du mouvement.

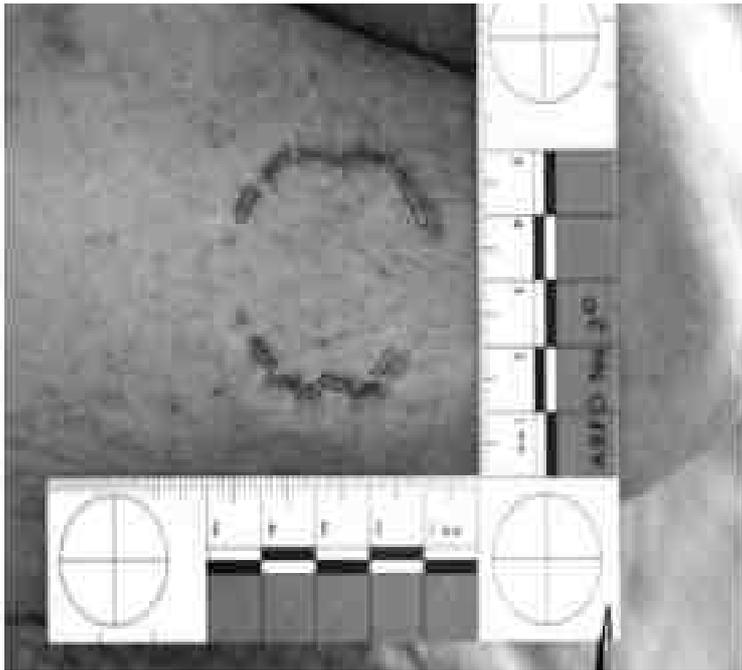


Figure N° 35 : Profil d'une morsure au niveau du bras en position fléchie. D'après [16].

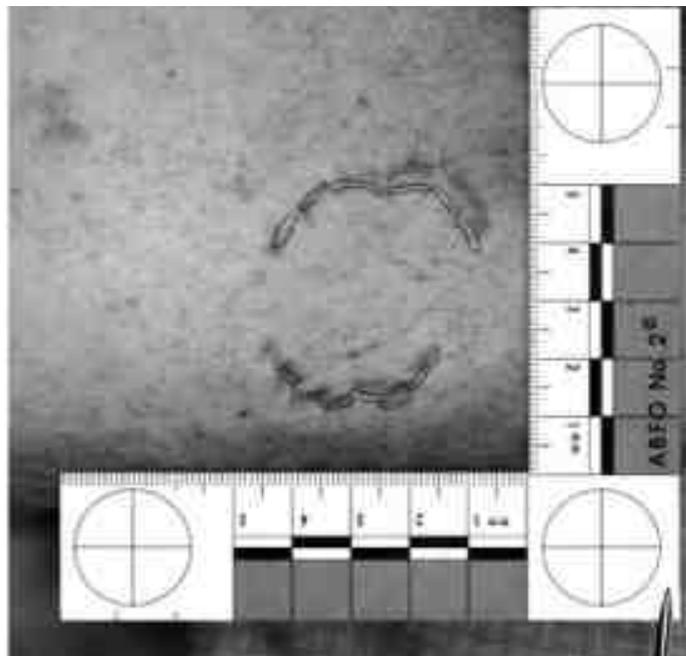


Figure N° 36 : Distorsion posturale de la morsure ci-dessus une fois le bras tendu et placé le long du corps. D'après [16].

Localisation de la morsure	Position de la morsure par rapport aux lignes de tension cutanée	Différents mouvements par rapport à la position du corps lors de la morsure initiale	Différence de mesures intercanines mésio-distale (%)	Différence de longueur (%)	Différence de mesures angulaires (%)
Epaule	perpendiculaire	- bras fléchi, en rotation médiale et en supination	+6,2	-6,25	-0,5
		- bras fléchi	+3,7	-5,5	-10
		- bras allongé le long du corps	+4,1	-3	-8,6
Epaule	parallèle	- bras le long du corps	+10,7	-14,4	+26
		- bras en abduction	+14	-4,2	-18,5
		- bras fléchi, en rotation médiale	+5	+2,4	-3,2
Bras	perpendiculaire	- bras fléchi, en rotation médiale et en supination	+3,5	-1	-18
		- bras fléchi	+10,3	+3,5	-12,2
		- bras le long du corps	+1,8	+6,25	-12,4
Avant-bras	parallèle	- bras le long du corps	+6,6	+3,75	+32
		- bras fléchi, en rotation médiale	+9,5	+11	-7,5
Cuisse	parallèle	- jambe fléchie, en rotation latérale	+5	-3,5	+41,7
Cuisse	perpendiculaire	- jambe fléchie et en rotation latérale	-1,7	-5,6	+27,9
Mollet	perpendiculaire	- jambe fléchie et en rotation latérale	+4,6	-5,6	-13
Mollet	parallèle	- jambe fléchie et en rotation latérale	+6,8	-6,2	+3,1

Tableau N°4 :Localisations anatomiques des morsures, mouvements et variation des mesures. D'après [16].

Il est difficile de faire ressortir de ces résultats une typologie particulière de distorsion en fonction du type de mouvement. Il n'y a en effet pas de tendance nette. Mais une chose est sûre, c'est que le degré de distorsion dépend de l'ampleur du mouvement effectué et des parties du corps mises en mouvement. Ainsi, certaines morsures peuvent être partiellement déformées par le mouvement, alors que d'autres le seront dans leur globalité. L'extensibilité d'une zone anatomique va affecter le degré de déformation, ainsi la distorsion due aux mouvements va varier selon les régions anatomiques. Dans certains cas, les morsures seront complètement différentes car elles dépendent des sites anatomiques et de leurs lignes de tension respectives.

En résumé, après avoir étudié les propriétés biomécaniques de la peau et les différents facteurs influençant le profil d'une marque de morsure, nous pouvons affirmer qu'il existe des distorsions entre cette empreinte et l'arcade du mordeur.

Grâce aux données mentionnées dans ces études, nous pouvons illustrer ces grandes variations de profil. Les valeurs maximales des écarts enregistrés au niveau de la distance intercanine sont de -27% et +24%, donnant une variation de 51%. Pour les distances mésio-distales, les taux de variation est de 34% (valeurs allant de -29% à +5%) et pour les angulations, il est de 161%, avec des différences entre les mesures angulaires de -81% à +80%.

Les valeurs réelles diffèrent bien évidemment selon les individus et les circonstances de morsure. Néanmoins ces résultats suggèrent que la distorsion cutanée est un phénomène majeur rendant l'analyse des empreintes dentaires très complexe.

DISCUSSION A PROPOS DES ETUDES[15] [16] [17]

Bien que l'utilité des cadavres dans ces études pour tester les propriétés biomécaniques de la peau soit établie (les caractéristiques cutanées peuvent être conservées assez longtemps avec des cadavres réfrigérés de manière appropriée), il ne faut pas oublier qu'*in vivo*, des réponses cutanées telles que des ecchymoses, des zones d'œdème et d'inflammation apparaissent au niveau de la plaie. Ceci bouleverse le profil de l'empreinte laissée suite à la morsure, rendant alors les données de ces études très arbitraires.

De plus, ces études ont été effectuées sur un nombre restreint de morsure et les critères de distorsion n'ont pas tous été évalués et étudiés.

Vu qu'aucune empreinte de morsure, pourtant issue d'une même arcade, n'étaient identique à une autre, une étude statistique des résultats et mesures obtenus ne peut être réalisée. Ainsi il s'agit davantage de résultats empiriques que de données scientifiques établies.

Les morsures effectuées sur des cadavres dans le cadre de ces expériences exposent des détails assez nets au niveau des indentations et les conditions d'étude sont optimales dans le sens où chaque morsure est photographiée et étudiée immédiatement après l'application de la contrainte. Or, que ce soit au niveau de la peau de cadavres ou sur une personne vivante, les indentations ne persistent pas et commencent à disparaître au bout de 30 minutes.

De plus, avec des déformations de l'ordre de 80% au niveau d'indentations nettement marquées et définies, on peut concevoir que l'interprétation d'une morsure sur un sujet vivant où les indentations ont commencé à disparaître et où il ne reste plus que des traces d'ecchymose, nécessite une approche avec beaucoup de prudence.

C'est pourquoi, à moins que l'examineur soit informé de ces problèmes potentiels, la création d'un profil de morsure peut aboutir à une mauvaise évaluation de l'identité du coupable.

Les distorsions produites par les variables de la peau peuvent être d'une telle ampleur que la prédiction des caractéristiques de la dentition issue de la marque de morsure peut être faussée et imprudente.

Il est alors judicieux d'associer cette analyse à l'étude d'autres preuves telles que :

- la présence d'ADN
- la corroboration du récit de la victime et des témoins potentiels

IV) LES METHODES D'IDENTIFICATION

Comme nous avons pu le voir auparavant, la plupart des morsures se déroule dans le cadre de la famille, avec le chien de la maison. L'agresseur est alors connu.

Mais qu'en est-il lorsque la victime s'est fait mordre dans un lieu public, par un chien complètement inconnu ? Comment identifier le chien mordeur afin de connaître son propriétaire qui devra assumer sa responsabilité vis-à-vis de son animal devant la loi ?

Il est également important de retrouver le mordeur afin de le mettre en quarantaine, pour savoir s'il est vecteur ou non de germes pathogènes tels que la rage, et dans le but d'analyser son comportement afin de prendre les meilleures décisions quant aux suites pour l'animal.

C'est pourquoi certains chirurgiens dentistes spécialisés dans l'odontologie médico-légale et des vétérinaires, sont amenés à travailler de pair afin d'identifier le chien mordeur. [5]

Nous allons présenter quelques-unes de ces méthodes d'identification.

IV-1) IDENTIFICATION COMME MORSURE DE CHIEN[8]

Cette première examination de la lésion est importante. En effet certaines marques peuvent présenter la forme d'un arc et peuvent être prises à tort pour des marques d'indentation. L'inverse est également possible.

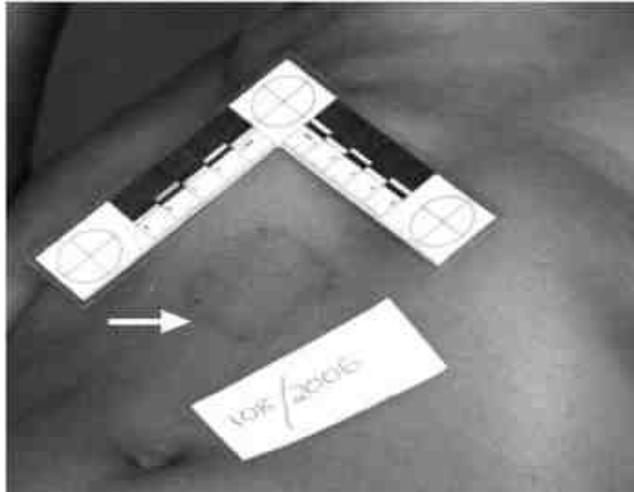


Figure N° 37 : lésion ressemblant à une marque de morsure. D'après [8].

IV-1-1) analyse de la lésion

Le profil général de l'empreinte, sa forme et sa taille doivent être compatibles avec des arcades dentaires. Cependant, vu l'importante variété de races de chiens, qui va du petit Chihuahua à des chiens tels que le Mastiff, il est difficile de standardiser un profil général de marque de morsure canine.

Différents termes permettent d'établir le degré de confiance qui nous permet de dire qu'une blessure est ou non bel et bien une morsure. [28]

- Marque de morsure possible :

C'est le cas lorsqu'une blessure possède un profil qui peut ou non correspondre à des marques de dents. La probabilité que cette blessure ait été causée par d'autres facteurs ne peut pas être écartée. On identifie alors une forme et une taille globalement cohérentes avec une arcade dentaire mais les critères distinctifs, tels que des marques de dents, sont absents, incomplets ou déformés. Ce terme est également utilisé lorsque des marques comparables à des indentations sont présentes mais qu'il n'existe aucune configuration en forme d'arcade dentaire.

- Marque de morsure probable :

La blessure suggère fortement une origine dentaire mais pourrait fort bien avoir été causée par autre chose. La blessure montre quelques caractéristiques de dents disposées et arrangées en forme d'arc.

- Marque de morsure certaine :

Il n'existe aucun doute, la blessure a été créée par des dents, d'autres possibilités ont été envisagées mais exclues. Les blessures illustrent de manière concluante des arcades

dentaires avec un arrangement approprié. Elle est alors reconnaissable comme une impression laissée par une dentition.

Il est donc indispensable de connaître la dentition canine afin de définir si de telles blessures proviennent d'un mordeur canin ou non.

Il s'agira alors de repérer au niveau de la zone lésée : [8]

1- La forme globale de la blessure.

Celle-ci devra présenter un rapport de taille (longueur x largeur) cohérent avec une mâchoire de chien.

2- La présence de marques reconnaissables et individualisables, de différents degrés d'ecchymose pouvant correspondre à des marques dentaires.

3- Les aspects de chacune des marques individualisables.

Détaillons quelque peu ces étapes.

1- Dans la plupart des cas de morsures, on pourra identifier 2 traces individualisées en forme d'arcs plus ou moins réguliers, correspondant aux empreintes des mâchoires supérieures et inférieures.

Selon la race du chien mordeur et sa morphologie faciale, les marques seront plus ou moins espacées, nous renseignant sur l'amplitude relative d'ouverture de l'animal.

2- Au sein de ces lésions en forme d'arc de cercle, il faudra alors repérer s'il existe ou non des indentations bien délimitées correspondant aux dents ayant imprimées la peau. De manière générale, lorsque la morsure n'est pas trop sévère, le chien vient pincer la peau de sa victime. On pourra alors repérer des marques d'indentations de canine à canine au niveau de chaque arc. Et entre ces perforations cutanées permettant une bonne prise de la proie, six indentations moins profondes pourront apparaître moins nettement. Elles correspondent alors aux incisives de l'animal. Lorsque la prise se fait à pleine dent, c'est que l'intensité de la morsure est très importante. Nous aurons donc affaire à des blessures beaucoup plus délabrantes, qui seront alors plus difficiles à identifier du fait des pertes de substances.

3- Les morsures canines ont un aspect assez typique. En effet, l'anatomie dentaire et notamment celle des crocs va entraîner lors d'une morsure la formation de plaies caractéristiques qui permettront aux scientifiques d'identifier la blessure comme une réelle morsure de chien.

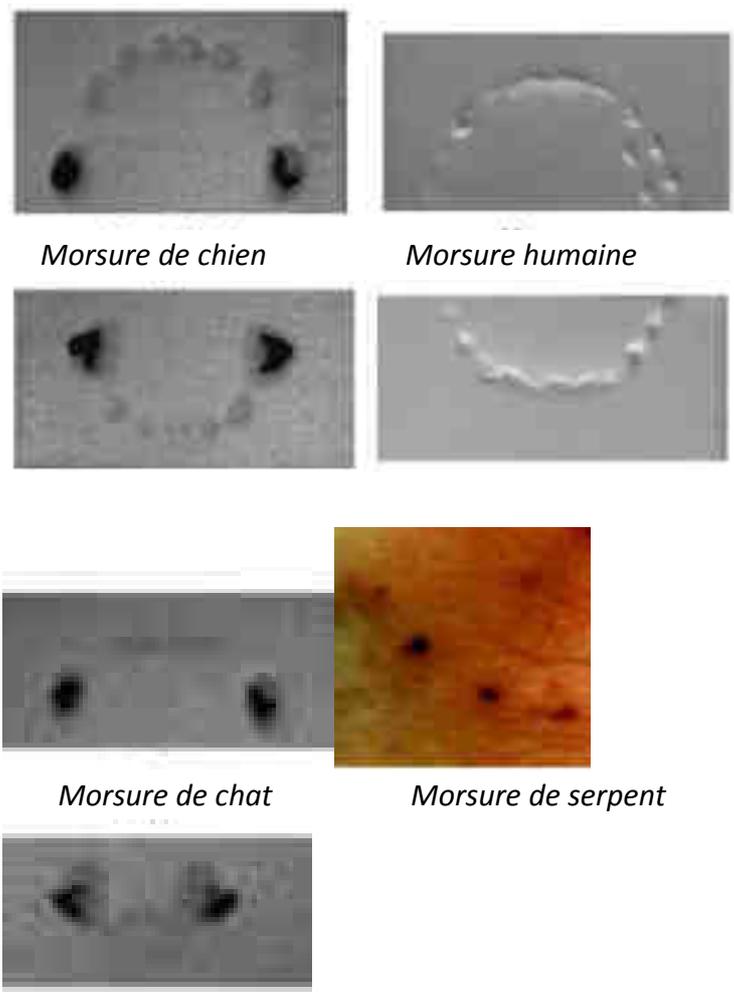


Figure N° 38 : Indentations de marques de morsures réalisées par un chien, un homme, un chat et un serpent. D'après [42].

En étudiant bien ces photos, on s'aperçoit rapidement que dans la plupart des morsures canines, des plaies punctiformes et assez profondes apparaissent. Ces plaies, entourées d'un halo ecchymotique, correspondent aux indentations laissées par les crocs de l'animal.

Des marques d'aspect similaire sont également identifiables lors de morsures par un chat ou un serpent. Lors d'une morsure, les crochets du serpent peuvent perforer la peau et laisser des indentations punctiformes. On remarque cependant qu'entre ces deux perforations cutanées il n'existe aucune autre contusion, marque ou indentation présentes, ce qui nous incite alors à penser que la morsure n'est pas d'origine canine.

En ce qui concerne les morsures de chat, la distinction est plus complexe, et la taille de la blessure n'est pas un critère purement caractéristique car les petits chiens peuvent avoir des mâchoires de dimensions comparables à celles d'un chat. Le chat possède lui aussi deux crocs assez acérés et six incisives par arcade. C'est donc en se

penchant plus précisément sur la zone blessée que l'expert pourra faire la distinction entre mâchoires de chien ou de chat. En effet la courbure antérieure de l'arcade dentaire d'un chat est très peu prononcée. Ses six incisives sont quasiment alignées sur une ligne droite, contrairement au chien qui possède une courbure plus prononcée. [42]

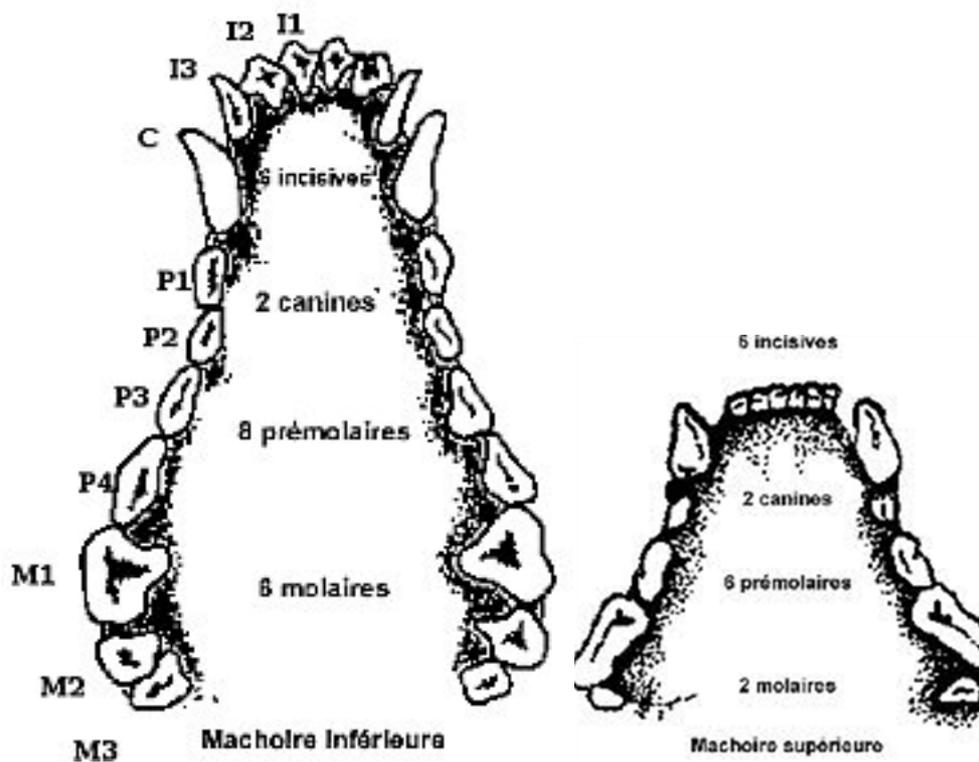


Figure N° 39 : Vue occlusale d'une mâchoire inférieure de chien. Figure N° 40 : Vue occlusale d'une mâchoire supérieure de chat.

C'est donc ce critère qui peut permettre à l'expert, si la lésion est suffisamment nette, de différencier une morsure canine de celle d'un chat.

Qu'en est-il maintenant des cas de morsures humaines. Il existe de grandes différences entre les arcades dentaires canines et humaines, telles que la taille, la forme, l'anatomie dentaire. La distinction est alors plus aisée. On peut effectivement constater qu'une morsure humaine a une forme globalement plus circulaire avec un aspect régulier au niveau de ses indentations, indiquant que toutes les dents du mordeur ont toutes plus ou moins la même hauteur. De plus l'homme ne possède que quatre incisives par arcade, ce qui nous apporte un autre critère de différenciation.

Cependant il faut garder à l'esprit que, si sur ces photos nous distinguons très clairement les différences d'aspects et de formes, lors d'une réelle morsure

(accompagnée des mouvements de l'agresseur et de la victime), les lésions sont beaucoup moins précises, nettes et sont associées à des réactions cutanées type contusions ou distorsions. Ceci complique alors considérablement le travail de l'expert.

IV-1-2) identification du type de chien

Une fois que la lésion a été définie comme morsure canine, il va s'agir de préciser le type du chien mordeur, c'est-à-dire si possible, de déterminer l'âge, le gabarit et éventuellement la race de l'agresseur.

Lorsque l'on examine une morsure de petite dimension, deux cas sont possibles. Soit la morsure a pu être affligée par un petit chien adulte, soit par un chiot d'une race canine plus imposante. C'est à ce moment qu'entre en jeu la connaissance de l'anatomie dentaire et des dates d'éruption chez le chien. En effet, si au niveau de la marque de morsure il est constaté une incohérence entre le nombre d'indentations présentes et une dentition normale de chien, cela peut être expliqué par le fait que la dent qui aurait dû laisser sa marque au niveau de la blessure, n'est pas ou plus présente sur l'arcade.

Dans le cas de jeunes chiens, dont l'évolution dentaire peut se faire jusqu'au 7^{ème} mois, l'identification de la dent non présente sur l'arcade peut nous renseigner sur une tranche d'âge approximative du mordeur.

	Dates d'éruption et de remplacement des dents	
	Dents de lait	Dents définitives
Incisives	Coin (i3) : 25 jours Mitoyenne (i2) : 28 jours Pince (i1) : 30 jours (éruption terminée à 6 semaines)	Pince (I1) : 4 mois Mitoyenne (I2) : 4-5 mois Coin (I3) : 5 mois (éruption terminée à 5 mois)
Canines	21 jours	A partir de 4-5 mois (le remplacement est terminé à 7 mois)
Première prémolaire		4-5 mois
Autres prémolaires	4-6 semaines	5-6 mois
Molaires		Première molaire : 4-5 mois Deuxième molaire : 5-6 mois Troisième molaire : 6-7 mois

Tableau N° 5 : Tableau récapitulatif des dates d'éruption des dents du chien. D'après [38].

Cependant, l'absence d'une indentation peut également avoir d'autres explications. La dent a pu être perdue par un chien adulte suite à une parodontite ou un traumatisme, ou être restée incluse. Dans ces trois cas, l'absence d'indentation deviendra un critère sélectif si une analyse comparative entre la dentition d'un potentiel mordeur et la marque de morsure est réalisée.

Théoriquement, afin de savoir plus précisément s'il s'agit d'un chien adulte de petit gabarit, nous pourrions étudier les indentations présentes et voir si l'on trouve des formes compatibles avec des dents qui auraient subi un phénomène d'usure plus ou moins important. En réalisant un moulage de la morsure à l'aide d'un silicone de grande précision, nous pourrions obtenir un modèle inversé. En étudiant les profils des bords incisifs, il serait alors possible de se faire une idée de l'âge du mordeur. Si les bords libres sont tous trilobés, c'est que les dents ont subi peu d'usure et donc que le chien doit être assez jeune. S'il existe des érosions au niveau de ces bords, nous pourrions nous appuyer sur le tableau suivant pour établir l'âge du mordeur.

	PINCE	MITOYENNE	COIN
15 mois	Usure à la mandibule		
18 mois	Nivellement à la mandibule	Usure à la mandibule	
2 ans ½	Usure au maxillaire	Nivellement à la mandibule	
3 ans ½	Nivellement au maxillaire	Usure au maxillaire	
4 ans ½		Nivellement au maxillaire	
5 ans			Usure à la mandibule
6 ans			Nivellement à la mandibule

Tableau N° 6 : Tableau indicatif des niveaux d'usure des incisives du chien en fonction de l'âge.

Cependant cette notion est très approximative car l'usure dentaire dépend de nombreuses conditions environnementales telles que l'alimentation. De plus, les propriétés biomécaniques de la peau rendent cet enregistrement très complexe et peu précis du fait des œdèmes et distorsions cutanées post-morsure. Ce type de technique s'avère donc être réalisable dans des cas d'études, où les morsures sont simulées dans des matériaux tels que la cire ou la peau de cadavre, mais dans une analyse d'un réel cas de morsure, cela semble difficile. Les distorsions cutanées et le saignement de la plaie ne permettraient pas

suffisamment de précision d'enregistrement de la marque de morsure in vivo, ce qui rend alors caduque cette méthode d'investigation.

Revenons à notre absence d'indentation.

Elle ne permet pas toujours d'identifier le responsable de la morsure. Cette absence d'enregistrement de contact peut tout simplement être liée aux propriétés physiques cutanées qui ont fait que la peau n'a pas imprimé le contact dentaire. Ainsi l'analyse de la morsure peut largement se compliquer.

La taille des arcades peut également apporter son lot d'informations. Vu que dans la plupart des cas de morsures, les indentations les plus fréquemment retrouvées et les plus nettes sont celles laissées par les dents antérieures, il est alors judicieux de se baser sur les dimensions antérieures des arcades. C'est d'ailleurs pour cela que dans la littérature, la majorité des recherches effectuées sur l'analyse des marques provenant d'une morsure de chien, sont basées sur un paramètre d'investigation bien précis : la distance intercanine.

Nous allons nous appuyer sur une étude brésilienne, publiée très récemment, afin de montrer la corrélation qu'il existe entre la distance intercanine, et donc par extension, la dimension des arcades dentaires, et le gabarit ou poids du chien. [49]

Cette étude s'est appuyée sur un échantillon de 50 chiens de races, tailles et poids différents.

Pour qu'aucune considération sur la race n'influence cette recherche, les chiens de cet échantillon ont été considérés comme de « race indéfinie ». Du fait de la grande variété de taille au sein de l'espèce canine, les animaux ont été classés en fonction de leur taille, en prenant en compte leur poids de la manière suivante et en accord avec la classification proposée par Goldston et Hosking :

- Petite taille (pour les animaux dont le poids $p \leq 9,0$ kg ; $n=14 \Rightarrow 28\%$ de l'échantillon)
- Taille moyenne ($9,1 \leq p \leq 23,0$ kg ; $n=29 \Rightarrow 58\%$ de l'échantillon)
- Grande taille ($23,1 \leq p \leq 40,0$ kg ; $n=6 \Rightarrow 12\%$ de l'échantillon)
- Très grande taille ($40,1$ kg $\leq p$; $n=1 \Rightarrow 2\%$ de l'échantillon)

Des mesures, exprimées en millimètres, ont été prises directement en bouche sur ces animaux préalablement sédatisés, à l'aide d'un étrier. La distance intercanine a été effectuée entre les pointes cuspidiennes des crocs maxillaires et mandibulaires. Puis une étude statistique a été effectuée grâce au logiciel BioEstat 4.0.

Nous en avons tiré les résultats suivants :

Pour les 50 chiens, la moyenne de poids était de 14,3 kg avec une déviation standard de 8,2.

Le plus petit chien pesait 4,9 kg et le plus gros 46,0 kg.

Les valeurs nous intéressant sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

CHIENS				MOYENNES		
Taille	Poids (kg)	Nombre	Pourcentage (%)	Poids (kg)	Distance intercanine (mm)	
					maxillaire	mandibule
petite	$p < 9,0$ kg	14	28	7,3	29,0	25,5
moyenne	$9,1 \leq p \leq 23,0$ kg	29	58	13,8	34,9	30,7
grande	$23,1 \leq p \leq 40,0$ kg	6	12	27,6	47,2	39,7
très grande	$40,1 \text{ kg} \leq p$	1	2	46	65,3	45,1

Tableau N° 7 : Distribution de l'échantillon de chien selon la fréquence, les pourcentages et les moyennes de poids et de distance intercanine au maxillaire et à la mandibule. D'après [49].

Une corrélation a été trouvée entre le poids de l'animal et la distance intercanine à la fois au maxillaire et à la mandibule, comme nous le montre la figure suivante.

Poids (kg)

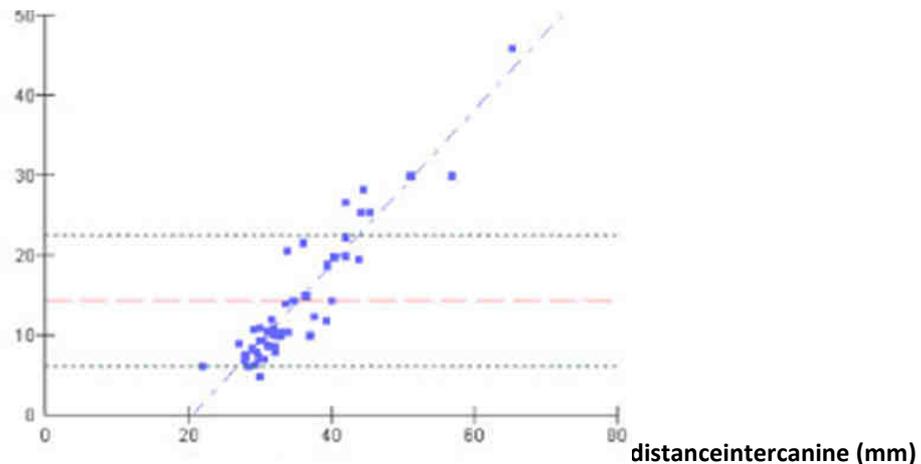


Figure N° 41 : Corrélation entre la distance intercanine et le poids du chien. D'après [49].

Ainsi donc, grâce à cette étude, nous pouvons dire que les dimensions des marques de morsures nous renseignent sur le gabarit du chien mordeur et nous permettent d'avancer dans nos investigations. Cependant il faut garder à l'esprit que de telles mesures ne peuvent pas être aussi précises au niveau d'une zone cutanée mordue : les propriétés de la peau, les mouvements de la victime ainsi que de l'agresseur compliquent considérablement nos analyses.

Penchons-nous maintenant sur la potentielle identification de la race du chien mordeur. Il arrive que certains troubles de l'occlusion soient typiquement liés à une race canine, puisqu'ils sont rencontrés quasiment exclusivement chez celle-ci. [52]

C'est par exemple le cas chez les Sharpei. En effet, compte tenu de l'excès de masse labiale inférieure et de l'enroulement de cette lèvre (« tightlipsyndrom »), on se retrouve en présence d'une force centripète qui va agir sur l'arcade inférieure de ces chiens. Cela entrainera alors un recul de cette arcade (d'où la rétrognéie généralement retrouvée chez les Sharpei), mais également une modification de la partie antérieure de l'arcade mandibulaire. Celle-ci possède alors un profil assez rectiligne voire même inversé, avec un alignement incisif de forme concave.

Un autre exemple peut être pris chez le Shetland (ou Sheltie).

Un des crocs supérieurs, voire les 2, présente une position semi-horizontale, parfois même, il reste partiellement inclus en raison de sa direction trop mésiale qui entraîne alors un contact avec le coin par sa cuspide. Croc et coin forment alors un bloc ne permettant plus le passage du croc inférieur qui se vestibule rapidement (« défenses de phacochère »).

Si ces types de malocclusion se retrouvent au niveau de l'empreinte d'une morsure, nous pourrons alors associer cette blessure à une race précise.

Cependant ces remarques sont très subjectives et servent juste à nous orienter dans l'identification du chien mordeur. Des techniques d'analyses plus précises sont nécessaires et font alors appel à des études comparatives entre les lésions présentes sur les victimes et les arcades dentaires du chien suspecté de l'agression.

C'est ce que nous allons commenter dans les parties qui suivent.

IV-2) ANALYSES COMPARATIVES DE LA LESION CUTANEE ET DE L'ARCADE DENTAIRE DU CHIEN

Ce type d'analyse est utilisé lorsqu'un ou plusieurs mordeurs sont suspectés. L'investigation se base alors sur la comparaison de caractéristiques précises entre la marque de morsure et la dentition du potentiel agresseur.

Ce principe d'interprétation des marques de morsures se base sur deux hypothèses. La première est que chaque dentition est unique, et la seconde, que la peau enregistre chaque caractéristique avec suffisamment de fidélité pour permettre d'identifier, incriminer ou disculper un suspect. [16]

Afin d'établir l'identité du mordeur, il faut se baser sur un grand nombre de caractéristiques communes. De nombreuses recherches se sont penchées sur ce sujet afin de déterminer le nombre de critères communs minimums requis afin de valider une identification à partir

d'une marque de morsure, mais en vain. La diversité des réactions cutanées et des profils de morsure est une variable trop grande pour permettre d'établir un schéma type d'investigation. Les odontologistes médico-légaux s'appuient donc souvent sur leur expérience professionnelle et leur pratique afin de définir si oui ou non il existe une correspondance entre une morsure et la dentition d'un suspect. [44]

Nous allons maintenant nous intéresser aux techniques d'analyses comparatives les plus répandues.

IV-2-1) forme global de l'arc

L'analyse des indentations au niveau de la morsure par rapport à la dentition du suspect peut être définie comme une comparaison de la forme des arcades dentaires, des relations inter et intra-arcades et des caractéristiques individuelles de chaque dent.

Il s'agit dans un premier temps de repérer les caractéristiques évidentes telles que les alignements dentaires, les diastèmes, les dents manquantes, les dents surnuméraires, les asymétries et les dents en rotation.

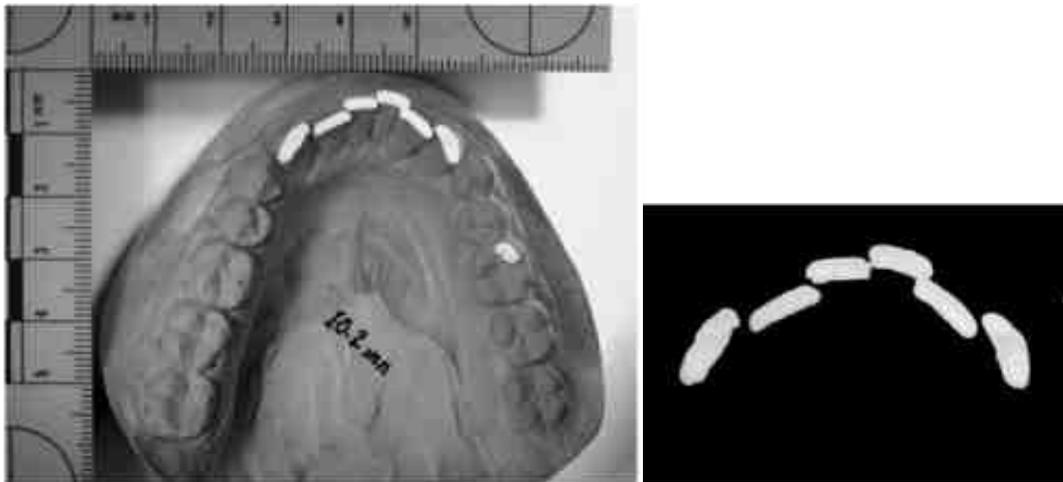
La technique la plus souvent utilisée est celle de la comparaison par superposition de calques. [8]

Après avoir créé des modèles d'étude de la dentition de notre suspect et pris des clichés photographiques en accord avec les recommandations de l'ABFO [28] (American Board of Forensic Odontology), une reproduction de son profil dentaire est réalisée sur un calque transparent représentant alors ses surfaces occlusales.

Différentes méthodologies sont réalisables afin d'obtenir ce calque représentant les contours dentaires du suspect.

Nous citerons notamment : [28]

- Le tracé direct à partir du modèle du suspect
- Le tracé indirect à partir d'une photographie du modèle du suspect
- La capture numérique de l'image obtenue sous illumination Ultra-Violet suite à l'application d'encre sur les bords incisifs du moulage du suspect



Figures N° 42 et N° 43 : Contours incisifs des dents antérieures marqués par de l'encre et photographiés sous une illumination Ultra-Violet. D'après [45].

Puis ce calque est apposé soit sur la blessure elle-même, ou le plus souvent sur une photographie prise à l'échelle 1:1, et le processus de comparaison peut débuter.

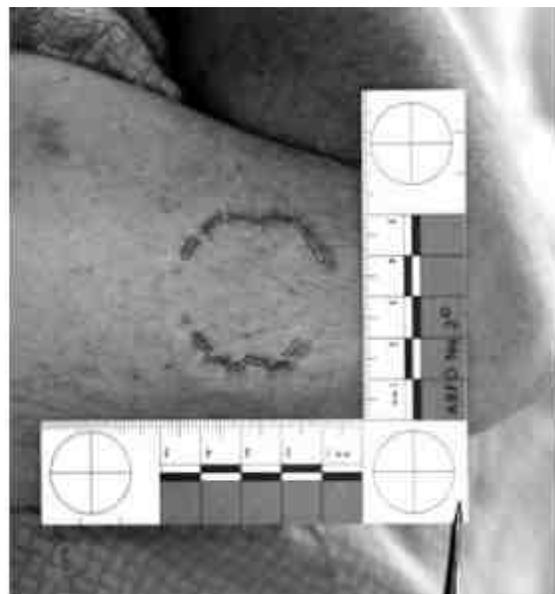


Figure N° 44 : Superposition du calque de la dentition sur la morsure. D'après [16].

Grâce à ces techniques de superposition, l'expert détermine alors s'il peut exister une correspondance entre les dimensions et formes globales des arcades (en U, en V) imprimées au niveau de la peau de la victime et le profil dentaire du suspect. S'il existe une ou plusieurs

dents manquantes chez le suspect, le calque permet de vérifier l'absence d'indentations correspondantes au niveau de la blessure et de voir si les localisations sont compatibles.

Un autre procédé de comparaison s'offre à l'expert. Plutôt que de créer un calque à partir d'un moulage ou d'une photographie de la dentition du suspect et afin de se placer dans des conditions plus proches de celles de l'agression et donc moins statiques qu'une photographie, l'expert peut faire mordre le suspect dans un substrat tel que de la cire ou de la mousse de polystyrène. Une fois cette morsure simulée, son profil pourra être comparé à celui présent au niveau de la morsure selon les mêmes critères que précédemment, c'est-à-dire la comparaison des dimensions, présence ou absence d'indentations...

A ce niveau de l'analyse scientifique, l'expert peut également se pencher sur l'amplitude d'ouverture buccale du chien suspecté de morsure. La mesure de l'ouverture maximale du chien pourra alors être comparée à la distance séparant les deux traces d'arcades dentaires présentes au niveau de la blessure. Puis l'odontologiste médico-légal devra définir si ces deux mesures sont compatibles ou non. Cependant cette dernière technique peut être biaisée. En effet, vu les propriétés élastiques de la peau, même un chien avec une petite amplitude d'ouverture peut engendrer une morsure qui présente deux traces d'arcades relativement espacées.

Ces analyses comparatives décrites dans ce paragraphe restent très subjectives car elles sont entièrement soumises à l'œil critique de l'expert. De plus, de nombreuses variations et déformations cutanées peuvent perturber ces analyses en créant des profils de morsures modifiés qui peuvent induire l'expert en erreur. [44]

IV-2-2) mesure de la distance canine et étude de la rotation des dents antérieures

La comparaison des marques de morsure avec les dentitions des différents suspects doit être considérée comme une analyse scientifique dans laquelle un degré de concordance est démontré ou rejeté, et non une procédure grâce à laquelle un suspect est reconnu coupable ou non.

En effet, de nos jours, lors notamment de procédures judiciaires, les juges et jurés demandent aux experts d'apporter un niveau de preuve, un degré de fiabilité de leurs analyses. La nécessité d'un système d'investigation objectif s'est alors imposée aux odontologistes médico-légaux et ces derniers ont donc mis en place de nouvelles techniques et procédures afin d'ajouter, à chaque étape de l'analyse des morsures, des preuves confirmant ou infirmant la concordance entre morsure et suspect, introduisant ainsi les notions de probabilité de culpabilité et de niveau de certitude.

Différentes procédures ont donc été développées par les experts en odontologie médico-légale en accord avec les directives et recommandations de l'ABFO.

Nous allons nous pencher sur l'une de ces techniques. Cette analyse des marques de morsures retrouvées sur la peau des victimes est basée sur 4 étapes : [8]

- 1- La détermination de la marque comme étant une marque de morsure canine.
- 2- La comparaison du profil global de la morsure avec les arcades supérieures et inférieures du suspect.
- 3- Une analyse métrique et angulaire de critères et caractéristiques spécifiques présents au niveau de la morsure (distance intercanine et rotation des dents antérieures)
- 4- Une comparaison de ces mesures avec une base de données démographiques pertinentes.

En ce qui concerne les deux premières étapes, elles ont déjà été décrites précédemment. Nous ne reviendrons donc pas sur leur déroulement. Cependant, ce qu'il faut noter, c'est qu'à l'issue de celles-ci, l'expert en odontologie médico-légale établit déjà un premier niveau de concordance potentielle entre la morsure et le mordeur présumé. Ce premier rapport d'expertise va ensuite être approfondi grâce aux techniques développées dans les étapes 3 et 4 afin d'apporter à cette analyse un degré de fiabilité.

L'étape 3 correspond à l'analyse métrique et angulaire.

Selon les morsures, leur aspect et leur netteté, différentes caractéristiques peuvent être repérées, analysées et mesurées au niveau de la lésion cutanée.

Dans la plupart des cas, les experts s'intéresseront aux distances intercanines maxillaires et mandibulaires et aux positions de chaque dent par rapport aux dents avoisinantes, définissant ainsi des angles de rotation plus ou moins importants. En effet, au sein de la dentition canine, comme chez l'homme, les dents antérieures ont des valeurs numériques de rotation spécifiques. Au niveau des marques de morsures, qui présentent de nombreuses indentations plus ou moins angulées, nous retrouverons généralement les surfaces incisives de la dentition du suspect, reflétant les valeurs de rotation de ses dents au sein de ses arcades.

Les angles de rotation dentaire correspondent aux angles formés par les deux droites reliant les points mésiaux et distaux de deux dents adjacentes. Si la rotation du bord mésial se fait dans la direction du vestibule, la rotation est considérée comme positive. Si celle-ci se fait en direction de la langue, la valeur de la rotation est alors négative. [9]

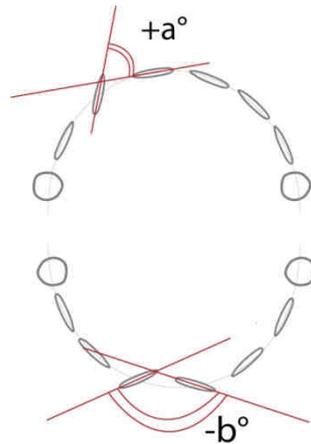


Figure N° 45 : Schéma définissant les angles de rotation positifs et négatifs.

Les rotations des dents antérieures peuvent résulter de traumatisme, de troubles de la relation entre la taille des dents et celle des arcades (désordres dento-mandibulaires), d'alignement incisif tardif, de parodontites sévères ou encore d'autres conditions pathologiques telles que des agénésies dentaires. C'est pourquoi la mesure précise de chaque rotation dentaire permet d'établir une correspondance entre les indentations de la morsure et la dentition du suspect. [9]

En ce qui concerne les valeurs métriques des distances intercanines, une précision doit être apportée. En effet chez le chien, les crocs sont très longs et possèdent une certaine orientation compatible avec leur type d'occlusion.

Pour éviter de biaiser ces mesures, différentes distances intercanines sont alors enregistrées : [42]

- La largeur maximale canine qui est mesurée entre les points les plus distaux de croc à croc
- La distance des pointes canines prise au niveau des pointes cuspidiennes
- Et la distance intercanine minimale prise entre les points les plus mésiaux de canine à canine qui se situent au niveau de l'émergence des crocs de la gencive

Les deux mesures les plus couramment utilisées sont les deux dernières. Si l'on examine une morsure superficielle faite par un chien, la distance entre les pointes cuspidiennes a plus de chance de correspondre à la distance intercanine que l'on peut mesurer au niveau de la blessure.

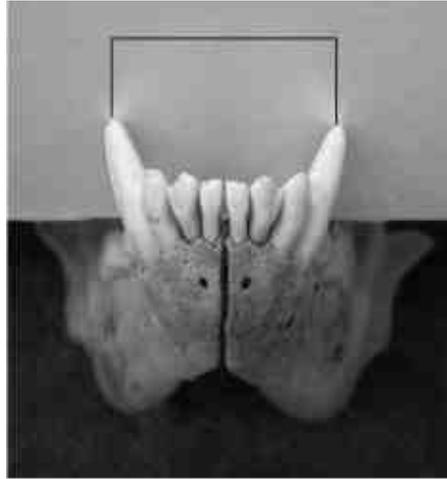


Figure N° 46 : Représentation de la distance intercanine mesurée dans les cas de morsures superficielles. D'après [42].

Cependant, si la morsure est plus profonde, la distance intercanine minimale est plus susceptible d'être la mesure la plus précise et la plus en corrélation avec la lésion.

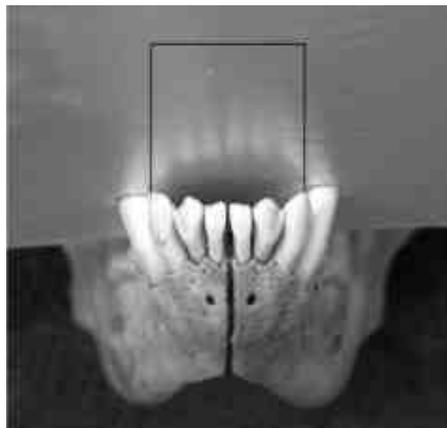


Figure N° 47 : Distance intercanine mesurée dans les cas de morsures profondes. D'après [42].

On voit clairement que la distance mesurée entre les indentations laissées par les crocs ne peut correspondre avec la distance des pointes canines.

Afin d'obtenir des valeurs métriques et angulaires précises, des photographies de la morsure et des moulages issus de la dentition du suspect sont prises conformément aux directives de l'ABFO [28]. Ces clichés sont ensuite transférés et traités par un logiciel informatique (tel que AnalySis 3.0 [9]) afin d'assister l'analyse métrique des différentes caractéristiques, une fois que l'opérateur a sélectionné tous les points appropriés. Le logiciel va alors fournir la liste

des mesures métriques et angulaires à la fois pour la marque de morsure et pour les moulages de la dentition du suspect.

La comparaison de ces valeurs ainsi obtenues nous permettra de voir s'il existe ou non une correspondance entre la morsure et le potentiel mordeur.

Mais cette analyse scientifique ne s'arrête pas là. Afin de définir un certain degré de certitude qui permettra à l'expert de délivrer ses conclusions sur son analyse comparative, une dernière étape est requise. Elle correspond à la comparaison des caractéristiques métriques et angulaires de la morsure avec une base de données constituée de dentitions d'un grand nombre de chien.

Pour chaque caractéristique sélectionnée et analysée, une évaluation de sa fréquence d'apparition au sein d'une population canine donnée est effectuée, permettant ainsi de définir si ces caractéristiques ont un caractère commun, rare ou très rare. [8] [9]

Ainsi, il a été défini en accord avec la classification d'Allan :

- Si $x < 1$, l'évènement est considéré comme très rare
- Si $1 \leq x \leq 5$, l'évènement est considéré comme rare
- Si $5 < x$, alors l'évènement est commun

Avec x le nombre de fois où la caractéristique est présente chez 100 individus.

Grace à cette comparaison, il est aujourd'hui possible d'estimer la probabilité d'apparition des degrés de rotations dentaires et des valeurs de distances intercanines avec un bon niveau de certitude, permettant ainsi d'appuyer ou d'invalider une relation entre suspect et morsure au cours d'un procès.

Même lorsque les marques de morsure sont causées par un nombre limité de dent, ou qu'une seule petite zone d'indentation est suffisamment claire, cette technique peut permettre l'identification du mordeur. En effet, en absence d'un grand nombre de caractéristiques présentes au niveau de la blessure, une seule caractéristique très prononcée et dont la fréquence d'apparition au sein de la population est très rare, peut avoir le même pouvoir discriminatoire que plusieurs caractéristiques communes reliant le chien à la morsure. [9]

Cette méthode d'analyse scientifique, en plus d'établir une correspondance entre la morsure et le mordeur, permet également de montrer que la probabilité qu'un autre individu crée une empreinte identique ou une combinaison de caractéristiques similaires est bien en dessous de tout raisonnable doute.

C'est pourquoi ce genre d'investigation, bien que pour le moment encore assez peu pratiqué, se développe de plus en plus afin d'apporter le niveau de preuve nécessaire et requis lors d'une procédure judiciaire en cas de blessure par morsure.

IV-2-3) les analyses comparatives en 3D et les avancées en matière de techniques scientifiques

Toujours dans cet idéal de recherche d'une technique d'analyse scientifique reproductible, objective et fiable dans le domaine des marques de morsures, des experts expérimentent de nouvelles méthodes d'investigation en accord avec les recommandations de l'ABFO.

Ces nouvelles techniques sont très sophistiquées et font intervenir des outils informatiques très perfectionnés.

La première étude que nous allons détailler est basée sur une analyse morphométrique des marques de morsures [47]. Elle a été développée sur un exemple de morsure humaine, mais une extension peut être faite aux morsures canines.

Ici, le profil de la blessure est considéré comme une figure géométrique dont l'aire et les facteurs de forme seront analysés et traités par programme informatique afin de les comparer aux caractéristiques de la dentition du mordeur suspecté.

Des clichés photographiques de la blessure et d'une morsure simulée dans de la cire par la dentition du suspect sont réalisés.

Puis sur chaque photographie, des lignes droites ont été dessinées passant par le rebord distal de chacune des 6 dents antérieures mandibulaires et par le pont de contact mésial des deux incisives centrales, réalisant ainsi une construction géométrique à 7 côtés.

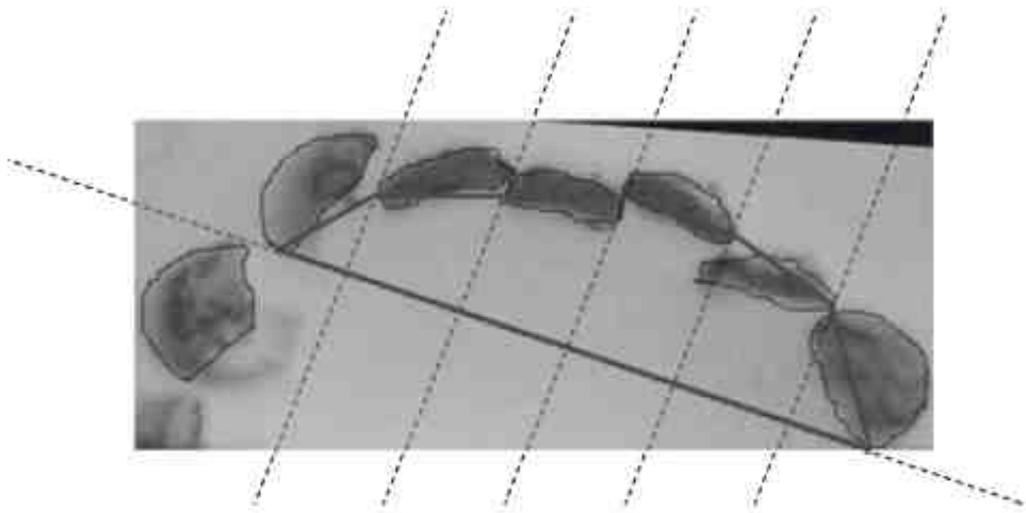


Figure N° 48 :Construction géométrique des 6 dents inférieures faite sur une marque de morsure humaine. D'après [47].

Le logiciel Facecomp va ensuite comparer les deux figures géométriques. Il va calculer et fournir les valeurs des différents paramètres suivants :

- Distances absolues
- Distances relatives
- Périmètres
- Facteurs de forme
- Aires des polygones obtenus

Dans cette étude, les scientifiques choisissent de se focaliser sur les valeurs des facteurs de forme et des surfaces géométriques, car elles sont les plus significatives.

Après des calculs d'algorithmes et la réalisation de régressions linéaires sur chacune des deux morsures, le logiciel va définir un degré de correspondance entre les deux empreintes. Deux coefficients de précision sont alors fournis par le logiciel pour chaque paramètre, indiquant le niveau de corrélation existant entre la morsure de la victime et le suspect.

Plus ces coefficients de précision tendent vers 1, plus cela signifie qu'il existe une très grande corrélation entre les facteurs de forme et les surfaces des deux morsures, donc qu'il existe une grande probabilité de lien entre la victime et le suspect.

Des valeurs seuil, issues de bases de données, ont été préalablement définies pour les coefficients de précision (CP) de cette étude :

- Seuil du CP₁ : 0,9632 pour les surfaces géographiques
- Seuil du CP₂ : 0,9218

- Seuil du CP₁ : 0,8756 pour les facteurs de forme
- Seuil du CP₂ : 0,7749

Les quatre coefficients de précision issus de notre comparaison et calculés par le logiciel, sont alors comparés aux valeurs seuils.

S'ils sont supérieurs aux valeurs seuils, alors l'expert peut conclure avec un haut niveau de certitude qu'il existe une très forte probabilité de correspondance entre la blessure et le mordeur suspecté. Tout raisonnable doute peut alors être écarté.

Cette technique d'investigation, bien que prometteuse, a tout de même ses limites. Elle est notamment conditionnée par la profondeur des marques imprimées au niveau de la peau ainsi que par leur netteté. Elle n'est donc pas toujours applicable.

Cependant cette étude, menée dans le but de définir quantitativement le profil des dents antérieures d'une arcade, soutient le fait que les analyses morphométriques assistées par ordinateur (en tant qu'aide supplémentaire apportée à l'étude morphologie des morsures) sont appliquées dans le but d'améliorer la précision et la fiabilité de l'identification d'un

suspect. Des études complémentaires [13], telles que des études morphométriques en 3 dimensions qui pourrait permettre de pallier au problème de profondeur des indentations [14], sont encore nécessaires pour perfectionner cette technique.

Bien que les preuves issues de marques de morsures sont admises et souvent acceptées aux Etats-Unis et dans d'autres systèmes de loi depuis un long moment, certains odontologistes médico-légaux et hommes de loi soulignent que les méthodologies d'analyse ne sont pas assez fiables et précises. Souvent basées sur des observations et comparaisons subjectives d'experts entre des images de morsure en deux dimensions et des modèles dentaires de suspects en trois dimensions, les techniques d'investigation utilisées jusqu'à aujourd'hui peuvent conduire à bon nombre de résultats biaisés faussant ainsi les conclusions de l'expert.

C'est dans le but d'apporter une certaine standardisation des méthodes d'investigation que plusieurs recherches sont menées de nos jours sur des techniques d'analyses assistées par ordinateur et se basant sur le principe de l'imagerie tridimensionnelle.

Différents programmes informatiques de comparaison 3D ont ainsi été développés, tels que le logiciel DentalPrint [40] ou encore le logiciel 3D Rugle 3 [10].

La méthodologie d'investigation que nous allons développer est basée sur l'utilisation de ce dernier.

Le but de cette étude est de développer une méthode d'imagerie 3D et un processus de comparaisons quantitatives entre des dentitions et des marques de morsures. Dans cet article [10], il s'agit de dentitions humaines, mais le principe reste le même pour des identifications de morsures canines.

Une blessure par morsure est un phénomène tridimensionnel où trois facteurs sont impliqués :

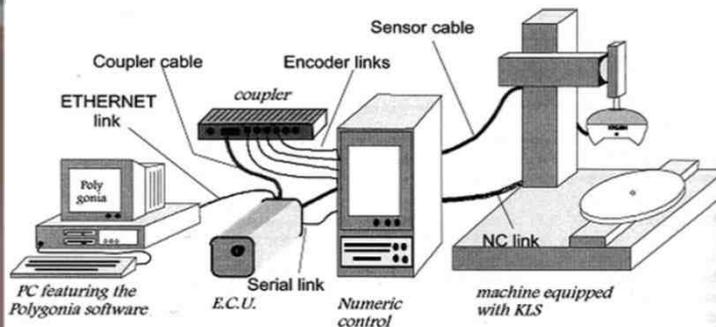
- La courbure de la peau
- La forme de la dentition du mordeur
- La profondeur des indentations

Ces différents facteurs ne pouvaient être réellement appréciés lors des analyses en deux dimensions des marques de morsures. Or dans cette technique, ils vont pouvoir jouer un rôle crucial dans le processus de comparaison et discrimination.

Ici, l'échantillon étudié se compose de 42 étudiants volontaires ayant contribué à l'élaboration de modèles d'étude en plâtre, et à la création de morsures simulées dans de la cire à partir de leur propre dentition.

Afin de faciliter le processus de numérisation, les indentations laissées dans la cire ont servi à créer des modèles inverses (modèles positifs) en silicone (matériau possédant une précision de $20 \pm 4 \mu\text{m}$).

Puis les modèles d'études et modèles inverses ont été scannés grâce au système FARO. Cet équipement de numérisation est un instrument de mesure de haute précision conçu initialement pour le contrôle de la qualité des dimensions dans l'industrie automobile. Il se compose d'un bras articulé entièrement automatisé et permettant de scanner toutes les faces des modèles.



Figures N°49 et N° 50 : Photographie du système de numérisation FARO et présentation schématique des Différents éléments nécessaires à la modélisation 3D de modèles de morsures. D'après [10] et [36].

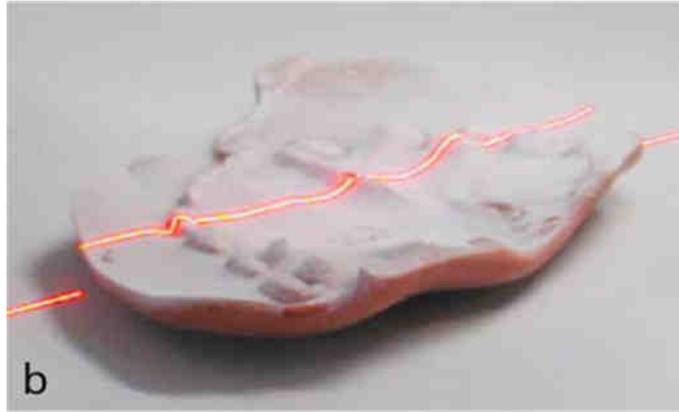


Figure N° 51 : Faisceau laser scannant la surface d'un modèle inverse. D'après [10].

Le système de numérisation, préalablement étalonné, fonctionne sur le principe de la triangulation de faisceaux laser. Les modèles à scanner vont être visualisés sous différents angles par 2 caméras, et les variations de hauteur du moulage seront perçues grâce aux changements de forme des faisceaux qui le balaient.

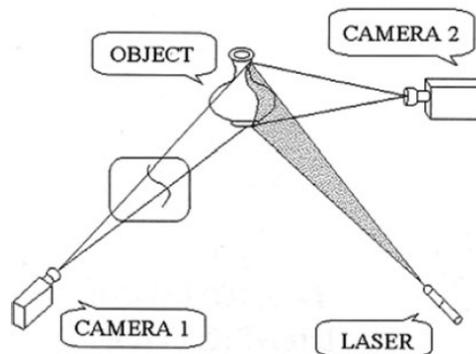


Figure N° 52 :Principe de la numérisation d'un objet. D'après [36].

L'image résultante, composée de milliers de polygones interconnectés, aura donc un profil qui correspond à la forme du modèle.

Une méthode systématisée a été développée pour chaque modèle permettant ainsi d'éviter que le faisceau laser ne passe deux fois au même endroit et produise une accumulation de points de données qui engendrerait une image floue.

Chaque image a ensuite été traitée grâce au logiciel ModelMarker selon les étapes suivantes :

- Suppression des données superflues
- Liaison des polygones entre eux
- Comblement des zones de manque de données
- Lissage des images



Figure N° 53 :Modélisation 3D d'un moulage dentaire humain. D'après [10].

La taille des zones de manque de données est comprise entre 50 et 500 points. En considérant que la numérisation de chaque modèle est composée d'environ 280 000 points, l'extrapolation des données n'a pas pénalisée la précision anatomique des surfaces scannées.

Les images ont ensuite été compressées (sans perte de précision) afin de pouvoir être transférées et visualisées dans le logiciel 3D Rugle 3 version 1.0. Ce logiciel d'affichage et de mesure d'imagerie 3D est principalement utilisé lors des procédures d'analyses faciales. Il permet notamment d'incliner chaque image afin de les aligner suivant l'axe des abscisses et des ordonnées et la ligne médiane. Il en résulte ainsi une orientation standard de chaque image.

Puis 42 repères sont placés sur chaque image :

- 30 au niveau des dents (seules les 5 premières dents de chaque quadrant, c'est-à-dire incisives, canines et prémolaires, sont utilisées), correspondant aux pointes cuspidiennes, points les plus mésiaux et distaux de chaque dent.
- Et 12 le long de la ligne médiane et de la ligne de référence. Ces points correspondent aux points d'intersection des lignes tracées à partir des points les plus distaux de chaque dent avec la ligne médiane.

La ligne de référence relie les pointes cuspidiennes les plus hautes des 2^{ème} prémolaires et la ligne médiane relie le centre de la ligne de référence et le point interincisif.

Le logiciel 3D Rugle 3 a permis un placement objectif des pointes cuspidiennes en localisant les valeurs z les plus hautes pour chaque dent. L'opérateur a quant à lui localisé les points les plus mésiaux et les plus distaux, limitant ainsi la marge d'erreur de cette analyse.

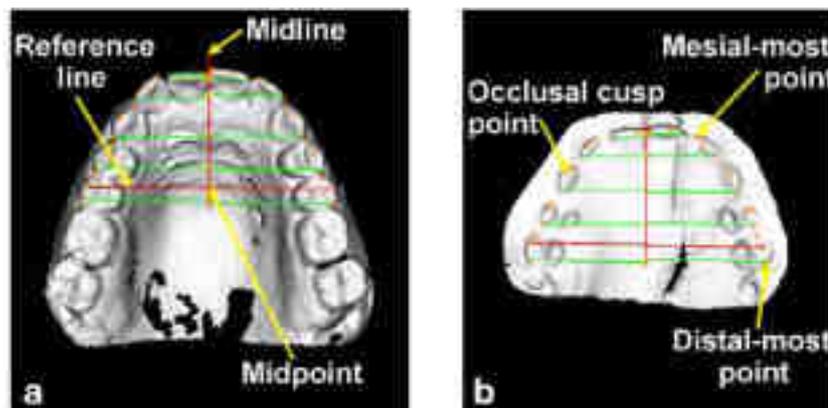


Figure N° 54 : Placement des 42 repères sur les images 3D d'un moulage d'étude et d'un modèle inverse. D'après [10].

Les variables suivantes ont ensuite été calculées en utilisant les coordonnées (x,y,z) de chaque repère, fournissant ainsi une description numérique de chaque modèle d'étude et de chaque modèle inverse :

- Courbure des arcades définies par les repères 1 à 30
- Longueur de chaque dent (du point le plus mésial au point le plus distal)
- 9 distances (du point 2 à chaque pointe cuspidienne la plus haute de chaque dent)
- 9 angles (formés par les segments allant du point 2 à chaque pointe de cuspide et la ligne médiane)

Puis des comparaisons ont été effectuées entre chaque variable de chaque modèle.

Au total, 1764 combinaisons (42x42) ont été testées dans le but de trouver ou non une correspondance entre les modèles « mordeurs » et « mordus ». Sur les 1764 combinaisons possibles, 42 sont caractérisées par une correspondance entre « mordeur » et « mordu » notée [C+] et pour les 1722 autres combinaisons, il n'existe pas de correspondance [C-]. Cependant, du fait des distorsions produites au niveau de la cire lors du processus de morsure (que l'on peut assimiler, lors des réels cas de morsures, à la distorsion cutanée), il va exister des variations entre une morsure et la dentition qui l'a créée.

Pour chaque comparaison, les différences absolues entre les variables des modèles « mordeurs » et celles des modèles « mordus » ont été enregistrées. Ces différences

absolues reflètent la proximité, le degré de correspondance entre la dentition du mordeur et la marque de morsure avec laquelle elle est comparée.

Puis le logiciel va combiner toutes les variables de différentes manières et en faire ressortir des algorithmes. Pour chacune de ces combinaisons mathématiques, une valeur seuil va être calculée, permettant de classer, pour chaque modélisation algorithmique, les résultats comme « indiquant une correspondance » (noté [R+]) ou « n'indiquant pas une correspondance » (noté [R-]) entre les moulages.

Malheureusement, comme dans la plupart des tests, les distributions des résultats des vraies « correspondances » [C+] et des vraies « non correspondances » [C-] présentent une zone de chevauchement en fonction de l'algorithme utilisé. Tout choix de valeur seuil va alors conduire à des erreurs de classification. Certaines combinaisons [C+] seront classées [R-], d'autres seront considérées [R+] alors qu'il n'existe pas réellement de correspondance, donc qu'elles sont [C-]. [22]

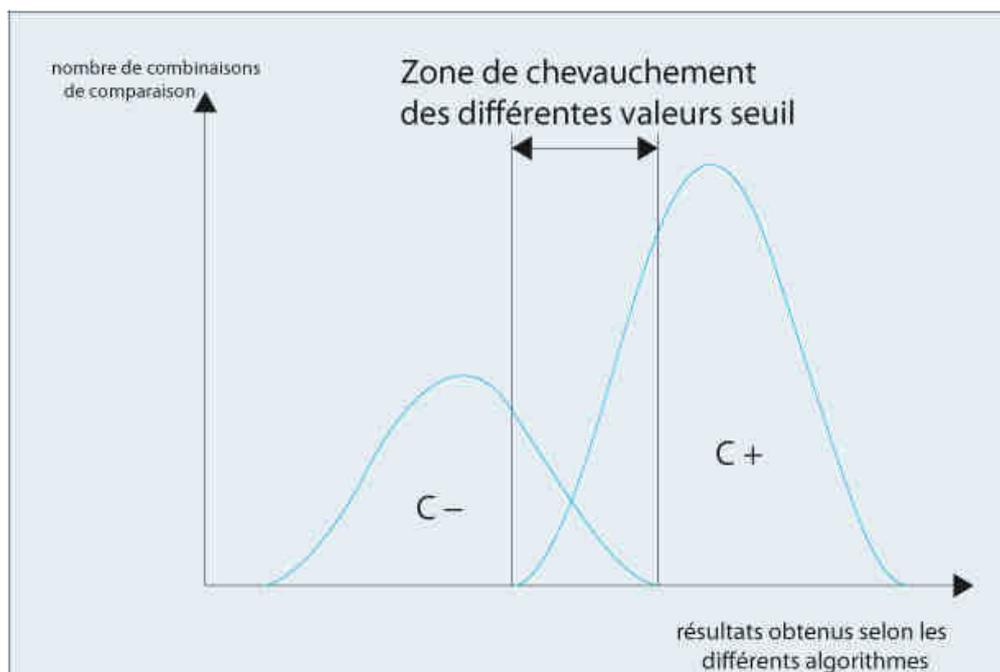


Figure N° 55 : Courbe des différentes valeurs seuil possibles. D'après [22].

Afin de connaître la valeur seuil optimale permettant d'obtenir les meilleurs résultats possibles pour cette technique de comparaison, et donc de trouver la formule algorithmique combinant au mieux les différentes variables définies sur les images 3D des modèles, une étude statistique est mise en œuvre pour étudier les performances diagnostiques de cette procédure d'analyse.

Pour cela, nous allons nous baser sur les niveaux de sensibilité et de spécificité de cette technique de comparaison, pour chaque formule algorithmique utilisée. Ainsi, pour chaque algorithme, et donc pour chaque valeur seuil, le logiciel classera les résultats des différentes combinaisons de comparaison en [R+] et [R-].

Un tableau de contingence sera alors réalisé pour chaque valeur seuil.

		TEST ETUDIE		TOTAL	
		Classés comme combinaison correspondante [R+]	Classés comme combinaison non correspondante [R-]		
DONNEES L'ETUDE	DE	Correspondance entre les moulages [C+]	VP (vrais positifs)	FN (faux négatifs)	VP + FN
		Non correspondance entre les moulages [C-]	FP (faux positifs)	VN (vrais négatifs)	VN + FN
TOTAL			VP + FP	FN + VN	

Tableau N° 8 : Modèle de tableau de contingence dressé pour chacune des valeurs seuils.

La spécificité et la sensibilité de chaque analyse basée sur un algorithme bien précis combinant les différentes variables, vont être définies de la manière suivante :

SENSIBILITE = $Se = p(VP)$ = probabilité d'obtenir une correspondance entre « mordeur » et « mordu » alors que la correspondance existe réellement.

SPECIFICITE = $Sp = p(VN) = 1 - p(FP)$ = probabilité d'obtenir un résultat indiquant que les modèles ne correspondent pas, tout en sachant qu'effectivement, il n'existe pas de correspondance entre eux.

Puis, pour déterminer la valeur seuil (c'est-à-dire la meilleure formule mathématique combinant les différentes variables) pour laquelle les valeurs de spécificité et de sensibilité sont les plus appropriées aux analyses comparatives de marques de morsures, une courbe statistique ROC (Receiver Operating Characteristic) va être construite.

Cette courbe est la représentation graphique des différentes probabilités de VP et FP pour chaque valeur seuil possible.

valeurs seuil	Sensibilité P(VP)%	1-Specificité P(FP)%
0.006	82.5	25.6
0.01	80.0	21.4
0.011	77.5	20.2
0.012	77.5	19.6
0.016	77.5	16.5
0.018	77.5	15.4
0.02	75.0	14.7
0.18	55.0	3.0

Tableau N° 9 : Tableau des différentes valeurs seuil et des taux de sensibilité et spécificité correspondants. D'après [10].

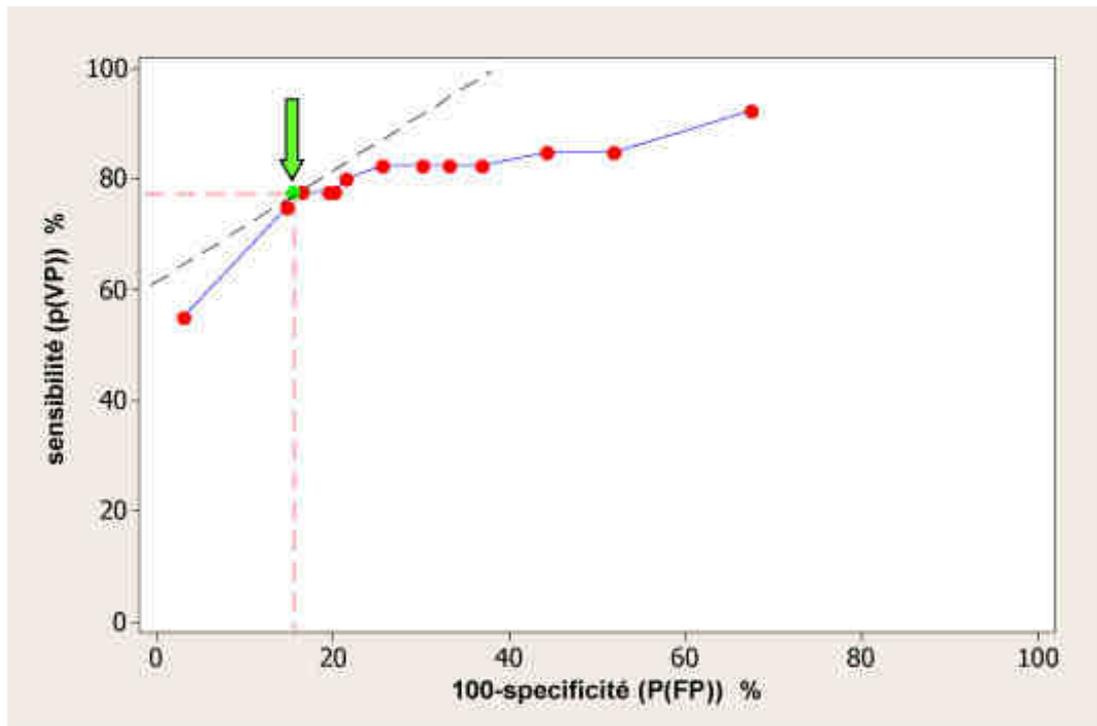


Figure N° 56 : Courbe ROC. D'après [10].

Pour qu'une analyse scientifique soit considérée comme fiable, il faut que sa sensibilité et sa spécificité soient maximales. La courbe ROC résultant d'un cas idéal, serait la suivante.

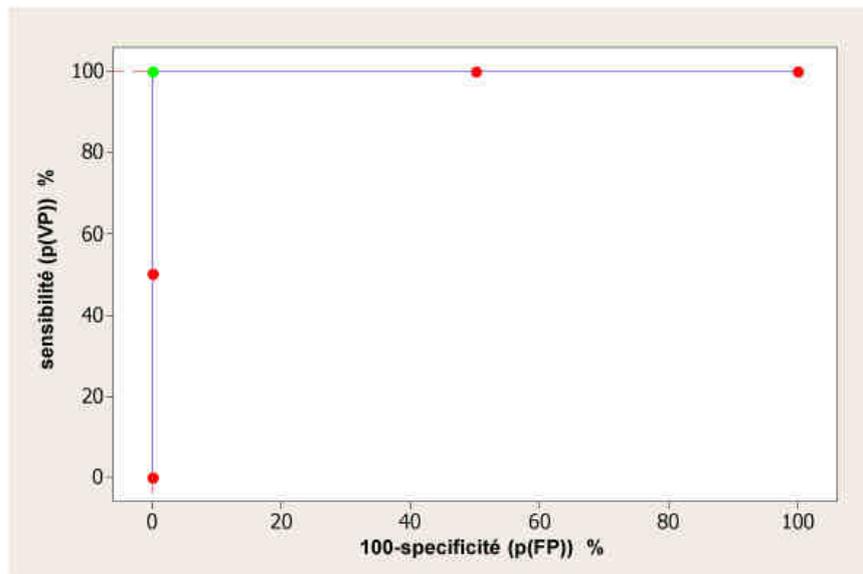


Figure N° 57 : Courbe ROC idéale. D'après [10].

Le point optimal de cette courbe, correspondant à la valeur seuil idéale, serait le point de coordonnées (0 ; 100), c'est-à-dire celui où la probabilité d'obtenir un VP est de 100% et celle d'avoir un FP de 0%.

Mais il est improbable qu'une situation réaliste puisse donner naissance à une telle courbe. Nous devons donc trouver le point où le meilleur compromis entre les taux de VP et VN est atteint.

On peut en effet constater, que pour des valeurs seuils assez basses, Se est élevée, mais le nombre de FP également, ce qui nous donne une Sp faible. La valeur correspondant au meilleur compromis entre sensibilité et spécificité correspond au point de la courbe le moins espacé du coin supérieur gauche.

Dans cette étude, ce point correspond à la valeur seuil 0,018. A ce point, le taux de VP est d'environ 78%, et celui de FP de 15%.

Le taux de Vp est alors aussi haut qu'il puisse l'être sans conséquences entraînant un taux de FP trop élevé.

Ceci nous indique donc que la combinaison algorithmique des différentes variables, qui correspond à la valeur seuil 0,018, est celle qu'il faut retenir comme étant la plus fiable.

Ainsi, lors de futures vrais cas de morsures, c'est cette formule mathématique combinant les différentes variables (courbure des arcades, longueur de chaque dent...) qu'il faudrait utiliser.

Cependant, les résultats de cette étude ont plus ou moins été biaisés. En effet, l'échantillon est de petite taille, et de plus, les moulages d'étude ont été obtenus à partir de jeunes étudiants, ce qui le rend inhabituellement homogène. Les auteurs supposent qu'un certain

nombre de sujet ont subi un traitement orthodontique visant à ré-harmoniser leur dentition et entraînant ainsi un arrangement dentaire plus ou moins similaire chez plusieurs individus. Cette grande ressemblance, beaucoup moins fréquente dans un réel échantillon sélectionné de manière randomisée, a donc pu influencer les résultats, et notamment le taux de FP.

Le principe de cette étude statistique est donc très instructif, mais des études complémentaires sont nécessaires afin de trouver la vraie valeur seuil optimale et donc la meilleure formule mathématique permettant une identification par comparaison réellement fiable.

Grâce à cette étude, nous avons pu constater qu'il existe une avancée dans les techniques d'analyses visant à mettre en place une procédure standardisée donnant des résultats objectifs et permettant d'apporter un niveau de certitude aux conclusions des experts lors d'analyses comparatives de marques de morsures.

D'autres études sur des techniques d'investigation différentes sont mises en place de nos jours mais, pour le moment, aucune d'entre elles n'est suffisamment développée, reproductible et fiable pour être validée comme étant le Gold Standard de la méthode d'analyse dans la comparaison des marques de morsures avec la dentition d'un suspect.

C'est pourquoi d'autres méthodes d'identification sont utilisées en complément des analyses morphologiques.

Nous allons maintenant développer une de ces méthodes : l'analyse ADN comparative.

IV-3) ANALYSE SALIVAIRE DES STR SPECIFIQUES A L'ESPECE CANINE

Il peut arriver que des investigations médico-légales dans les cas d'attaque par des chiens, impliquent une identification ADN de l'agresseur. Cette analyse devient de plus en plus courante, notamment aux Etats-Unis, malgré l'inexistence d'une méthode standardisée ainsi que d'une échelle de dimensionnement allélique de référence permettant d'obtenir des résultats de typage ADN fiables chez le chien. [24]

Cette technique d'analyse est basée sur l'utilisation de courtes séquences d'ADN répétitives (STR = Short Tandem Repeats) hautement polymorphes, permettant l'élaboration d'un profil ADN spécifique à chaque individu. Elle reprend les mêmes principes et techniques que l'identification d'ADN humain, mais le matériel est différent (d'où le retard de cette méthode d'investigation par rapport à l'analyse chez l'homme).

Chaque locus STR peut avoir différents allèles possibles (taux d'hétérozygotie) dont les longueurs varient en fonction du nombre de fois où la séquence d'ADN est répétée. Les locus STR les plus polymorphes, et donc ceux possédant le plus grand nombre d'allèles

différents, sont les plus intéressants lors d'analyse ADN ayant pour but l'identification d'un individu.

Marqueurs Différents	Nombre d'allèles des allèles	intervalle de longueur	chromosomes
ZUBECA6	46	393-406	CFA5
FH2132	44	247-375	CFA02
FH2087Ua	31	328-432	CFA02
ZUBECA4	29	401-458	CFA03
WILMS-TF	24	267-314	CFA18
PEZ15	20	183-249	CFA16
PEZ6	21	168-204	CFA27
FH2611	19	178-222	CFA36
FH2087Ub	11	227-259	CFA25
FH2054	10	143-179	CFA12
PEZ12	18	263-317	CFA03
PEZ2	8	109-141	aucune donnée
FH2010	5	224-240	CFA24
FH2079	7	266-290	CFA24
VWF.X	7	151-187	CFA27

Tableau N° 10 :Tableau de 15 locus STR spécifiques à l'espèce canine et fréquemment utilisés lors de typages ADN canins. D'après [24].

La plupart de ces locus STR sont tétramériques à l'exception du locus VWF.X qui est hexamérique.

Pour cette analyse, les experts ont besoin d'échantillon d'ADN canin. L'ADN de l'agresseur est présent dans les poils qu'il peut laisser sur les vêtements de la victime, ou dans sa salive présente au niveau de la morsure. De manière générale, seule la salive est analysée pour permettre l'identification du mordeur car la présence des poils n'est pas significative de l'agression. Ces poils, très volatils, peuvent en effet provenir d'un chien n'ayant aucun rapport avec la morsure.

La salive, présente à la surface de la plaie sous la forme d'une sécrétion blanchâtre, est alors recueillie soit par prélèvement direct sur la zone de la morsure où les gencives et babines sont entrées en contact avec la peau de la victime, soit à la surface des bandages de premiers soins qui ont servi à stopper l'écoulement sanguin de la lésion. [23]

En général, il est possible d'obtenir un profil STR spécifique à la race canine même quand une grande quantité de sang de la victime est présente et mélangée à l'ADN du chien mordeur. Il est même intéressant de noter qu'il existe vraisemblablement une corrélation positive entre la quantité de sang humain et la présence de salive du mordeur autour de la plaie (en tant que conséquences d'un contact intense). Cette relation soutient l'hypothèse que les blessures les plus sévères fournissent plus souvent des résultats d'analyse ADN exploitables que les blessures plus modérées. En effet, lors d'une attaque peu sévère, où la blessure est peu conséquente, il ne peut être exclu que la victime ait nettoyé sa plaie avant de la faire examiner. Ceci expliquerait alors pourquoi les prélèvements et bandages sans tache de sang, analysés au cours d'une étude autrichienne, n'ont permis aucune identification d'ADN canin. [23]

L'analyse ADN va se dérouler en différentes étapes : [24] [48]

1) Extraction et quantification de l'ADN

Afin d'isoler l'ADN, les cellules canines issues de la salive vont être lysées. Puis, l'élimination des protéines liées aux brins d'ADN se fera grâce à l'adjonction de solvants organiques, tels que l'association phénol-chloroforme relativement répandue. Les protéines dénaturées forment un précipité à l'interface phénol-eau, tandis que l'ADN reste en solution dans la phase aqueuse. Cette phase sera alors récupérée par décantation ou par centrifugation. Pour finir, l'ADN est précipité par addition d'éthanol ou d'isopropanol dans la phase aqueuse et est collecté par centrifugation. Cette technique d'extraction est appelée la méthode phénol-chloroforme.

D'autres techniques d'extraction sont également utilisées lors de cette étape de l'analyse ADN, telles que :

- La méthode chelex
- Le kit chercheur d'ADN QIAamp

Les concentrations en ADN de l'échantillon sont mesurées avec un fluorimètre qui détecte le colorant Hoechst. Ce colorant est un dérivé de benzimidazole qui possède une haute affinité pour l'ADN et qui émet une fluorescence bleue quand il est excité dans l'Ultra Violet.

2) Amplification

Afin d'étudier les fragments d'ADN prélevés, il est nécessaire de faire une réplification enzymatique, c'est-à-dire une amplification PCR (Polymerase Chain Reaction) qui va nous permettre de disposer d'une quantité d'ADN suffisante pour sa caractérisation.

Dans le but de mettre en évidence la présence des 15 STR cités auparavant, une petite quantité d'ADN, extrait et isolé, est mise en présence d'une solution contenant les séquences d'amorces d'amplification de chacun des 15 STR. Puis l'amplification se déroule selon les étapes suivantes, en accord avec le protocole du Gene Amp PCR Syst 9600 :

- Dénaturation initiale à 95°C pendant 11 minutes
- 30 cycles à 94°C pendant 1 minute
- 1 minute à 60°C
- 1 minute à 72°C
- Incubation finale à 72°C pendant 60 minutes

3) Electrophorèse

Des aliquotes des produits de PCR sont ensuite combinées avec 20 µL de formamidedéionisée et 0,4 µL d'une solution étalon créant l'échelle de dimensionnement allélique, dénaturées à une température de 95°C pendant 3 minutes puis immédiatement refroidies dans de la glace, avant d'être soumises à une électrophorèse capillaire.

Les données sont ensuite traitées par des logiciels d'analyse génétique, tels que GeneScanAnalysis version 3.7 ou Genotyper version 2.5 et sont représentées sous la forme de bandes graphiques.

Les pics observés correspondent aux marqueurs STR et leur hauteur est comprise entre 500 et 1500 unités relatives de fluorescence.

Les composants de la solution étalon et les fragments de l'échantillon ayant la même longueur de séquence vont migrer à la même vitesse durant l'électrophorèse quelque soit les variations environnementales.

Ainsi, la position des pics des marqueurs STR au niveau de l'échelle allélique, va nous permettre de définir les longueurs des fragments d'amplicons de chaque STR (fragments d'ADN amplifiés par PCR), nous indiquant alors quelles versions alléliques de chaque locus sont présentes.

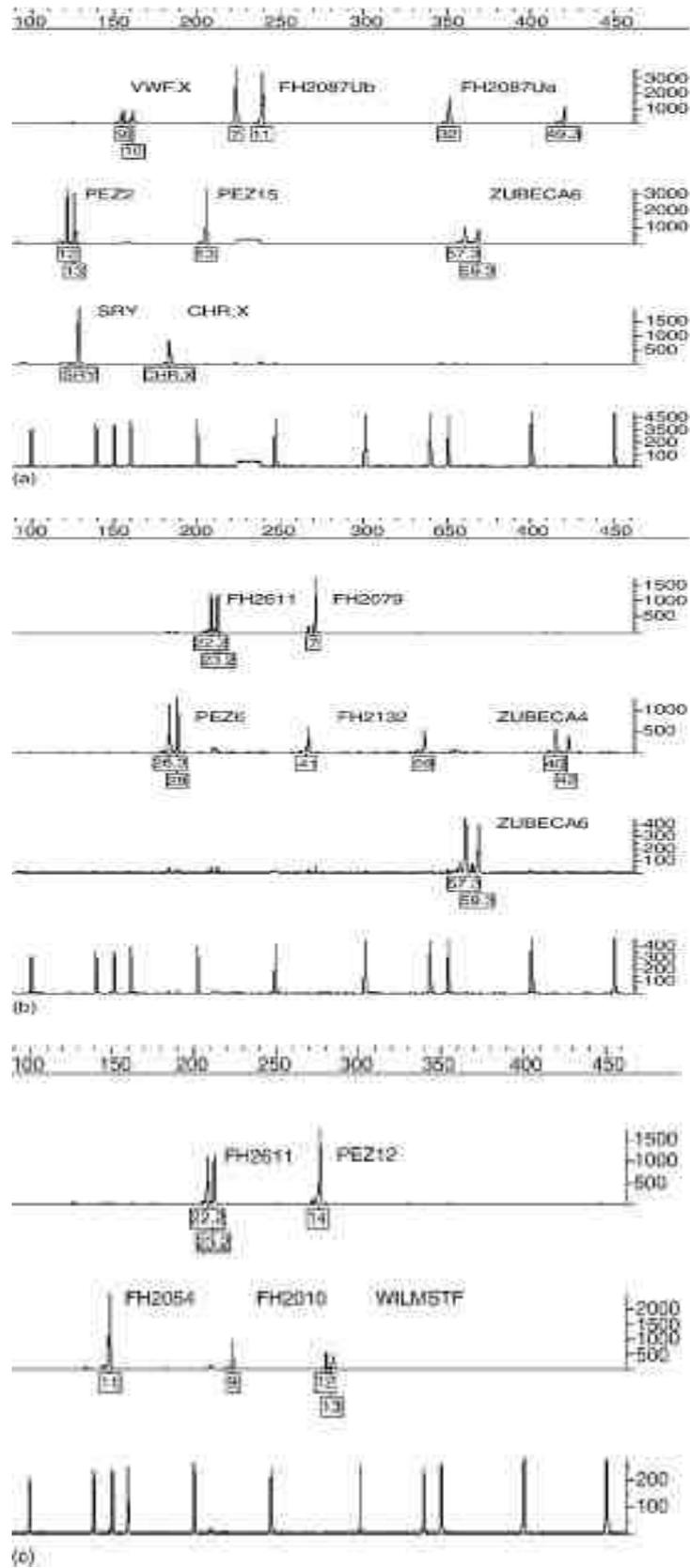


Figure N° 58 : Cartographie du génotype d'un chien mâle après amplification PCR des 15 STR spécifique à l'espèce canine. Electrophérogramme. D'après [24].

Avec cette méthode nous constatons qu'il peut apparaître des pics d'artéfacts proches des pics identifiant les différents marqueurs STR. Ils peuvent alors affecter l'interprétation des profils STR. Bien que leur influence néfaste soit minimale, certains laboratoires d'analyses préfèrent une autre méthode d'électrophorèse, utilisant des plaques de gel d'agarose.

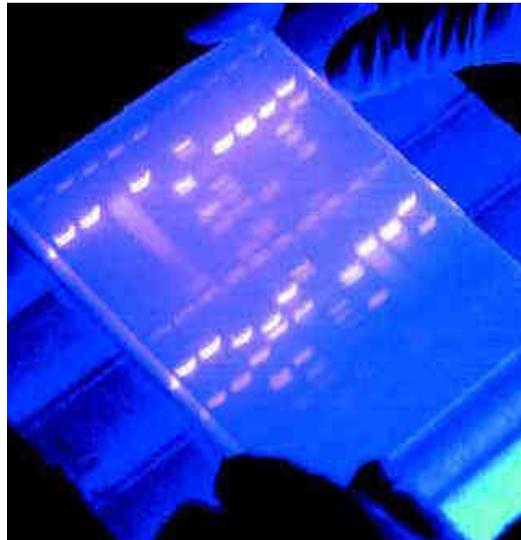


Figure N° 59 : Electrophorèse sur plaque de gel d'agarose.

Cependant cette technique augmente le risque d'erreurs humaines, notamment les erreurs de pipetage lors du dépôt des échantillons dans les lignes de gel, de contaminations croisées et de remplissage inégal des lignes.

Ces deux types de cartographies caractérisent le profil génétique du mordeur et peuvent alors être comparées à des bases de données ou aux résultats de l'analyse ADN du chien considéré comme suspect.

Les bases de données, pouvant servir de référence lors d'une analyse ADN comparative, sont issues de tous les résultats des tests ADN réalisés sur les chiens lors des études de pureté de la race, du pedigree ou des liens de parenté. Il faut donc avouer que, pour le moment, ces bases de données se composent principalement de profil ADN de chiens pure race. Des analyses ADN de chiens issus de croisements doivent donc être menées afin de compléter ces données, car aux Etats-Unis par exemple, ils représentent environ 50% de la population canine.

4) Analyses statistiques [24]

Ces analyses vont permettre d'établir le degré de probabilité d'identification $P_{(ID)}$, c'est-à-dire la probabilité pour que deux individus pris au hasard parmi une population aient le même génotype au niveau de un ou plusieurs locus. Pour cela il faut se baser sur la fréquence des allèles (information retrouvée dans les bases de données) pour chaque locus pris séparément puis pour une série de locus comprenant de 1 à 15 locus STR.

Pour la combinaison des 15 locus, la $P_{(ID)}$ s'élève à $8,5 \cdot 10^{-8}$. C'est-à-dire qu'il existe 1 chance sur environ 12 millions pour que deux individus aient le même génotype au niveau des 15 STR.

Waits et Co. suggèrent qu'une $P_{(ID)}$ comprise entre 0,001 et 0,0001 est suffisamment faible pour permettre l'identification d'un individu au sein d'une population naturelle animale. Ainsi, si on combine les marqueurs avec les plus hauts taux d'hétérozygotie, une sélection de 8 marqueurs est nécessaire pour atteindre une valeur approximative de 0,0001. Alors que si on combine les $P_{(ID)}$ des marqueurs ayant les plus faibles taux d'hétérozygotie, il faut 10 marqueurs pour obtenir cette même probabilité. Lors d'une analyse ADN visant à permettre l'identification d'un individu, et dans notre cas, d'un chien mordeur, il faut donc typer les STR ayant le plus grand nombre d'allèles, c'est-à-dire les plus polymorphes, afin de fournir une identification avec la plus petite marge d'erreur possible. Ainsi, tout raisonnable doute sur la correspondance entre le profil ADN de la salive présente au niveau de la morsure et celui du chien suspecté, peut être écarté.

Ces analyses ADN comparatives sont donc des études scientifiques, reproductibles et objectives. Cependant, le balbutiement des techniques PCR pour l'amplification du matériel génétique animal, et des échelles étalon de dimensionnement allélique, ainsi que les imprudences souvent commises lors de la manipulation et du stockage des échantillons d'ADN (mauvais déroulement de la mise sous scellés par exemple) rendent ces investigations peu fiables, voire même inutilisables lors de certaines procédures judiciaires.

De plus, la découverte d'ADN salivaire du mordeur au niveau de la blessure n'est pas systématique vu que dans la plupart des cas de morsures modérées, la victime a nettoyé sa plaie avant examination, supprimant ainsi toute trace d'ADN.

Cette étude, permettant l'établissement du profil ADN du chien mordeur, permet donc de compléter d'autres méthodes d'investigations lors d'attaques par morsure canine, telles que l'examen des marques de morsures, l'examen de la gueule du chien et de son contenu stomacal (si la blessure a été sévère, les experts peuvent retrouver des fragments de tissus cutanés et de vêtements appartenant à la victime dans la gueule et l'estomac du chien), la présence ou non du sang de la victime sur le pelage du chien ou encore la collecte des témoignages des tiers présents au moment de l'accident.

IV-4) LES CONCLUSIONS DE L'EXPERT[28] [39]

Quels que soient les types d'analyses réalisées par l'expert pour permettre l'identification du mordeur (identification des marques de morsure, analyse ADN...), celui-ci doit faire figurer dans ces conclusions les éléments suivants :

- L'identité de la victime
- La description de la marque de morsure (localisation, forme, taille, type de blessure...)
- Les méthodes de collecte des preuves issues de la victime (photographies, prélèvements salivaires, enregistrement du profil de morsure à l'aide de matériau à empreinte...)
- Les méthodes de collecte des preuves issues du suspect (photographies, examination extra et intra-orale, empreintes, simulation de morsures, réalisation de modèles d'étude...)

Puis l'expert doit présenter les résultats de ses différentes analyses et s'il existe ou non une correspondance entre la morsure et le chien suspecté. Cependant l'expert ne doit pas décider de la culpabilité ou de l'innocence du suspect, il doit juste présenter les faits et les résultats, et laisser le jury statuer en fonction des preuves.

Dans la conclusion du rapport de l'expertise scientifique doit figurer le degré de confiance avec lequel les tests comparatifs établissent ou non une correspondance entre mordeur et mordu.

Ces différents niveaux de preuve sont les suivants :

- Mordeur possible :

Des dents comparables à celles du suspect peuvent avoir créé une marque comme celle examinée sur la victime, mais d'autres dentitions ont également pu produire ce type de marque.

CRITERES : il y a une similarité non spécifique ou une similarité de caractéristiques de fréquence commune. Les points de correspondance sont peu nombreux, mais il n'existe pas d'incohérence qui aurait pour effet d'exclure une correspondance entre la morsure et ce suspect.

- Mordeur probable :

La morsure a de grande chance d'avoir été créée par le suspect, sachant que peu d'individus auraient pu laisser une marque telle que celle présente sur la victime.

CRITERES : la marque de morsure montre un certain degré de spécificité aux dents du suspect du fait d'un grand nombre de points correspondants, y compris certaines caractéristiques individuelles rares. Il n'existe pas de divergences inexplicables entre le profil de la morsure et la dentition du suspect.

- Certitude médicale raisonnable :

Le suspect est défini comme l'instigateur de cette morsure avec certitude. Tout expert avec une expérience et une formation similaires, évaluant les mêmes preuves, en arriverait à la même conclusion avec certitude. Toute autre possibilité devient déraisonnable.

CRITERES : il existe une concordance de suffisamment de caractéristiques individuelles distinctes pour prendre en considération l'unicité de la relation entre cette dentition et la morsure au sein de la population. Il n'existe aucune divergence inexplicable.

Une fois le rapport d'expertise réalisé, c'est à la Cour de décider de la culpabilité ou de l'innocence du suspect en s'appuyant sur les résultats des analyses et les conclusions de l'expert. Si le chien suspecté est reconnu comme étant le mordeur, c'est le propriétaire de l'animal (ou toute personne en ayant la garde au moment de l'accident) qui sera considéré comme coupable. C'est alors lui qui devra se plier aux décisions et sanctions fixées par la cour. Il faut en effet garder à l'esprit que tout ce protocole d'identification découle d'une procédure judiciaire entamée par la victime afin d'obtenir réparation des préjudices subis.

Nous allons maintenant détailler cet aspect juridique qui constitue les prémices de toute investigation scientifique visant à identifier l'animal responsable de la morsure.

V) ASPECT MEDICO-LEGAL DES MORSURES DE CHIEN

V-1) LE CHIEN ET LA LOI

Toutes les méthodes d'investigation que nous venons de détailler, et qui sont demandées par les personnes de loi afin d'appuyer leur jugement lors d'une procédure judiciaire, ont bien évidemment un coût. Afin de diminuer ces dépenses ainsi que le nombre de procès, l'Etat a mis en place quelques mesures de précaution visant à diminuer la fréquence et la gravité des incidents par morsures canines.

De plus, il apparaît que le potentiel de risque représenté par un chien dépend généralement de toute une série de facteurs. Outre la puissance corporelle, les prédispositions génétiques de la race, le vécu du chien, ses conditions de vie ainsi que les connaissances et capacités de son maître ont de l'importance. Comme nous l'avons montré auparavant, le potentiel de risque varie considérablement et les chiens ne présentent pas le même risque pour tout le monde. C'est pourquoi une législation sur la détention des chiens a été mise en place afin de protéger l'intérêt des éventuelles victimes tout en faisant prendre leurs responsabilités aux maîtres.

V-1-1) la prévention

Toutes les mesures préventives et l'application de la réglementation sur les chiens dits dangereux sont décrites dans le code rural. [41]

Concernant les chiens catégorisés, nous pourrions noter :

Pour les chiens de 1^{ère} catégorie :

- L'acquisition, la cession à titre gratuit et à titre onéreux, leur importation sont interdites (I de l'article L. 215 du code rural)
- Leur stérilisation obligatoire (mâles et femelles) (II de l'art. L. 211-15 CR)
- L'accès aux lieux publics leur est interdit (à l'exception de la voie publique) (I de l'art. L. 211-16 CR)
- Le stationnement dans les parties communes des immeubles collectifs leur est interdit (I de l'art. L. 211-16 CR)
- Ils doivent être obligatoirement tenus en laisse par une personne majeure et muselés dans tout autre lieu où leur présence n'est pas interdite (II de l'art. L. 211-16 CR)

Les chiens de 2nd catégorie doivent également être tenus en laisse et muselés dans les lieux publics.

Depuis la loi du 20 mars 2008, l'obtention d'un permis de détention est également obligatoire et fait suite à une formation sanctionnée par une attestation d'aptitude du maître, et à une évaluation comportementale de tout chien catégorisé entre l'âge de 8 et 12 mois, ainsi que pour les chiens qui seraient désignés par le maire comme susceptibles de présenter un danger pour les personnes. (Article L. 211-13 et L. 211-14 CR)

Suite aux résultats de l'évaluation réalisée par un vétérinaire inscrit sur une liste tenue par le préfet du département, et visant à évaluer la sociabilité de l'animal, le maire peut prescrire des mesures de garde du chien en vue de prévenir le danger éventuel qu'il représente, voire même l'euthanasie.

Le dressage des chiens au mordant est également contrôlé afin de prévenir tout risque de morsure de la part d'un chien qui aurait mal été éduqué. En effet ce type de dressage « n'est autorisé que dans le cadre des activités de sélection canine encadrées par une association agréée par le ministre chargé de l'agriculture, des activités de surveillance, de gardiennage et de transport de fond. Seuls les dresseurs détenant un certificat de capacité peuvent exercer l'activité de dressage de chien au mordant. » (Art. L. 211-17 CR)

Bien que la plupart des morsures surviennent dans le cadre du domicile, l'article L. 211-19 du code rural déclare qu'il est interdit de laisser divaguer des animaux domestiques, ceci dans le but de diminuer les attaques par les chiens mordeurs.

V-1-2) qui doit endosser la responsabilité de l'acte ?

L'article 1385 du code civil énonce la chose suivante :

« Le propriétaire d'un animal, ou celui qui s'en sert pendant qu'il est à son usage, est responsable du dommage que l'animal a causé, soit que l'animal fut sous sa garde, soit qu'il fut égaré ou échappé. »

Ainsi donc, ce n'est pas forcément le maître du chien qui sera tenu pour responsable en cas d'agression et notamment en cas de morsure, mais la personne qui en a la garde au moment des faits.

Afin d'éviter une recrudescence des accidents par morsure, il est donc important que toute personne détenant un chien soit responsable et apte à gérer son animal.

C'est pourquoi l'article L. 211-13 du code rural vise à contrôler la détention de tout chien catégorisé, en interdisant leur possession aux personnes : [41]

- Agées de moins de 18 ans
- Majeures sous tutelle (sauf autorisation du juge des tutelles)
- Condamnées pour un crime ou délit inscrit au bulletin N° 2 de leur casier judiciaire
- Auxquelles la propriété ou la garde d'un chien a été préalablement retirée pour cause de danger.

Cependant, lorsqu'il y a eu morsure, le propriétaire ou gardien du chien peut être exonéré de toute responsabilité dans certains cas. [27]

Nous citerons quelques unes de ces causes exonératoires :

- **Le cas de force majeure :**
Le propriétaire doit alors prouver l'existence d'un événement insurmontable répondant aux critères de force majeure définis par la jurisprudence.
- **La faute de la victime :**
Si le comportement de la victime peut avoir provoqué l'accident, le propriétaire peut être totalement ou en partie exonéré de sa responsabilité selon le degré de la faute commise.
- **Le fait d'un tiers :**
C'est le cas lorsqu'une tierce personne est à l'origine du dommage en provoquant l'agressivité de l'animal, ou en lui permettant d'approcher la victime alors que le propriétaire du chien avait pris toutes les précautions nécessaires.

V-1-3) les mesures légales prises suite à une morsure[41]

Malgré toutes les dispositions prises et énoncées dans le code rural visant à prévenir des risques d'agression par morsure, ce type d'accident est en constante augmentation. Il est donc important de connaître les mesures et démarches à suivre dans de tels cas.

Ainsi selon l'article L. 211-14-2 de ce même code, « le propriétaire ou détenteur d'un chien ayant mordu ou toute personne ayant connaissance du fait de morsure dans l'exercice de ses fonctions » doit « déclarer ce fait à la mairie de la commune de résidence du propriétaire ou du détenteur de l'animal. »

L'animal sera alors soumis pendant 15 jours à la surveillance d'un vétérinaire. Pendant cette période, 3 contrôles de dépistage de la rage seront effectués afin de savoir si il y eu un risque d'inoculation du germe à la victime lors de la morsure.

Une évaluation comportementale de l'animal sera également demandée au maître et son résultat sera alors communiqué au maire qui aura plusieurs possibilités :

- Imposer au propriétaire une formation afin d'obtenir une attestation d'aptitude
- Ordonner par arrêté que l'animal soit placé dans un lieu adapté à la garde de celui-ci
- Faire procéder à l'euthanasie du chien mordeur en cas de danger grave et imminent et après avis d'un vétérinaire désigné par la Direction Générale de la Protection des Populations.

V-2) EVALUATION DU PREJUDICE[4] [19] [35]

Suite à un accident par morsure, le détenteur du chien est responsable des dommages causés à la victime, qu'il devra donc indemniser.

C'est à ce moment qu'entre en jeu la responsabilité civile du maître. Un document attestant de cette assurance est d'ailleurs à fournir obligatoirement afin d'avoir l'autorisation nécessaire pour la possession d'un chien de 1^{ère} et 2nd catégorie.

Le but de cette responsabilité civile est de rétablir aussi exactement que possible l'équilibre détruit par le dommage. Ainsi cette réparation doit correspondre à l'intégralité du préjudice subi par la victime.

Nous distinguerons 3 types de préjudices :

- Les préjudices économiques
- Les préjudices non économiques
- Les préjudices en cas de décès

V-2-1) les préjudices économiques

- ITT : incapacité temporaire totale

Cela correspond à la perte de salaire subie par la victime pendant la période où elle n'a pu travailler suite à l'accident.

- Préjudice professionnel ou incapacité permanente totale ou partielle

C'est le cas lorsque les séquelles empêchent la reprise de l'activité professionnelle antérieure ou réduisent la capacité de travail. Cette indemnisation est alors calculée en fonction des revenus perçus par la victime avant l'incident.

- Préjudice scolaire, universitaire ou de formation

Il correspond à tous les empêchements liés aux études comme le fait de perdre une année scolaire, ou de ne pouvoir se présenter à un examen.

- Tierce personne

Suite à une blessure, la victime ne pouvant plus assurer certaines tâches ou avec difficultés, peut avoir recours à une aide ménagère, une infirmière. Cette indemnisation a pour but de pourvoir à ce type de dépense.

- Frais médicaux

La personne responsable de l'accident doit couvrir l'ensemble des frais médicaux occasionnés ainsi que les frais à charge annexes tels que les frais de transport par exemple.

- Frais d'appareillage et d'aménagement (véhicule, domicile)

Cela concerne tout le matériel nécessaire pour assurer des conditions de vie confortables à la victime (ex : fauteuil roulant, prothèse, véhicule adapté aux personnes en fauteuil...)

V-2-2) préjudices non économiques

- Déficit fonctionnel permanent

Cette indemnisation est envisagée lorsqu'il reste des séquelles suite à l'accident, comme par exemple la perte de l'usage d'un membre ou des difficultés de déplacement.

- Le déficit fonctionnel temporaire

Pendant la durée d'incapacité temporaire totale et ce jusqu'à la date de consolidation, la victime peut prétendre à des indemnités au titre de l'agène dans les actes de la vie courante, en plus de l'indemnisation des gains manqués.

- Perte de chance

Cette notion concerne un dommage dont l'existence est incertaine. L'indemnisation sera d'autant plus importante que la probabilité que se produise l'évènement redouté sera forte. C'est par exemple le cas lorsqu'une personne voit ses perspectives de carrière revues à la baisse suite à un accident.

- Pretium doloris ou indemnisation des souffrances

Il s'agit d'indemniser la douleur endurée par la victime. Cette réparation repose sur une gradation de la souffrance ressentie qui s'échelonne de 1 à 7.

- 1- Très légère
- 2- Légère
- 3- Modérée
- 4- Moyenne
- 5- Assez importante
- 6- Importante
- 7- Très importante

Cette échelle varie en fonction de la nature des blessures, du nombre d'interventions chirurgicales, de la durée d'hospitalisation ou encore de l'importance de la rééducation fonctionnelle.

- Préjudice esthétique

Il s'agit d'une indemnité compensatrice qui a pour but de pallier une disgrâce physique en cas de séquelles visibles et durables (mutilations, cicatrices). L'importance de cette indemnité sera calculée en fonction du sexe, de l'âge, de la profession de la victime et du nombre, de la localisation, des dimensions et de la qualité des cicatrices.

On déterminera alors un taux de gradation sur une échelle de 1 à 7, puis le juge devra fixer le montant de cette réparation.

Nous citerons également sans les détailler :

- Le préjudice sexuel
- Le préjudice moral
- Le préjudice d'anxiété
- Le préjudice d'agrément

V-2-3) préjudices en cas de décès

Malheureusement dans certains cas, et notamment lorsque le chien s'attaque à un enfant en bas âge, les blessures occasionnées peuvent causer le décès de la victime.

En plus de toutes les peines encourues, le propriétaire du chien devra indemniser les proches de la victime de la façon suivante :

- Frais d'obsèques
- Préjudice moral des proches

La perte d'un être cher, quelque soit le lien de parenté, constitue un préjudice moral, dit préjudice d'affection, qui justifie son indemnisation

- Préjudice économique des proches

Suite au décès de la victime, le conjoint, les enfants ou d'autres membres de la famille peuvent subir des pertes ou des diminutions de revenus qui devront donc être comblées.

V-3) REPARATION, INDEMNISATIONS ET SANCTIONS

V-3-1) indemnisation en « droit commun »

En droit commun, le principe est la réparation intégrale du préjudice. C'est pourquoi cette réparation, à la charge de l'assureur, est indépendante de la gravité de la faute commise, mais repose sur tous les critères définis préalablement.

Elle n'est pas limitée aux seules conséquences normalement prévisibles. Toutes les conséquences sont indemnisables.

La réparation du préjudice corporel est adaptée à la situation personnelle professionnelle et familiale de la victime.

V-3-2) le code pénal[37]

En plus de toutes les indemnisations des préjudices subis, le propriétaire ou détenteur du chien peut être sujet à une sanction pénale.

Même s'il n'y a pas eu réellement accident à proprement parlé, le propriétaire est susceptible d'être poursuivi conformément à l'article 223-1 du code pénal concernant la mise en danger de la vie d'autrui.

Cependant, lorsqu'il y a eu agression par un chien, différents cas de figure sont possibles :

- Si l'agression est considérée comme une atteinte involontaire à l'intégrité de la personne avec une ITT < 3 mois, la peine est de 2 ans d'emprisonnement et 30 000€ d'amende. (art. 222-20-2 du code pénal)

Cette peine est portée à 3 ans de prison et 45 000€ dans les cas suivants :

- ⌘ Détention de manière illicite du chien (comme décrit à l'article L. 211-13 CR)
- ⌘ Etat d'ébriété manifeste du gardien du chien ou sous l'emprise de stupéfiants
- ⌘ Si le propriétaire n'a pas exécuté les mesures de prévention du maire
- ⌘ Si le propriétaire n'est pas titulaire du permis de détention
- ⌘ Si il ne justifie pas de la vaccination antirabique en cours de validité
- ⌘ Si le chien catégorisé n'était pas muselé et tenu en laisse par un majeur au moment de l'agression
- ⌘ Si le chien a fait l'objet de mauvais traitements

Si plus de deux de ces circonstances aggravantes sont présentes, alors le code pénal prévoit une augmentation des peines encourues en portant la période d'emprisonnement à 5 ans et l'amende à 75 000€.

- Si l'agression cause une atteinte involontaire à l'intégrité de la personne avec une ITT > 3 mois, il est prévu une sanction de 3 ans de prison et 45 000€ d'amende. Si une des circonstances aggravantes énoncées ci-dessus s'y ajoute, la peine passera à 5 ans et 75 000€.
- Si le propriétaire ou gardien du chien a enfreint au moins deux de ces mesures, il sera sanctionné par 7 ans d'emprisonnement et 100 000€ d'amende. (art. 222-19-2 CP)

- Et pour finir, en cas d'agression ayant engendré un homicide involontaire, la sanction sera de :
 - ⌘ 5 ans de prison et 75 000€ d'amende sans circonstance aggravante
 - ⌘ 7 ans et 100 000€ avec une circonstance aggravante
 - ⌘ 10 ans et 150 000€ si il y a eu au moins 2 infractions(Art. 221-6-2 CP)

VI) MODELE DE RAPPORT D'ODONTOLOGIE MEDICO-LEGALE [28]

- 1) Introduction
- 2) Procédure de collecte des preuves
 - a) Description par ordre chronologique
 - b) Liste des types de preuves collectées et leur quantité
- 3) Analyse des preuves de la blessure
 - a) Description de la blessure en accord avec les recommandations de terminologie des marques de morsure de l'ABFO
 - b) Images annotées appropriées
 - c) Description de la qualité des preuves
 - d) Description des procédures utilisées pour analyser la blessure
 - e) Opinions concernant le degré de certitude sur l'établissement de la blessure comme étant une morsure et justification de ce degré de certitude
- 4) Analyse de la denture
 - a) Description de la (des) denture(s) comparée(s) à la blessure
 - b) Images annotées appropriées
 - c) Description des preuves prises sur la denture
 - d) Description des procédures utilisées pour préparer les preuves pour leur comparaison à la marque de morsure
 - e) Définition du système de numérotation dentaire utilisé dans le rapport
- 5) Procédures de comparaison

Description des procédures utilisées pour comparer la denture à la marque de morsure en utilisant les recommandations et directives de l'ABFO
- 6) Avis
 - a) Description du degré de certitude définissant le lien entre la denture et la marque de morsure et justification de ce degré de certitude
 - b) Images annotées appropriées

VII) CONCLUSION

Les accidents par morsures canines, souvent relatées par les médias, entachent l'image du chien et posent un réel problème en terme de santé publique. L'animal, déjà relativement mal vu en ville à cause de ses déjections non nettoyées sur la voie publique, devient un potentiel vecteur de pathogènes dont la rage, pouvant entraîner de sévères complications à la victime suite à une morsure.

Cependant, bien que ces accidents aient une incidence élevée dans la société actuelle, notamment vu l'importante présence de l'animal sur tous les territoires, il faut garder à l'esprit que le chien reste un très bon animal de compagnie, dans la mesure où il est traité avec respect, et élevé dans un modèle de structure hiérarchique où son maître sait rester le « dominant ».

La gravité de ces morsures varie considérablement selon la race du chien mordeur, l'étiologie de l'agression et le profil de la victime. Lorsque ces agressions entraînent des blessures peu sévères, il est rare que la victime porte plainte (d'autant plus si l'agresseur est un chien connu de la victime), voire même qu'elle consulte un médecin pour faire inspecter la zone mordue.

Les procédures judiciaires nécessitant les protocoles d'analyses comparatives que nous avons décrits afin d'identifier le chien mordeur, sont donc peu courantes, tout du moins en France. Cependant aux Etats-Unis, les mentalités et le système juridique diffèrent quelque peu, entraînant ainsi un nombre de procédures plus important. C'est pourquoi la plupart des avancées techniques en matière de recherche scientifique médico-légale dans ce domaine d'identification de morsures canines sont principalement initiées dans le but de mettre en place un protocole standardisé, fiable, reproductible et objectif permettant des analyses comparatives avec un haut degré de précision. Les experts pourraient ainsi fournir des conclusions avec un degré de certitude suffisant et compatible avec le niveau de preuve requis et indispensable au bon déroulement d'une procédure judiciaire. Des recherches dans ce domaine sont donc encore nécessaires.

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

<u>Figure N° 1</u>	Incidence des accidents par morsure de chien (pour 100 000 habitants) selon l'âge des victimes masculines et féminines.
<u>Figure N° 2</u>	Distribution de l'âge des chiens mordeurs.
<u>Figure N° 3</u>	Photographie du profil latéral droit d'un chiot montrant sa dentition lactéale.
<u>Figure N° 4</u>	Formule et anatomie dentaire de la dentition définitive d'un chien adulte.
<u>Figure N° 5</u>	Photographie du profil latéral droit d'un chien adulte.
<u>Figure N° 6</u>	Photographie d'une vue occlusale de l'arcade maxillaire d'un chien. Mise en évidence de la présence de dents surnuméraires.
<u>Figure N° 7</u>	Vue latérale d'un crâne de chien adulte.
<u>Figure N° 8</u>	Photographie d'une vue de profil de la mâchoire d'un chien adulte. Mise en évidence des 6 incisives trilobées par arcade dentaire.
<u>Figure N° 9</u>	Vue vestibulaire des incisives maxillaires et mandibulaires d'un chien adulte.
<u>Figure N° 10</u>	Coupe longitudinale d'une mandibule de chien passant par un croc.
<u>Figure N° 11</u>	Vue latérale des crocs maxillaire et mandibulaire d'un chien adulte.
<u>Figure N° 12</u>	Vue vestibulaire des prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires d'un chien adulte.
<u>Figure N° 13</u>	Articulé en ciseau des incisives.
<u>Figure N° 14</u>	Interdigitation régulière de la triade « coin supérieur-canine inférieure-canine supérieure.
<u>Figure N° 15</u>	Interdigitation régulière des prémolaires supérieures et inférieures. D'après [2].
<u>Figure N° 16</u>	Articulé en ciseau des carnassières.
<u>Figure N° 17</u>	Occlusion en cisaille inversée d'un Cane Corso.
<u>Figure N° 18</u>	Mécanismes lésionnels des morsures de chien. D'après Gournet.
<u>Figures N° 19 et N° 20</u>	Forces de morsure au niveau des molaires et des canines pour des chiens brachy, méso et dolichocéphales.
<u>Figures N° 21 et N° 22</u>	Forces de morsure au niveau des canines et des molaires en fonction de la longueur du crâne des chiens mordeurs.
<u>Figure N° 23</u>	Morsure avec présence d'une ecchymose en forme d'arc de cercle.
<u>Figure N° 24</u>	Morsure de chien mettant en évidence les indentations des crocs.
<u>Figure N° 25</u>	Morsure délabrante d'un chien avec section de l'oreille droite et hémorragie interne, ayant entraîné la mort du nourrisson.
<u>Figure N° 26</u>	Courbe du taux d'élongation cutanée en fonction de la contrainte appliquée.

- Figure N° 27 Fibres de collagène en traction uniaxiale a) état initial, b) phase 1, c) phase 2, d) phase 3.
- Figure N° 28 Les lignes de Langer. Prise de Delalleau [2007].
- Figure N° 29 Répartition des lésions chez l'enfant.
- Figure N° 30 Répartition des lésions sur un adulte mordu par un chien connu.
- Figure N° 31 Répartition des lésions sur un adulte mordu par un chien inconnu. D
- Figure N° 32 Les effets des tissus sous-jacents sur la forme de la courbe élongation/contrainte.
- Figure N° 33 Morsure réalisée parallèlement aux lignes de tension cutanées entraînant une constriction des 2 arcades.
- Figure N° 34 Morsure réalisée perpendiculairement aux lignes de tension cutanées entraînant un élargissement et aplatissement des 2 arcades.
- Figure N° 35 Profil d'une morsure au niveau du bras en position fléchie.
- Figure N° 36 Distorsion posturale de la morsure ci-dessus une fois le bras tendu et placé le long du corps.
- Figure N° 37 Lésion ressemblant à une marque de morsure.
- Figure N° 38 Indentations de marques de morsures réalisées par un chien, un homme, un chat et un serpent.
- Figure N° 39 Vue occlusale d'une mâchoire inférieure de chien.
- Figure N° 40 Vue occlusale d'une mâchoire supérieure de chat.
- Figure N° 41 Corrélation entre la distance intercanine et le poids du chien.
- Figures N° 42 et N° 43 Contours incisifs des dents antérieurs marqués par de l'encre et photographiés sous une illumination Ultra-Violet.
- Figure N° 44 Superposition du calque de la dentition sur la morsure.
- Figure N° 45 Schéma définissant les angles de rotation positifs et négatifs.
- Figure N° 46 Représentation de la distance intercanine mesurée dans les cas de morsures superficielles.
- Figure N° 47 Distance intercanine mesurée dans les cas de morsures profondes.
- Figure N° 48 Construction géométrique des 6 dents inférieures faite sur une marque de morsure humaine.
- Figures N° 49 et N° 50 Photographie du système de numérisation FARO et présentation schématique des Différents éléments nécessaires à la modélisation 3D de modèles de morsures.
- Figure N° 51 Faisceau laser scannant la surface d'un modèle inverse.
- Figure N° 52 Principe de la numérisation d'un objet.
- Figure N° 53 Modélisation 3D d'un moulage dentaire humain.
- Figure N° 54 Placement des 42 repères sur les images 3D d'un moulage d'étude et d'un modèle inverse.
- Figure N° 55 Courbe des différentes valeurs seuil possibles.

<u>Figure N° 56</u>	Courbe ROC.
<u>Figure N° 57</u>	Courbe ROC idéale.
<u>Figure N° 58</u>	Cartographie du génotype d'un chien mâle après amplification PCR des 15 STR spécifique à l'espèce canine. Electrophérogramme.
<u>Figure N° 59</u>	Electrophorèse sur plaque de gel d'agarose.

TABLEAUX

<u>Tableau N° 1</u>	Tableau des principales circonstances d'accidents par morsure et leur incidence.
<u>Tableau N° 2</u>	formule dentaire du chiot.
<u>Tableau N° 3</u>	Formule dentaire du chien adulte.
<u>Tableau N° 4</u>	Localisations anatomiques des morsures, mouvements et variation des mesures.
<u>Tableau N° 5</u>	Tableau récapitulatif des dates d'éruption des dents du chien.
<u>Tableau N° 6</u>	Tableau indicatif des niveaux d'usure des incisives du chien en fonction de l'âge.
<u>Tableau N° 7</u>	Distribution de l'échantillon de chien selon la fréquence, les pourcentages et les moyennes de poids et de distance intercanine au maxillaire et à la mandibule.
<u>Tableau N° 8</u>	Modèle de tableau de contingence dressé pour chacune des valeurs seuils.
<u>Tableau N° 9</u>	Tableau des différentes valeurs seuil et des taux de sensibilité et spécificité correspondants.
<u>Tableau N° 10</u>	Tableau de 15 locus STR spécifiques à l'espèce canine et fréquemment utilisés lors de typages ADN canins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) ACADEMIE VETERINAIRE DE FRANCE.**
Prévention des accidents par morsures canines. Rapport de la commission « relations homme-animal » de l'Académie Vétérinaire de France, Janvier 2007.
Bull AcadVet France 2007;**160**(5):377-381.
- 2) ALEGRE A.**
Evolution des différentes techniques de correction de la mésioversion de la canine du Shetland.
Thèse : Doctorat Vétérinaire, Toulouse , 1983.
- 3) ARPAILLANCE C.**
Agressivité chez le chien : diagnostic et évaluation.
Bull AcadVet France 2007;**160**(5):359-367.
- 4) ASSOCIATION DES ACCIDENTES DE FRANCE.**
Les postes de préjudice.
[http:// www.association-aide-victimes.fr/prejudices-dommage-corporel-AAF.htm](http://www.association-aide-victimes.fr/prejudices-dommage-corporel-AAF.htm)
- 5) AVON SL.**
L'odontologie judiciaire : les rôles et les responsabilités du dentiste.
J Can Dent Assoc 2004;**70**(7):453-458.
- 6) BARONE R.**
Anatomie comparée des Mammifères domestiques.
Paris : Vigot, 1996.
- 7) BERNARDO LM, GARDNER MJ et AMON N.**
Dog bites in children admitted to Pennsylvania trauma centers.
Int J Trauma Nurs 1998;**4**(4):121-127.
- 8) BERNITZ H, OWEN JH, VAN HEERDEN WF et coll.**
An integrated technique for the analysis of skin bite marks.
J ForensicSci 2008;**53**(1):194-198.
- 9) BERNITZ H, VAN HEERDEN WF, SOLHEIM T et coll.**
A technique to capture, analyse, and quantify anterior teeth rotations for application in court cases involving tooth marks.
J ForensicSci 2006;**51**(3):624-629.
- 10) BLACKWELL SA, TAYLOR RV, GORDON I et coll.**
3D imaging and quantitative comparison of human dentitions and simulated bite marks.
Int J Legal Med 2007;**121**(1):9-17.

11) BORDAS V, MEYER-BROSETA S, BENET JJ et coll.

Etude descriptive des morsures canines chez les enfants : analyse de 237 cas enregistrés aux urgences de l'hôpital Trousseau (Paris).
Epidemiol Santé Anim 2002;**42**:115-121.

12) BOUCHER A, COTARD JP, LAFORGE HERVE et coll.

Mon compagnon le chien.
Edition : Atlas ; 1994.

13) BUSH MA, BUSH PJ et DAVID SHEETS H.

A study of multiple bitemarks inflicted in human skin by a single dentition using geometric morphometric analysis.
Forensic Sci Int 2011;**211**(1/3):1-8.

14) BUSH MA, BUSH PJ et DAVID SHEETS H.

Similarity and match rates of the human dentition in three dimensions : relevance to bitemark analysis.
Int J Legal Med 2011;**125**(6):779-784.

15) BUSH MA, COOPER HI et DORION RB.

Inquiry into the scientific basis for bitemark profiling and arbitrary distortion compensation.
J Forensic Sci 2010;**55**(4):976-983.

16) BUSH MA, MILLER RG, BUSH PJ et coll.

Biomechanical factors in human dermal bitemarks in a cadaver model.
J Forensic Sci 2009;**54**(1):167-176.

17) BUSH MA, THORSRUD K, DORION RB et coll.

The response of skin to applied stress : investigation of bitemark distortion in a cadaver model.
J Forensic Sci 2010;**55**(1):71-76.

18) COGNET R.

Contribution à l'étude de la biomécanique des mâchoires : mise au point d'un système de mesure des forces de traction et d'occlusion chez le chien de défense.
Thèse : Doctorat Vétérinaire, Nantes , 2000.

19) COUR DE CASSATION

Rapport du groupe de travail chargé d'élaborer une nomenclature des préjudices corporels.
http://www.courdecassation.fr/publications_cour_26/bulletin_information_cour_cassation_27/bulletins_information_2006_28/n_633_2014/communication_2015/rapport_5642.html#2a1

20) DE KEUSTER T.

Epidemiology of dog bites. Proceeding of the 34th World Small Animal Veterinary Congress (WSAVA). Sao Paulo, Brazil,2009.

21) DE KEUSTER T, LAMOUREUX J et KAHN A.

Epidemiology of dog bites : abelgianexperience of canine behaviour and public healthconcerns.

Vet J 2006;**172**(3):482-487.

22) DELACOUR H, SERVONNET A, PERROT A et coll.

ROC (Receiver Operating Characteristics) curve : principles and application in biology.

Ann Biol Clin (Paris) 2005;**63**(2):145-154.

23) EICHMANN C, BERGER B, REINHOLD M et coll.

Canine-specific STR typing of saliva traces on dog bite wounds.

Int J Legal Med 2004;**118**(6):337-342.

24) EICHMANN C, BERGER B, STEINLECHNER M et coll.

Estimating the probability of identify in a random dog population using 15 highlypolymorphic canine STR markers.

ForensicSci Int 2005;**151**(1):37-44.

25) ELLIS JL, THOMASON J, KEBREAB E et coll.

Cranial dimensions and forces of biting in the domestic dog.

J Anat 2009;**214**(3):362-373.

26) ESTEVE E, ARMINGAUD P et MARTIN L.

Cutaneous and subcutaneoushematomasobserved in dermatology : 17 cases.

Ann DermatolVenereol 2004;**131**(6/7 Pt 1):555-558.

27) FRANCO O.

Le droit des contrats. Les causes d'exonération en matière contractuelle.

[http://www.france-jus.ru/upload/fiches_fr/Les causes d exoneration en matiere contractuelle.pdf](http://www.france-jus.ru/upload/fiches_fr/Les%20causes%20d'exoneration%20en%20matiere%20contractuelle.pdf)

28) GB FORENSIC SERVICES.

ABFO bitemarkmethodology guidelines.

[http:// www.gbforensicservices.com/bitemarks.html](http://www.gbforensicservices.com/bitemarks.html)

29) GORREL C, HENNET P et VERHAERT L.

Manuel pratique de dentisterie canine et féline.

Nice : Choc Pub, 2000.

30) GOURNET C.

Les morsures (à propos de 84 observations).
Ann Chir Plast 1973;**18**(4):355-361.

31) GUITTON W.

Dentition chez le Cane Corso.
<http://www.premiumorange.com/le.temple.de.jade/nesalelevage/index.html>

32) GUY N, LUESCHER U, DOHOO S et coll.

A case series of biting dogs : characteristics of the dogs, their behaviour, and their victims.
App Anim Behav Sci 2001;**74**(1):43-57.

33) HENNET P.

Approche diagnostique des malocclusions chez le chien.
Prat Med Chir Anim Comp 1993;**28**(2):131-139.

34) HENNET P.

Dentisterie et chirurgie maxillo-faciale canine et féline.
Paris : Masson, 2006.

35) LAMBERT-FAIVRE.

L'indemnisation du dommage corporel.
http://www.justice.gouv.fr/art_pix/syntheseindemcorp.pdf

36) LASSER AJ, WARNICK AJ et BERMAN GM.

Three-dimensional comparative analysis of bite marks.
J Forensic Sci 2009;**54**(3):658-661.

37) LEGIFRANCE.

Le code pénal. Section 2 : des atteintes involontaires à l'intégrité de la personne. Articles 222-19 à 21.
http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=C1720F553E20F75B73D47D9DFC409BE7.tpdjo11v_2?idSectionTA=LEGISCTA000006165280&cidTexte=LEGITEXT000006070719&dateTexte=20120127

38) LOTH A et BALZER A.

La dentition du chien.
http://www.cunse.fr/utile/coin_sante/la_dentition_du_chien/La_dentition_du_chien.htm

39) MARTIN-DE-LAS-HERAS S et TAFUR D.

Validity of a dichotomous expert response in bite mark analysis using 3-D technology.
Sci Justice 2011;**51**(1):24-27.

- 40) MARTIN-DE-LAS-HERAS S, VALENZUELA A, JAVIER VALVERDE A, et coll.**
Effectiveness of comparison overlays generated with DentalPrint software in a bite mark analysis.
J Forensic Sci 2007;**52**(1):151-156.
- 41) MINISTERE DE L'INTERIEUR, DE L'OUTRE-MER ET DES COLLECTIVITES TERRITORIALES.**
Les dispositions clés de la réglementation sur les chiens dangereux.
http://www.auvergne.pref.gouv.fr/citoyen/circulaire_2010-02-17_Vade-mecum-chiens-dangereux.pdf
- 42) MURMANN DC, BRUMIT PC, SCHRADER BA, et coll.**
A comparison of animal jaws and bite mark patterns.
J Forensic Sci 2006;**51**(4):846-860.
- 43) OZANNE-SMITH J, ASHBY K et STATHAKIS VZ.**
Dog bite and injury prevention – analysis, critical review, and research agenda.
Inj Prev 2001;**7**(4):321-326.
- 44) PRETTY IA et SWEET D.**
The scientific basis for human bite mark analyses – a critical review.
Sci Justice 2001;**41**(2):85-92.
- 45) ROGER D.**
Yet another method for marking incisal edges of teeth for bite mark analysis.
J Forensic Sci 2008;**53**(2):426-429.
- 46) ROSADO B, GARCIA-BELENQUER S, LEON M et coll.**
A comprehensive study of dog bites in Spain, 1995-2004.
Vet J 2009;**179**(3):383-391.
- 47) SANTORO V, LOZITO P, DE DONNO A et coll.**
Experimental study of bite mark injuries by digital analysis.
J Forensic Sci 2011;**56**(1):224-228.
- 48) SCHARNHORST G et KANTHASWAMY S.**
An assessment of scientific and technical aspects of closed investigations of canine forensic DNA-case series from the University of California, Davis, USA.
Croat Med J 2011; **52**(3):280-292.
- 49) TEDESCHI-OLIVEIRA SV, TRIGUEIRO M, OLIVEIRA RN et coll.**
Intercanine distance in the analysis of bite marks : a comparison of human and domestic dog dental arches.
J Forensic Odontostomatol 2011;**29**(2):30-36.

50) TRAN HV.

Caractérisation des propriétés mécaniques de la peau humaine in vivo via l'IRM.
Thèse : Doctorat en biomécanique et génie biomédical, Université de technologie de Compiègne, 2007.

51) TSUJI A, ISHIKO A, KIMURA H et coll.

Unusual death of a baby : a dog attack and confirmation using human and canine STRs.
Int J Legal Med 2008;**122**(1):59-62.

52) VETORTHO.NET.

Malpositions et mal occlusions liées à la race.
http://www.vetortho.net/pages/Malpositions_et_mal_occlusions_liees_a_la_race-30917.html

GIRAUD Marie. Méthode(s) d'identification des chiens mordeurs.
-98 f. ; ill. ; tabl. ; 52 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2012)

RESUME

Les morsures de chien, en constante augmentation, posent un problème à la fois de santé publique et de responsabilité civile. S'inspirant des techniques développées par la médecine légale pour les morsures humaines, les différentes méthodes d'identification des chiens mordeurs ont pour but de déterminer l'agresseur avec le plus de fiabilité possible afin que les mesures adéquates soient mises en place dans le cadre d'une procédure judiciaire. A ce jour, les protocoles d'analyses comparatives doivent encore être améliorés et des études complémentaires doivent être menées afin de fournir le niveau de preuve nécessaire dont la justice a besoin.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Médecine et Odontologie légale

MOTS-CLES MESH

Odontologie légale – Forensic Dentistry
Systèmes d'identification animale – Animal Identification Systems
Morsures – Bites
Chiens – Dogs

JURY

Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX
Assesseur : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ
Directeur : Monsieur le Docteur Gilles AMADOR DER VALLE
Assesseur : Monsieur le Docteur Olivier GAUTHIER