

SOMMAIRE

INTRODUCTION	17
--------------	----

PREMIERE PARTIE : RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUE

1. ANATOMIE	18
1.1 Ostéologie	18
1.1.1 Les os de la face	18
1.1.1.1 Le maxillaire	
1.1.1.2 La mandibule	
1.1.1.3 Rappels histologiques	
1.1.2 Les articulations du crâne et de la face	25
1.1.2.1 L'articulation temporo-mandibulaire	
1.1.2.2 La symphyse mandibulaire	
1.2 Myologie	26
1.2.1 Les muscles superficiels de la face	26
1.2.2 Les muscles élévateurs de la mandibule	27
1.2.2.1 Le muscle masséter	
1.2.2.2 Le muscle temporal	
1.2.2.3 Le muscle ptérygoïdien médial	
1.2.2.4 Le muscle ptérygoïdien latéral	
1.2.3 Les muscles abaisseurs de la mandibule	29
1.2.3.1 Le muscle digastrique	
1.2.3.2 Le muscle mylo-hyoïdien	
1.3 Angiologie	29
1.3.1 Les artères	29
1.3.1.1 Les collatérales de l'artère carotide externe	
1.3.1.2 L'artère maxillaire	
1.3.1.3 La vascularisation intraosseuse	
1.3.2 Les veines	33
1.3.3 Le réseau lymphatique	33

1.4 Neurologie	34
1.4.1 Le nerf trijumeau	34
1.4.1.1 Le nerf maxillaire	
1.4.1.2 Le nerf mandibulaire	
1.4.2 Le nerf facial	35
1.5 Dents	36
1.5.1 Les structures de la dent et de ses annexes	36
1.5.1.1 Les structures de la dent	
1.5.1.2 Le parodonte	
1.5.2 La formule dentaire et l'occlusion chez le chien	38
1.5.2.1 La formule dentaire	
1.5.2.2 L'occlusion	
1.5.2.3 L'orientation	
2. DEVELOPPEMENT ET VARIATIONS MORPHOLOGIQUES	42
2.1 Développement et croissance	42
2.1.1 Développement et croissance osseux	42
2.1.2 Développement dentaire	43
2.2 Variations morphologiques	43
2.3 Evolution l'anatomie en fonction de l'âge	45
2.3.1 Structure osseuse chez l'édenté	45
2.3.1.1 Cicatrisation de l'alvéole dentaire	
2.3.1.2 Remodelage osseux	
2.3.2 Evolution de la vascularisation	47
3. LA PHYSIOLOGIE DE LA MASTICATION	48
3.1 Forces développées lors de la mastication	48
3.2 Mouvements verticaux	48
3.2.1 Ouverture des mâchoires	48
3.2.2 Fermeture des mâchoires	49

3.3 Mouvements latéraux	49
3.3.1 Ouverture des mâchoires	49
3.3.2 Fermeture des mâchoires	49

DEUXIEME PARTIE : ETUDE DES FRACTURES DE MACHOIRE

1. EPIDEMIOLOGIE ET CLASSIFICATION	50
1.1 Epidémiologie	50
1.2 Classification des fractures	51
2. EVALUATION DES LESIONS	51
2.1 Examen clinique	52
2.1.1 Anamnèse	
2.1.2 Inspection	52
2.1.3 Palpation et palpation pression	52
2.1.4 Mobilisation	53
2.2 Examens radiographiques	53
2.2.1 Radiologie	53
2.2.1.1 Etude du maxillaire supérieur	
2.2.1.2 Etude de la mandibule	
2.2.2.3 Région de la branche montante de la mandibule et des condyles	
2.2.2. Radiologie dentaire	57
2.2.2.1 Matériel spécifique	
2.2.2.2 Techniques de prise des clichés	
2.2.2.3 Intérêts de la radiologie dentaire	
2.3. Autres méthodes d'investigation utilisées en médecine humaine	59
2.3.1 Panoramique dentaire	59
2.3.2 Tomodensitométrie	59
2.3.3 Imagerie par résonance magnétique	59

3. BIOMECHANIQUE DES FRACTURES DES MACHOIRES	61
3.1 Rôle de la masse musculaire	61
3.2 Influence du trait de fracture	62
3.3 Forces développées lors de la mise en charge	63
3.3.1 Face de tension	63
3.3.2 Influence du positionnement de l'implant	63
4 PRINCIPES GENERAUX DU TRAITEMENT DES FRACTURES DES MACHOIRES	65
4.1 Principes généraux du traitement des fractures	65
4.1.1 Réduction anatomique	65
4.1.2 Respect des tissus mous	65
4.1.3 Retour rapide à la fonction	66
4.1.4 Stabilisation du foyer	66
4.2 Principes propres aux fractures des mâchoires	66
4.2.1 Recherche de l'occlusion initiale	66
4.2.2 Respect des structures dentaires	67
4.3 Particularités de cicatrisation et de lutte contre l'infection de la cavité buccale	67
5. BIOMATERIAUX UTILISES	68
5.1 Implants	68
5.1.1 Implants métalliques	68
5.1.1.1 Aciers inoxydables chirurgicaux	
5.1.1.2 Titane	
5.1.2 Implants biorésorbables	69

5.2 Résines dentaires	69
5.2.1 Résines composites	69
5.2.1.1 Composition	
5.2.1.2 Propriétés	
5.2.2 Résines acryliques	70
5.2.2.1 Composants	
5.2.2.2 Présentations du commerce	
5.2.2.3 Intérêts de la résine acrylique	
5.2.2.4 Toxicité	

TROISIEME PARTIE : TRAITEMENTS DES FRACTURES DE MACHOIRE

1. PREPARATION DU PATIENT	75
1.1 Anesthésie	75
1.1.1 Prémédication	75
1.1.2 Induction	75
1.1.3 Maintenance	75
1.1.4 Réveil	77
1.1.5 Contrôle de la douleur	77
1.2 Désinfection et parage	77
2. TRAITEMENTS ORTHOPEDIQUES SANGLANTS	78
2.1 Plaques vissées	78
2.1.1 Indications	78
2.1.2 Matériel	78
2.1.2.1 Les maxi plaques	
2.1.2.2 Les mini-plaques	
2.1.2.3 Les micro plaques	
2.1.2.4 Les gouttières	

2.1.3	Techniques de pose des plaques vissées	86
2.1.4	Fonctions biomécaniques de la plaque vissée	87
2.1.5	Intérêts et limites de la plaque vissée	88
2.2	Fixateurs externes	88
2.2.1	Indications	88
2.2.2	Matériel et techniques de pose	89
2.2.2.1	Montages à coapteurs à flasques	
2.2.2.2	Montages faisant appel à des résines acryliques	
2.2.3	Suivi post-opératoire	93
2.2.4	Intérêts et limites des fixateurs externes	94
2.2.4.1	Considérations biomécaniques	
2.2.4.2	Avantages présentés par la résine	
2.2.4.3	Limites des fixateurs externes	
2.3	Enclouages	95
2.3.1	Indications	95
2.3.2	Matériel	95
2.3.3	Techniques de pose	96
2.3.4	Limites de l'enclouage	96
2.4	Sutures interosseuses	97
2.4.1	Indications	97
2.4.2	Matériel et techniques de pose	97
2.4.2.1	Sutures osseuses simples	
2.4.2.2	Sutures appuyées sur broches et vis corticales	
2.4.3	Intérêts et limites des sutures osseuses	100

3. TRAITEMENTS ORTHOPEDIQUES NON SANGLANTS	101
3.1 Blocage intermaxillaire	101
3.1.1 Indications	102
3.1.2 Blocage amovible	102
3.1.3 Blocage rigide	102
3.1.3.1 Cerclages intermaxillaires	
3.1.3.2 Utilisation de résine	
3.1.4 Intérêts et limites du blocage intermaxillaire	105
3.2 Ligatures interdentaires	105
3.2.1 Indications	105
3.2.2 Mise en place	105
3.2.3 Intérêts et limites	106
3.3 Atelles acryliques interdentaires	107
3.3.1 Indications	107
3.3.2 Mise en place	108
3.3.2.1 Technique intra-orale directe	
3.3.2.2 Technique avec empreinte	
3.3.3 Applications	110
3.3.3.1 Fractures de la mandibule	
3.3.3.2 Fractures du maxillaire	
3.3.4 Période post-opératoire	112
3.3.5 Discussion	113
3.3.5.1 Intérêts	
3.3.5.2 Limites	
3.4 Cerclages péri-mandibulaires sur prothèse intra-buccale	114
3.4.1 Indications	114
3.4.2 Mise en place	114
3.4.3 Limites	114

4. LESIONS DENTAIRES ET SORT DES DENTS DANS LE TRAIT DE FRACTURE	
4.1 Epidémiologie	116
4.2 Classification des lésions dentaires	116
4.2.1 Fractures de l'alvéole dentaire	116
4.2.2 Fractures dentaires	117
4.2.2.1 Fractures coronaires	
4.2.2.2 Fractures radiculaires	
4.2.3 Luxations	118
4.3 Traitements	118
4.3.1 Sort des dents dans le trait de fracture	118
4.3.2 Traitement des fractures	119
4.3.2.1 Traitement des fractures coronaires	
4.3.2.2 Traitement des fractures radiculaires	
4.3.3 Traitement des luxations	121
4.3.3.1 Luxations partielles	
4.3.3.2 Luxations complètes	
5. SUIVI POST-OPERATOIRE DE L'ANIMAL	122
5.1 Alimentation	122
5.1.1 Métabolisme et besoins énergétiques d'un animal traumatisé	122
5.1.1.1 Particularités du métabolisme de l'animal traumatisé	
5.1.1.2 Besoins énergétiques	
5.1.2 Alimentation parentérale	124
5.1.3 Alimentation entérale	125
5.1.3.1 Modes d'administration	
5.1.3.2 Aliments et rythme d'administration	
5.1.3.3 Complications	

5.2 Cicatrisation osseuse	129
5.2.1 Facteurs influençant la cicatrisation osseuse	129
5.2.1.1 Facteurs généraux	
5.2.1.2 Facteurs locaux	
5.2.2 Suivi de la cicatrisation osseuse	131
5.3 Complications	132
5.3.1 Complications classiques des ostéosynthèses	133
5.3.1.1 Ostéomyélites	
5.3.1.2 Pseudarthroses et retards de cicatrisation	
5.3.1.3 Séquestres osseux	
5.3.1.4 Lâchage d'implants	
5.3.2 Complications propres aux fractures des mâchoires	134
5.3.2.1 Les mal occlusions	
5.3.2.2 Déformations de la face	
5.3.2.3 Lésions dentaires	
5.3.2.4 Déhiscence des tissus mous	
5.3.2.5 Fistules oro-nasales	
5.3.2.6 Ankyloses de l'articulation temporo-mandibulaire	
Tableau de synthèse des traitements des fractures mandibulaires en fonction de leur localisation.	137
Tableau de synthèse des traitements des fractures maxillaires en fonction de leur localisation.	138
Planches photo I à IV	
CONCLUSION	139

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

Figure n° 1a : Tête osseuse de chien – Vue latérale gauche. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 1b : Tête osseuse de chien – Vue frontale. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 2a : Mandibule gauche de chien – Vue latérale. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 2b : Mandibule gauche de chien – Vue médiale. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 3 : Vue latérale du crâne d'un chien adulte en occlusion normale, montrant la taille et la position des racines. *(D'après HENNET 98)*

Figure n°4a : Visualisation du canal mandibulaire chez deux chiens de formats différents. *(D'après HENNET 98)*

Figure n° 4b : Position du canal mandibulaire chez l'homme en vue de profil et coupe coronale. *(D'après HENNET 98)*

Figure n° 5 : Organisation mécanique de la mandibule chez le chien, système de traction et de pression. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 6 : Crêtes alvéolaires.

Figure n° 7 : Muscles superficiels de la tête du chien – Muscle platysma rendu transparent - Vue latérale. *(D'après EVANS et CHRISTENSEN 79)*

Figure n° 8a : Muscles masticateurs du chien – Vue latérale gauche. *(D'après DENOIX 95)*

Figure n° 8b : Insertions musculaires sur une mandibule de chien – Vue latérale. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 9 : Artères de la tête du chien – Vue latérale. *(D'après DENOIX 95)*

Figure n°10a : Vascularisation interne du corps de la mandibule. *(D'après ROUSH et al.89)*

Figure n°10b : Rameaux ascendants de l'artère alvéolaire inférieure autour d'une carnassière. *(D'après ROUSH et al.89)*

Figure n° 11 : Branches superficielles des nerfs trijumeau (V) et facial (VII). *(D'après EVANS et CHRISTENSEN 79)*

Figure n° 12 : Structures anatomiques d'une dent. *(D'après HENNET 91)*

Figure n° 13 a : Occlusion dentaire normale – Vue rostrale. *(D'après LIGNEREUX 91)*

Figure n° 13 b : Occlusion dentaire normale : interdigitation de la triade « coin supérieur-canine inférieure-canine supérieure » et des prémolaires supérieures et inférieures. *(D'après HENNET 93)*

Figure n° 14 : Terminologie dentaire. *(D'après HENNET 93)*

Figure n° 15 : Variations morphologiques du crâne. *(D'après BARONE 96 a)*

Figure n° 16 : Cicatrisation d'une alvéole dentaire après extraction chez l'homme. *(D'après LINDHE et KARRING 98)*

Figure n° 17 : Exemples de résorption osseuse chez l'homme lors d'édentation. *(D'après BERT 87)*

Figure n° 18 : Localisation des fractures mandibulaires chez le chien. *(D'après UMPHLET et JOHNSON 90)*

Figure n° 19 : Radiographies du maxillaire supérieur. *(D'après GALLOIS-BRIDE et BEGON 95)*

Figure n° 20 : Radiographie de la mandibule. *(D'après GALLOIS-BRIDE et BEGON 95)*

Figure n° 21 : Radiographie de la branche montante et des condyles articulaires. *(D'après GALLOIS-BRIDE et BEGON 95)*

Figure n° 22 a : Technique radiographique de la parallèle avec film intra-oral. *(D'après EMILY et PENMAN 90)*

Figure n° 22 b : Technique radiographique de la bissectrice avec film intra-oral. *(D'après EMILY et PENMAN 90)*

Figure n° 23 : Déplacements induits par les forces musculaires lors de fracture du corps de la mandibule chez l'homme. *(D'après LEZY 97)*

Figure n° 24 : Influence de l'orientation du trait de fracture dans la stabilité de la mandibule. *(D'après WIGGS et LOBPRISE 97)*

Figure n° 25 : Forces développées lors de la mastication sur une mandibule intacte et une mandibule fracturée. *(D'après RUDY et BOUDRIEAU 92)*

Figure n° 26 : Schéma de photoélasticité d'un bloc d'araldite avant et après synthèse. *(D'après CHAMPY et al 78)*

Figure n° 27 : Kit de préparation de résine acrylique pour fixateur externe.

Figure n° 28 : Pharyngostomie chez le chien *(D'après EGGER)*

Figure n° 29 : Plaque de reconstruction en position ventrale sur une mandibule de chien. *(D'après HENNET)*

Figure n° 30 : Plaques de compression dynamiques. *(D'après GOLA et CHEYNET 94b)*

Figure n° 31 : Coupe transversale de plaques de compression : standard et LC-DCP. (D'après GREENBERG 93)

Figure n° 32 : Exemples de différents types de plaques utilisées chez l'homme lors de fracture de l'angle de la mandibule. (D'après SHETTY et al 95)

Figure n° 33 : Schéma de plaques tridimensionnelles. (D'après GOLLA et al. 96)

Figure n° 34 : Gouttière à compression axiale. (D'après HUCKEL 96)

Figure n° 35 : Plaque de Mennen, présentée sur une mandibule humaine édentée. (D'après MAUNG AUNG et al 90)

Figure n° 36 : Voie d'abord ventrale de mandibule. (D'après BRINKER et al 94)

Figure n° 37 : Vis trans-osseuse pour fixateur externe. (D'après DAVIDSON 92)

Figure n°38 : Fixateurs externes – Montage de Kirschner–Ehmer de manière bi et unilatérale. (D'après DAVIDSON 92)

Figure n° 39 : Utilisation de broches et de résine. (D'après DAVIDSON 93)

Figure n° 40 : Utilisation d'un montage biphasique pour traiter une fracture complexe de la mandibule. (D'après HARVEY 85)

Figure n° 41 : Limites de l'enclouage pour traiter les fractures de la mandibule.

Figure n° 42 : Fracture oblique instable de la mandibule immobilisée au moyen d'un double cerclage en triangle. (D'après DAVIDSON 93)

Figure n° 43 : Techniques de mise en place d'un cerclage. (D'après RUDY et BOUDRIEAU 90)

Figure n° 44 : Sutures appuyées sur broches. (D'après DAVIDSON 93)

Figure n° 45 : Sutures intra-osseuses. (D'après RUDY et BOUDRIEAU 90)

Figure n°46 : Mise en place de ligatures interdentaires en vue d'un blocage intermaxillaire, selon la technique des œillets. (D'après BRINKER et al 94)

Figure n° 47 : Blocages intermaxillaires par cerclages intra-osseux chez le chien. (D'après EGGER et LANTZ)

Figure n° 48 : Ligatures interdentaires simples. (D'après BRINKER et al 94)

Figure n°49 : Cerclage péri-dentaire : effet d'un serrage excessif sur le bord opposé. (D'après EGGER)

Figure n° 50 : Etapes de la mise en place d'une attelle acrylique pour traiter une fracture simple de la mandibule en avant de la carnassière.

Figure n° 51 : Exemples d'attelles acryliques pour le traitement de différentes fractures mandibulaires.

Figure n° 52 : Exemples d'utilisation de résine acrylique pour traiter différentes fractures maxillaires.

Figure n° 53 : Cerclage péri-mandibulaire sur prothèse intra-buccale chez l'homme édenté par abord ventral. (*D'après GRELLET et LAUDENBACH 85*)

Figure n° 54 : Classification du trait de fracture d'une dent en fonction de ses rapports avec le parodonte et le foramen apical. (*D'après HENNET et KERDELHUE 96*)

Figure n° 55 : Coiffage pulpaire indirect. (*D'après EMILY et PENMAN 90*)

Figure n° 56 : Coiffage pulpaire direct. (*D'après EMILY et PENMAN 90*)

Figure n° 57 : Radiographie d'une miniplaque pour vis de 2.0 mm, superposée à une mandibule de caniche. (*Photos HENNET*)

Figure n°58 : Position des vis par rapport aux racines dentaires lors de pose de plaque sur une mandibule. (*D'après VERSTRAETE et LIGTHELM 92*)

TABLEAUX

Tableau 1 : Alimentation entérale : formules commerciales.

(*D'après WOLTER et JEAN 97*)

Tableau 2 : Durée de cicatrisation en fonction de la localisation de la fracture mandibulaire. (*D'après UMPHLET et JOHNSON 90*)

Tableau 3 : Complication des fractures mandibulaires chez le chien en fonction de leur localisation. (*D'après UMPHLET et JOHNSON 90*)

Tableau 4 : tableau de synthèse - traitement des fractures mandibulaires en fonction de leur localisation.

Tableau 5 : tableau de synthèse – traitement des fractures maxillaires en fonction de leur localisation.

PHOTOGRAPHIES (P.HENNET)

Photo A : Fracture spontanée de la mandibule chez un chien présentant un syndrome d'hyperparathyroïdie.

Photo B : Intubation endotrachéale par sonde de pharyngostomie.

Photo C : Système A.P.E.F.

Photo D : Muselière souple.

Photo E : Blocage intermaxillaire réalisé à l'aide de résine.

Photo F : Mordançage des couronnes dentaires. Le gel est laissé en place une minute puis rincé.

Photo G : Attelle acrylique sur le corps d'une mandibule.

Photo H : Palais acrylique permettant de traiter une fracture maxillaire complexe.

Photo I : Fracture du bloc incisif chez un jeune chien de moins d'un an.

Photo I' : Contention de la fracture (photo I) par mise en place d'une attelle métallique collée sur la face vestibulaire des dents. Contrôle après 1 mois.

Photo J : Cerclage périmandibulaire sur mandibule édentée.

Photo K : Sonde oesophagienne par pharyngostomie.

Photo L : Fracture spontanée chez un teckel de dix ans.

Photo M : Lésions occasionnées dans les racines dentaires par les vis d'une plaque d'ostéosynthèse sur une mandibule de chien.

Photo N : Fracture spontanée chez un Yorkshire âgé de 8 ans.

INTRODUCTION

Avec le développement de la dentisterie vétérinaire, un regard différent est porté sur la cavité buccale des animaux de compagnie et les structures qui la composent. La connaissance de l'anatomie et de la biologie buccales nous fait prendre conscience que l'os des mâchoires doit être considéré comme un os à part.

En chirurgie maxillo-faciale humaine, cette particularité est depuis longtemps prise en compte pour le traitement des traumatismes faciaux. La mise au point de techniques spécifiques le confirme.

En médecine vétérinaire, de nouvelles techniques de traitement des fractures des mâchoires, décrites depuis peu dans la littérature, semblent donner de bons résultats cliniques.

Dans une première partie, nous nous attacherons à présenter l'anatomie de l'os des mâchoires chez le chien, en insistant tout particulièrement sur les points qui le différencient des autres os.

La seconde partie sera consacrée à l'étude des fractures de mâchoires. Nous nous attacherons à mettre en avant leurs particularités biomécaniques qui conditionnent les bases mêmes de leur traitement.

Enfin, les différents moyens de contention des fractures de mâchoires utilisés chez le chien seront développés et critiqués dans une troisième partie. Cette dernière partie opposera les techniques sanglantes et les techniques non-sanglantes, avec pour chacune d'elles leurs indications et leurs résultats. Le suivi post-opératoire, la reprise de l'alimentation et les complications seront abordés.

1. ANATOMIE

1.1 Ostéologie

Le squelette céphalique se subdivise en deux parties, le crâne et la face. Les mâchoires constituent la face dans sa majeure partie. La mâchoire supérieure, creusée par les cavités nasales, est en continuité avec le crâne. La mâchoire inférieure est composée par les mandibules.

L'os des mâchoires est surmonté sur son bord libre par les procès alvéolaires creusés par les alvéoles dentaires. On distingue ainsi deux parties d'origine embryologique différente, l'une alvéolaire, l'autre basilaire.

1.1.1 Les os de la face

1.1.1.1 Le maxillaire

BARONE (1996 a), VIGUIER (1991)

La mâchoire supérieure est constituée par les deux os incisifs et les deux os maxillaires. Ils forment, avec l'os nasal, la face. L'os nasal est un os pair peu développé chez le chien par rapport aux autres espèces. Ces os constituent les parois latérales, ventrale et dorsale des cavités nasales. Ils sont unis par des sutures, jointures fibreuses chez le jeune. Le tissu articulaire s'ossifie avec l'âge et n'autorise plus aucun mouvement. Bien que ces os soient fins, la forme parallélépipédique de l'ensemble leur confère une rigidité convenable. (*cf. figures 1 a et b*)

L'os maxillaire est traversé, depuis son extrémité distale jusqu'au foramen infra-orbitaire par le canal infra-orbitaire. L'os incisif ou prémaxillaire est creusé par les alvéoles dentaires des trois incisives supérieures. Il constitue également le bord rostral de l'alvéole de la canine. L'os maxillaire porte la canine, quatre prémolaires et deux molaires.

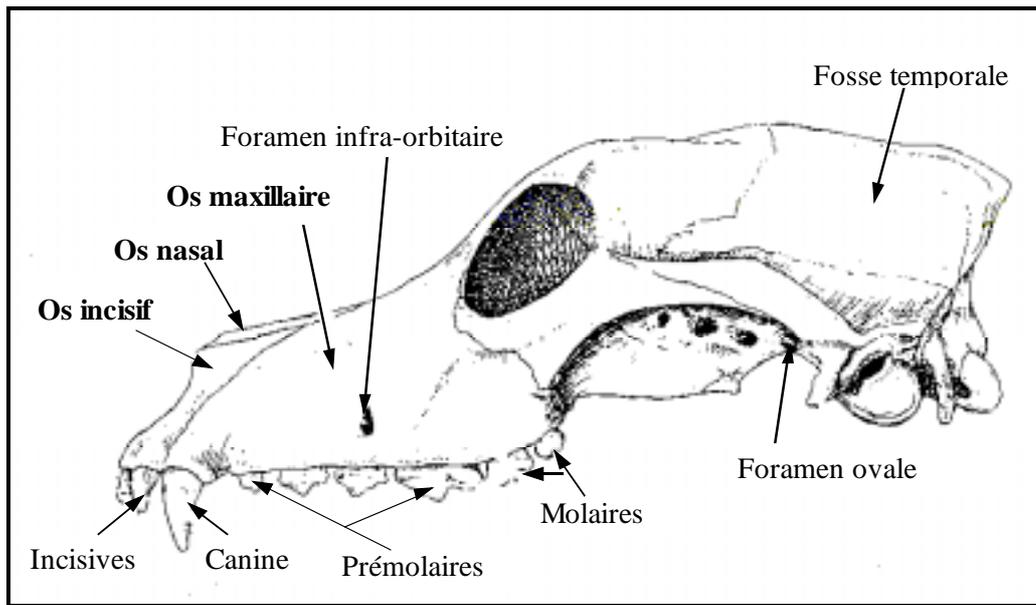


Figure n°1a : Tête osseuse de chien – Vue latérale gauche.

D'après BARONE (1996 a)

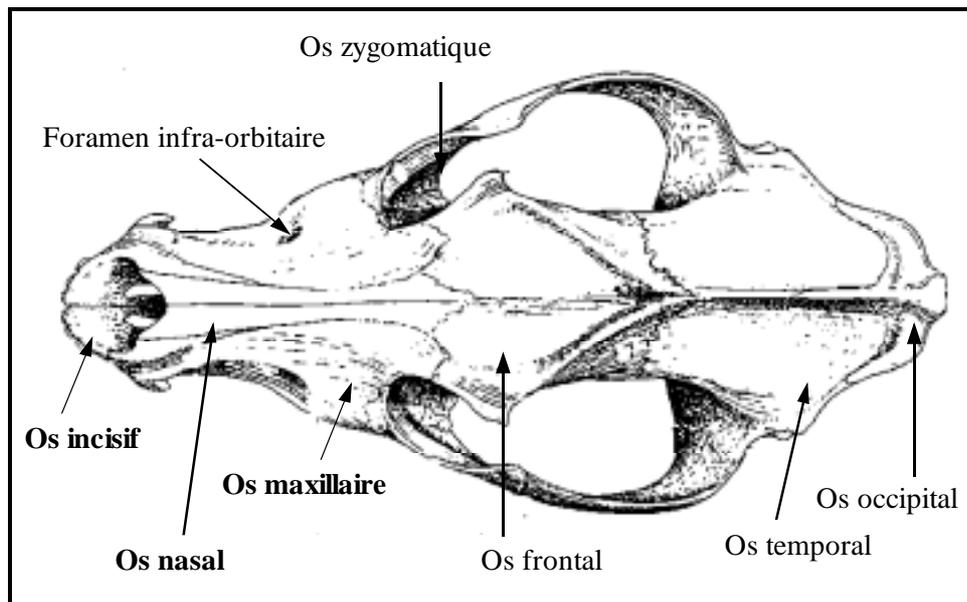


Figure n°1b : Tête osseuse de chien – Vue frontale.

D'après BARONE (1996 a)

1.1.1.2 La mandibule

La mandibule est constituée de deux os plats asymétriques, liés à leur extrémité rostrale par une symphyse. On distingue une partie horizontale, le corps, et une partie verticale, la branche, réunies au niveau de l'angle de la mandibule.

Le corps de la mandibule est plus épais dans sa partie rostrale que caudale. La branche de la mandibule est plus large et plus courte que le corps, elle est déprimée latéralement par la fosse massétérique et médialement par la fosse ptérygoïdienne. Elle se termine par un processus condyalaire par lequel elle s'articule avec l'os temporal.

(cf. figures 2 a et b) DENOIX (1993)

Chaque mandibule renferme le canal mandibulaire délimité par le foramen mandibulaire caudalement (au-dessus de l'angle de la mandibule) et les foramens mentonniers rostralement (en regard de la première ou deuxième prémolaire). Ce canal abrite le nerf mandibulaire alvéolaire, l'artère mandibulaire donnant les artères mentonnières (rostrales, moyenne et caudale) et le réseau veineux correspondant.

BARONE (1996 a)

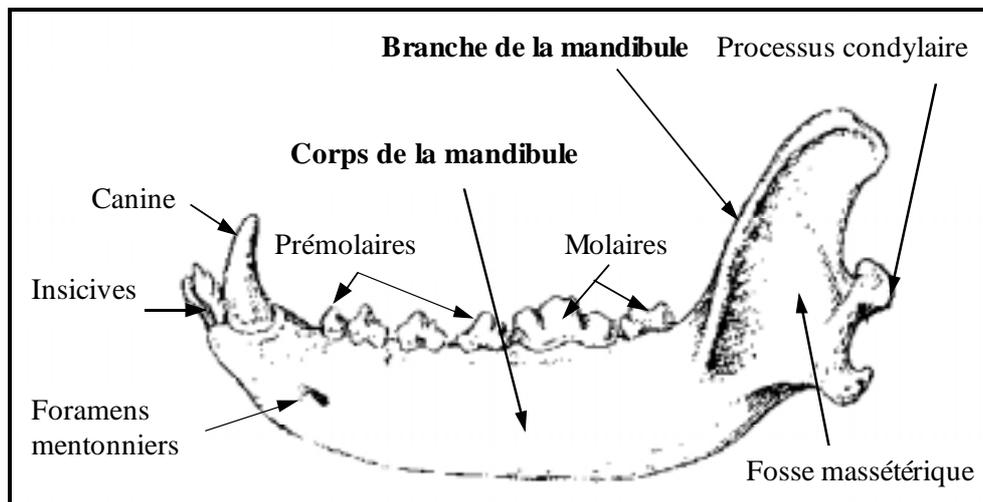


Figure n°2a : Mandibule gauche de chien – Vue latérale.

D'après BARONE (1996 a)

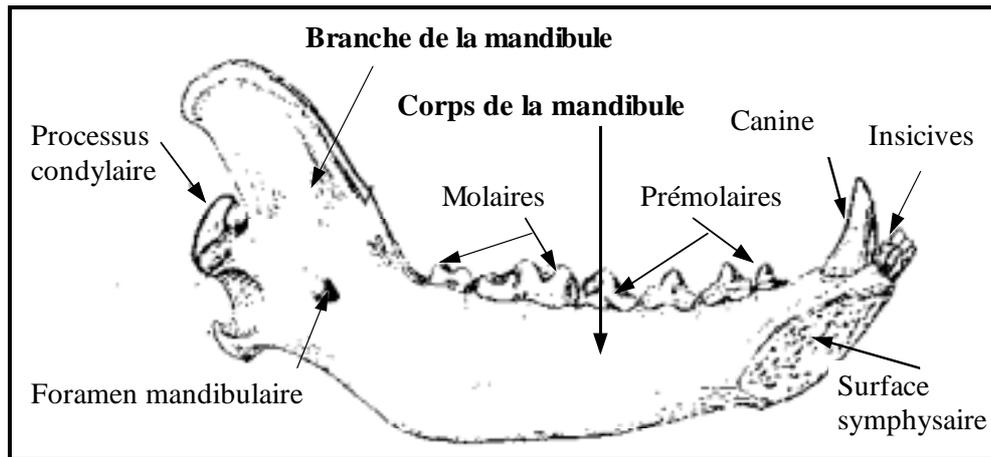


Figure n°2b : Mandibule gauche de chien – Vue médiale.

D'après BARONE (1996 a)

Le corps de la mandibule porte, chez le chien, trois incisives dans sa partie rostrale, une canine puis quatre prémolaires et trois molaires. Les racines de ces dents occupent une partie du volume osseux. Leur importance relative est d'autant plus grande que la taille de l'animal est petite. Le corps mandibulaire chez le chien, surtout dans les petites races, présente une hauteur nettement moins importante que chez l'homme (*cf. figure 3*).

Ainsi, l'espace osseux présent sous le canal mandibulaire et l'apex de racines est souvent très réduit. Les racines très volumineuses des carnassières peuvent même se situer de part et d'autre du canal mandibulaire et se superposer avec lui sur une vue radiographique de profil. (*cf. figures 4 a et b*) *HENNET (1998 a)*

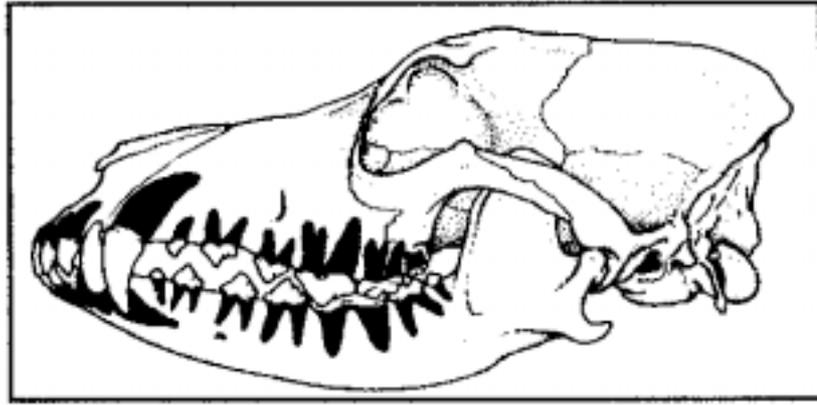


Figure n°3 : Vue latérale du crâne d'un chien adulte en occlusion normale, montrant la taille et la position des racines.

D'après HENNET (1998 a)

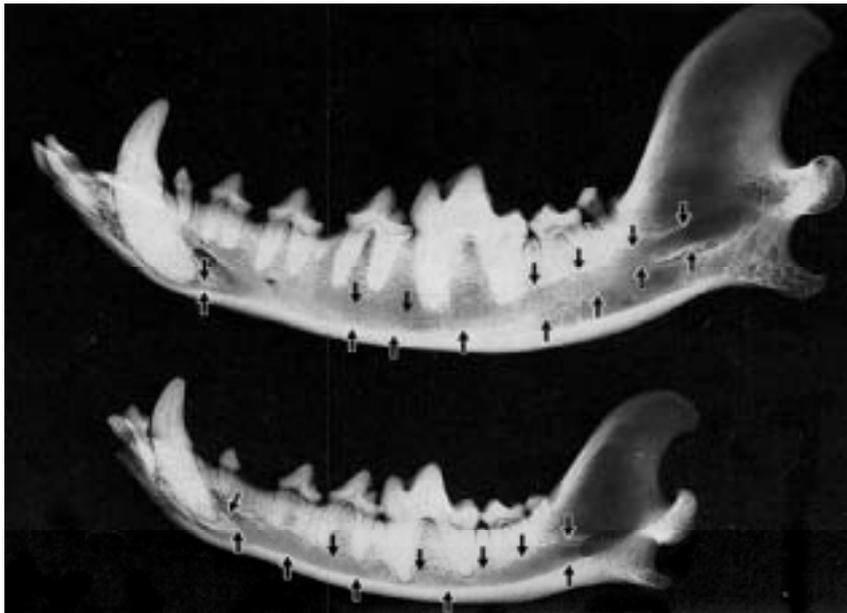


Figure n°4 a : Visualisation du canal mandibulaire chez deux chiens de formats différents. *D'après HENNET (1998 a)*

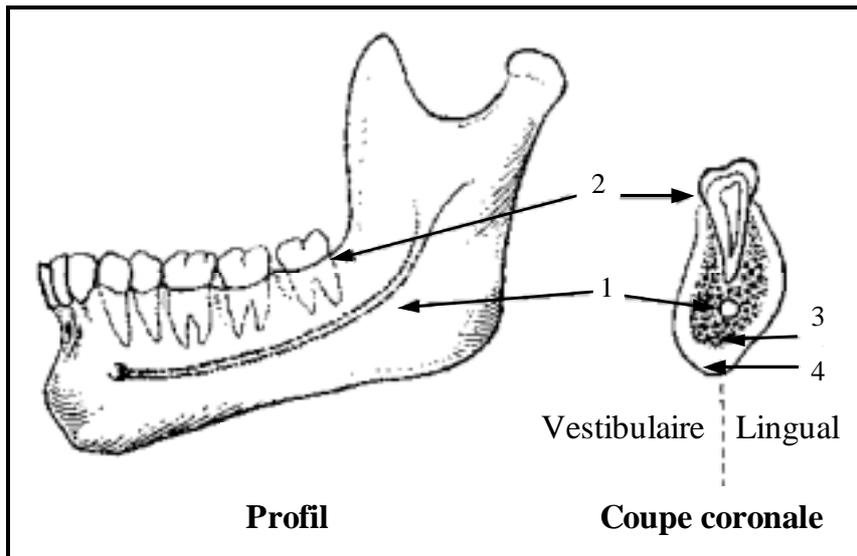


Figure n°4 b : Position du canal mandibulaire chez l’homme en vue de profil et coupe coronale. 1 - canal mandibulaire. 2 – dent. 3 – os spongieux. 4 – os cortical.
D’après HENNET (1998 a)

1.1.1.3 Rappels histologiques

Les os de la face sont des os plats constitués d’os compact entourant du tissu spongieux.

L’os spongieux est un tissu osseux lâche, dont les lamelles osseuses, moins nombreuses, délimitent des lacunes contenant des vaisseaux sanguins et de la moelle hématopoïétique. *VIATEAU (1994)*

L’os compact est constitué de lamelles disposées concentriquement autour d’un canal vasculaire central, le canal de Havers. Chaque système de Havers est parallèle à l’axe de l’os. Ces canaux centraux sont réunis entre eux par des canaux obliques, les canaux de Volkman. L’os compact est recouvert par le périoste. Il est surtout épais sur le bord ventral de la partie molaire du corps. Il présente au sein de la mandibule des renforcements orientés. La substance spongieuse s’organise également en travées, parallèles à celles de l’os cortical qu’elles renforcent.

De cette organisation, résultent des systèmes de traction et de pression décrits par BARONE (1996 a) (cf. figures 5) :

Les systèmes de traction débutent au niveau du processus coronoïde (traction du muscle temporal) et au voisinage de l'angle de la mandibule (traction des muscles masséter et ptérygoïdien médial). Le premier se disperse le long du bord crânial de la branche puis entre le canal alvéolaire et le bord alvéolaire du corps de la mandibule jusqu'à la région incisive. Le second système de traction se dirige vers la jonction du bord rostral de la branche et du bord alvéolaire du corps. Il représente non seulement la traction des muscles masséter et ptérygoïdien médial mais également la pression exercée sur la région molaire par la mastication.

Les systèmes de pression naissent autour des racines des dents et aboutissent au processus condyalaire. Ils forment un arc qui part de la partie incisive de la mandibule, longe le bord ventral du corps puis le bord caudal de la branche. Cet arc permet de capter les forces générées par la mastication au niveau des racines des dents et de les répartir via les septums alvéolaires vers le bord ventral du corps très épais puis l'articulation temporo-mandibulaire.

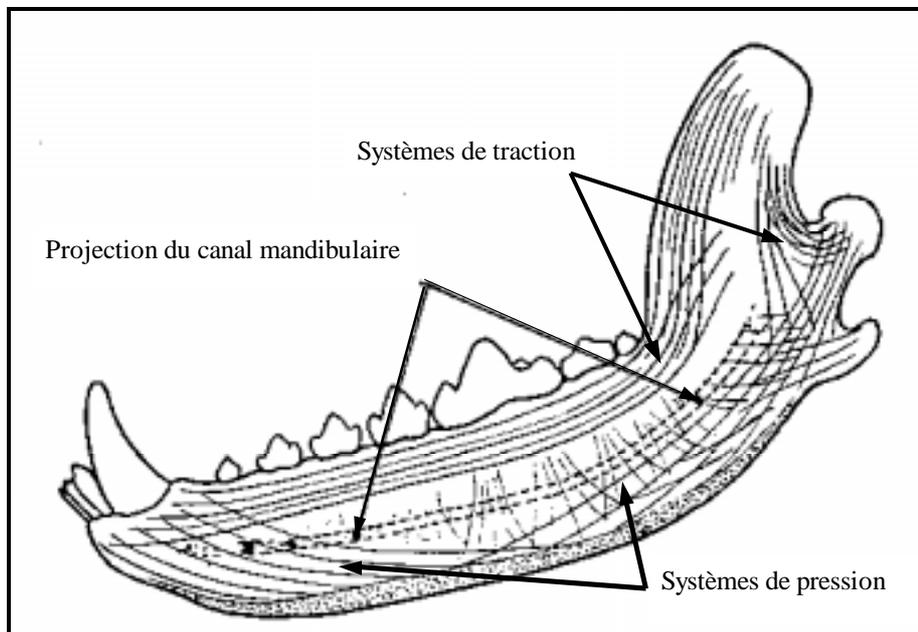


Figure n°5 : Organisation mécanique de la mandibule chez le chien, système de traction et de pression. *D'après BARONE (1996 a)*

Ces systèmes de traction et de pression sont très dépendants de la fonction masticatoire et disparaissent presque totalement chez l'édenté.

La particularité de l'os des mâchoires par rapport aux autres éléments du squelette, est d'être coiffé par des procès alvéolaires au sein desquels sont ancrées les dents. Ces procès alvéolaires sont constitués (cf. figure 6) :

- d'une corticale d'os compact, linguale et vestibulaire ;
- d'os alvéolaire propre, au contact direct avec la dent, assimilé à une corticale interne ;
- d'os spongieux, situé entre les deux structures précédemment citées.

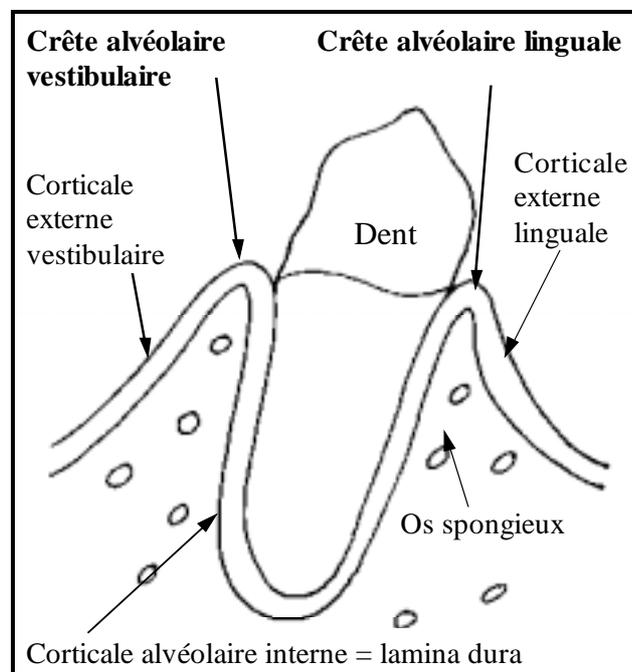


Figure n°6 : Crêtes alvéolaires.

L'os alvéolaire propre a pour origine embryologique le sac dentaire. Sa composition est la même que l'os compact :

- 60 à 70% d'éléments inorganiques (60% de cristaux d'hydroxyapatite, 40% de calcium et de phosphore amorphes) ;
- 22 à 33 % de matrice organique, principalement du collagène ;
- 8% d'eau.

Ses lamelles sont disposées en systèmes de Havers. Cependant, l'os alvéolaire propre est percé de multiples pertuis correspondant à l'abouchement des canaux de Volkman. Il est également appelé lame criblée ou cribriforme. Il apparaît sur les clichés radiographiques comme une ligne radio-opaque entourant les dents, il est alors connu sous le terme de lamina dura. *SCHROEDER (1991)*

Cet os naît parallèlement au développement et à l'éruption des dents. Il diminue progressivement à la disparition de celles-ci.

L'os alvéolaire forme ainsi les septums qui délimitent les alvéoles dentaires. Il épouse la forme des différentes racines. Son épaisseur varie en fonction des sollicitations mécaniques imposées à chaque dent (mastication, rapport occlusal, orthodontie...). Il constitue avec le cément et le ligament alvéolo-dentaire le système d'attache de la dent. Il permet également une répartition de l'ensemble des forces occlusales et une absorption de celles générées par la mastication. Les foramens multiples de la lame cribriforme permettent le passage des nerfs et des vaisseaux sanguins et lymphatiques vers la dent. *LINDHE et KARRING (1998)*

1.1.2 Les articulations du crâne et de la face

1.1.2.1 L'articulation temporo-mandibulaire

EVANS et CHRISTENSEN (1979)

L'articulation temporo-mandibulaire est l'unique articulation synoviale intrinsèque de la tête. Elle est de type condyloïde et unit la mandibule à l'os temporal. Ses mouvements permettent l'ouverture de la cavité buccale.

Elle comporte deux surfaces articulaires :

- la fosse mandibulaire portée par l'os temporal ;
- le condyle mandibulaire sur la branche montante de la mandibule.

Ces deux surfaces articulaires sont recouvertes par du cartilage articulaire. Leur concordance n'est pas parfaite. Leur coaptation est assurée par l'interposition d'un disque articulaire, lame fibro-cartilagineuse très mince, insérée par toute sa périphérie sur la capsule articulaire.

L'articulation temporo-mandibulaire est enveloppée de toute part dans un manchon fibreux, la capsule articulaire. Mince dans ses parties rostrales, elle s'épaissit latéralement décrivant ainsi le ligament latéral, épais, qui s'étend de la base du processus zygomatic et de l'extrémité latérale de l'os temporal jusqu'au col de la mandibule.

1.1.2.2 La symphyse mandibulaire

Les deux corps de la mandibule sont unis en région incisive par une articulation de type symphysaire, qui ne se soude pas tout au long de la vie de l'animal. Chez l'homme, la fermeture de la symphyse a lieu dès l'âge d'un an. *GOLA et al (1996)*

Chaque surface articulaire est représentée par le plateau symphysaire, médial, dont la partie centrale est rugueuse (bosses osseuses et dépressions sans imbrication avec la partie correspondante de la mandibule opposée). En région antéro-supérieure, un fibrocartilage sert d'intermédiaire dans certains mouvements mandibulaires. Le plateau symphysaire de chacune des mandibules est maintenu face à son homologue par de très nombreux ligaments. *SCAPINO (1965)*

La symphyse mandibulaire est entourée par une épaisse capsule issue du périoste.

1.2 Myologie

1.2.1 Les muscles superficiels de la face

EVANS et CHRISTENSEN (1979), BARONE (1996 a)

Les muscles superficiels de la face sont nombreux, ils sont disposés, pour la plupart, autour des orifices de la face dont ils font varier les dimensions. Ils sont peu épais. La connaissance de certains de ces muscles superficiels est intéressante car ce sont les premiers éléments rencontrés lors de la voie d'abord de la mandibule et du maxillaire.

Le muscle platysma recouvre toute la région du cou. On distingue tout particulièrement autour de la cavité buccale (cf. figure 7):

- le muscle releveur de la lèvre supérieure et le muscle canin réunis entre eux ;
- le muscle mental ;
- le muscle orbiculaire des lèvres ;
- le muscle buccinateur.

En région orbitaire, on trouve :

- le muscle malaire ;
- le muscle zygomatique.

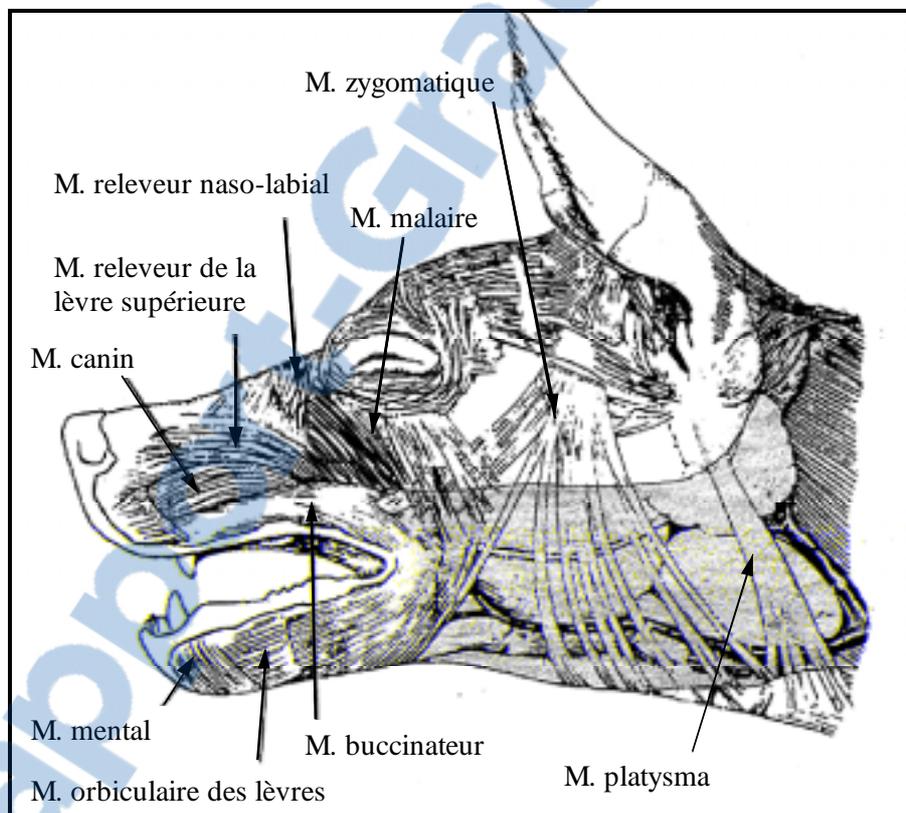


Figure n°7 : Muscles superficiels de la tête du chien – Muscle platysma rendu transparent – Vue latérale.

D'après EVANS et CHRISTENSEN (1979)

1.2.2 Les muscles élévateurs de la mandibule.

EVANS et CHRISTENSEN (1979), BARONE (1996 a)

1.2.2.1 Le muscle masséter

Le muscle masséter s'insère sur l'arcade zygomatique. Il se termine sur la branche de la mandibule. Il occupe toute l'étendue de la fosse massétérique, ainsi que le bord caudal et l'angle de la mandibule. Ses fibres se divisent en trois parties : superficielle, moyenne et profonde.

La couche superficielle, la plus épaisse, prend son insertion sur le bord ventral de la portion rostrale de l'arcade zygomatique et s'achève en région ventro-latérale de la fosse massétérique. La partie moyenne du masséter est la plus fine. Elle prend naissance médialement et caudalement à la couche superficielle sur l'arcade zygomatique. Elle se termine sur la limite ventrale de la fosse massétérique. Enfin, les fibres profondes sont étroitement liées, à leur insertion sur l'arcade zygomatique aux fibres du muscle temporal. Elles occupent la portion caudale de la fosse massétérique. (*cf. figure 8 a*)

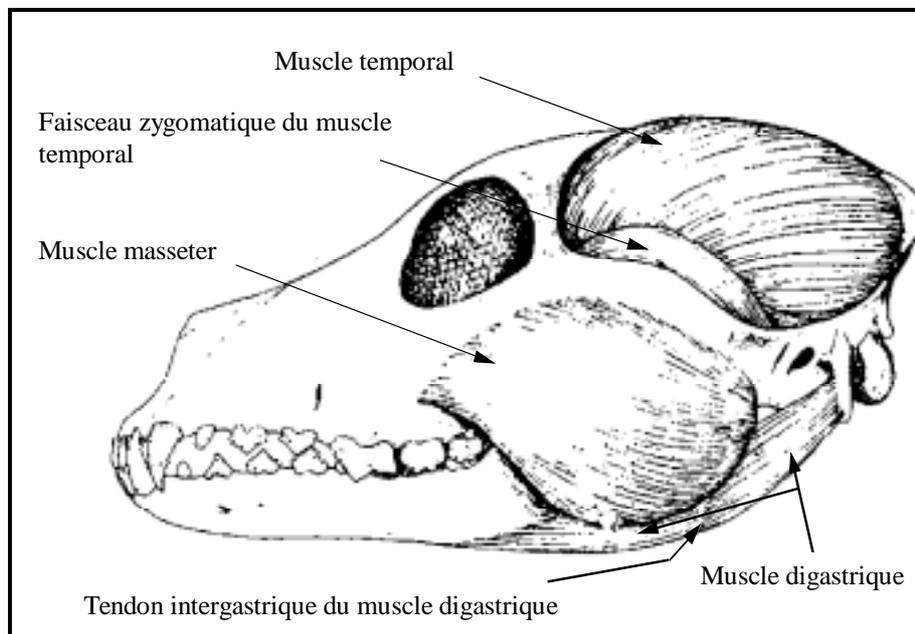


Figure n°8 a : Muscles masticateurs du chien – Vue latérale.

D'après DENOIX (1995)

Ce muscle, épais et rebondi, est l'agent le plus puissant de la mastication. Il permet l'élévation de la mandibule.

1.2.2.2 Le muscle temporal

Le muscle temporal est inséré sur toute l'étendue de la fosse temporale, ainsi que sur la crête ptérygoïdienne et une partie de la face médiale de l'arcade zygomatique (fibres imbriquées avec celles du masséter profond). Il s'achève par un lame tendineuse sur le processus coronoïde de la mandibule.

Le muscle temporal est large, très épais et rebondi. Il intervient dans l'élévation de la mandibule qu'il fait basculer autour de l'articulation temporo-mandibulaire.

(cf. figures 8 a et b)

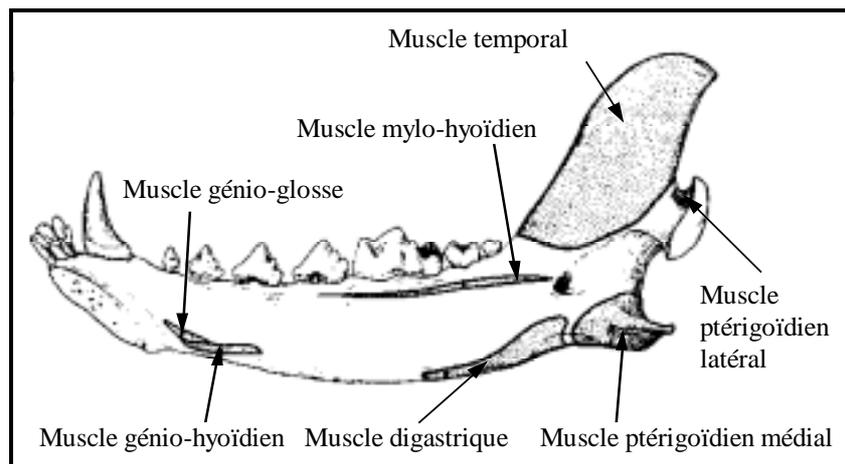


Figure n°8 b : Insertions musculaires sur une mandibule de chien
– Vue latérale. *D'après BARONE (1996 a)*

1.2.2.3 Le muscle ptérygoïdien médial

Le muscle ptérygoïdien médial prend son origine sur la plus grande partie de la crête ptérygo-palatine et se termine dans la fosse ptérygoïdienne de la branche de la mandibule ainsi que sur son bord caudal et le processus angulaire.



Ce muscle est très puissant. Il concourt à élever la mâchoire inférieure, à qui il peut également imposer des mouvements latéraux. (*cf. figure 8 b*)

1.2.2.4 Le muscle ptérygoïdien latéral

Le muscle ptérygoïdien latéral prend naissance sur la face ventrale de l'os sphénoïde et au revers latéral du processus ptérygoïdien, et se termine sur la face médiale du col de la mandibule et sur la partie adjacente de la capsule articulaire temporo-mandibulaire.

Ce muscle est plus petit et plus oblique que le ptérygoïdien médial, qui sur une vue pharyngienne le recouvre totalement. Lors de sa contraction, il élève la mandibule. De plus, quand la contraction est unilatérale, l'extrémité rostrale de la mandibule se déplace du côté opposé à celui du muscle contracté. (*cf. figures 8 a et b*)

1.2.3 Les muscles abaisseurs de la mandibule.

1.2.3.1 Le muscle digastrique

Le muscle digastrique fait partie des muscles masticateurs par son rôle abaisseur de la mandibule. Il est constitué d'un ventre caudal et d'un ventre rostral réunis par un tendon intergastrique. (*cf. figure 8 b*) BARONE (1996 a)

Il prend naissance sur le processus jugulaire de l'os occipital et s'achève sur le bord ventral de la mandibule (ventre rostral) et sur l'angle de la mandibule (ventre caudal).

1.2.3.2 Le muscle mylo-hyoïdien

Le muscle mylo-hyoïdien peut également être classé parmi les muscles masticateurs bien que son rôle principal soit d'élever la langue. Il prend son origine le long de la ligne mylo-hyoïdienne située sur la face médiale du corps de la mandibule et se termine en un raphé fibreux médian commun aux muscles droit et gauche. Ce raphé aboutit d'une part à la symphyse mandibulaire et d'autre part sur l'os hyoïde.

(*cf. figure 8 b*)

Lors de sa contraction, il élève le plancher de la bouche, tire l'os hyoïde vers l'avant et élève la langue. Il contribue ainsi à l'ouverture de la cavité buccale.

BARONE (1996 a), EVANS et CHRISTENSEN (1979)

1.3 Angiologie

1.3.1 Les artères

La vascularisation de l'appareil manducateur est assurée par la carotide externe provenant de la carotide commune. Elle émet de nombreuses collatérales avant de se prolonger en artère maxillaire et artère temporale superficielle.

1.3.1.1 Les collatérales de l'artère carotide externe

BARONE (1996 a), CADENAT et al. (1972), EVANS et CHRISTENSEN (1979), GOLLA et al. (1996)

Sur la carotide externe, naissent trois artères principales :

- l'artère linguale, volumineuse qui se prolonge en artère profonde de la langue ;
- l'artère faciale qui contourne le bord ventral de la mandibule et s'élève le long de la partie rostrale du muscle masséter ;
- l'artère auriculaire caudale, qui passe sous la glande parotide et atteint la face caudale du pavillon de l'oreille.

L'artère faciale est à l'origine du tronc commun des artères sus-mentale et linguale, des artères labiales inférieure et supérieure ainsi que de l'artère angulaire de la bouche. L'artère faciale irrigue ainsi la plupart des muscles et téguments de la face, le muscle masséter et les glandes mandibulaires.

1.3.1.2 L'artère maxillaire

BARONE (1996 b), EVANS et CHRISTENSEN (1979)

L'artère maxillaire, très volumineuse, est le véritable prolongement de l'artère carotide externe. Elle circule, dans un premier temps, médialement à l'articulation temporo-mandibulaire. Puis, elle se dirige rostralement et médialement contre la face des muscles ptérygoïdiens. Elle atteint alors l'os sphénoïdien dont elle traverse le canal alaire.

Avant de se loger dans la fosse ptérygo-palatine, elle émet :

- le rameau articulaire temporo-mandibulaire ;
- l'artère alvéolaire inférieure, engagée dans le trou mandibulaire ;
- l'artère temporale caudale profonde, irriguant les muscles temporal et masséter ;
- l'artère buccale irriguant le muscle buccinateur et la muqueuse de la joue ;
- l'artère tympanique rostrale ;
- l'artère méningée moyenne.

Au-delà, elle émet les artères ophtalmique externe, temporale profonde rostrale et buccale, avant de se prolonger en artère palatine descendante, artère nasale septale ou sphéno-palatine et infra-orbitaire. (cf. figure 9)

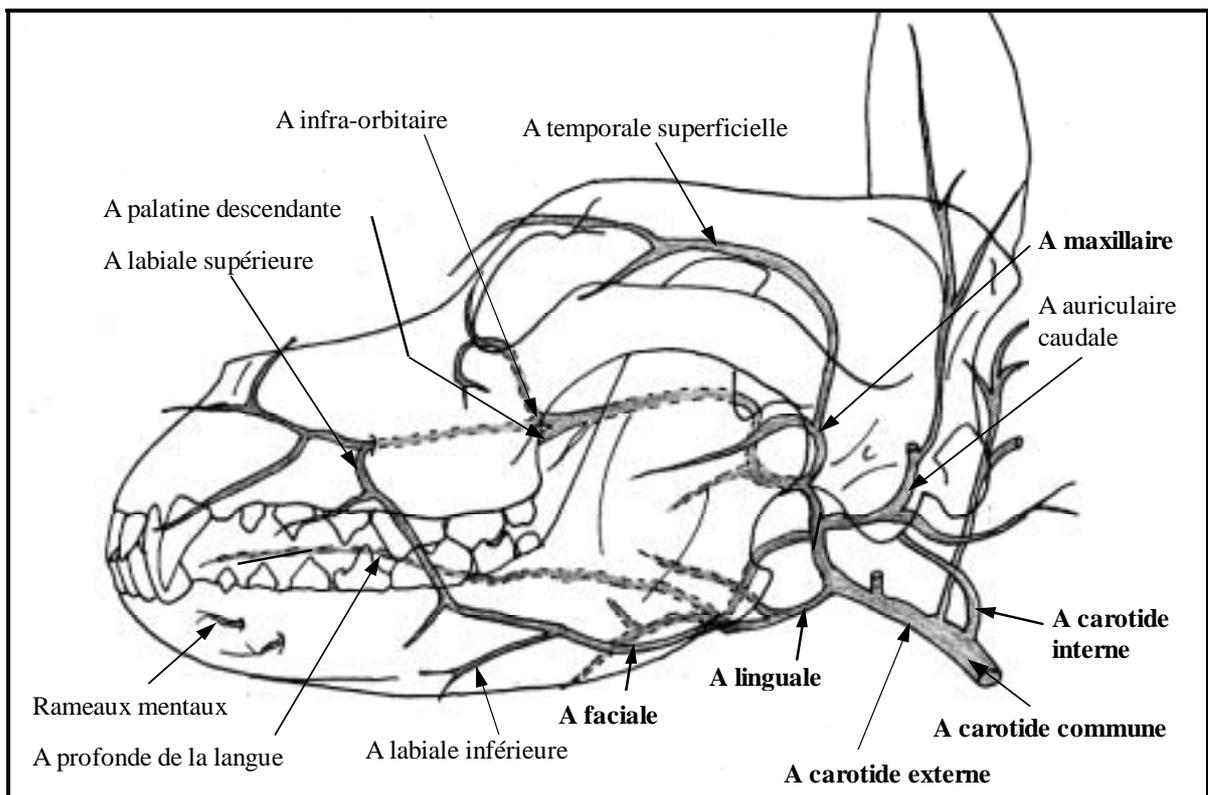


Figure n°9 : Artères de la tête du chien – Vue latérale. *D'après DENOIX (1995)*

L'artère infra orbitaire se divise en trois rameaux (caudal, moyen et rostral) destinés aux dents de l'arcade supérieure. Le rameau rostral, irriguant les incisives, canines et les trois premières prémolaires, a un trajet intra-osseux au sein du canal incisif ou incisivo-canin.

1.3.1.3 La vascularisation intra osseuse

ROUSH et al. (1989 b), GOLA et al. (1996)

La vascularisation de la mandibule dépend de deux apports :

- un apport interne, endosté, fourni par l'artère alvéolaire inférieure, parcourant le canal mandibulaire.
- un apport externe, périosté, tributaire des attaches musculaires et des artères voisines (artère faciale notamment).

La part respective de ces deux apports sanguins varie avec l'âge (*cf. Partie I, 2.3.2*).

Des études de microangiographie réalisées chez le chien, par *ROUSH et al. (1989 b)*, le singe par *BELL et LEVY (1970)* et chez l'homme par *CADENAT et al. (1972)* ont montré que la vascularisation du corps mandibulaire est très similaire dans les trois espèces. Elle est constituée par l'artère alvéolaire inférieure et ses rameaux descendants et ascendants. (*cf. figure 10 a*)

Les rameaux descendants, très fins, sont dirigés rostralement. Ils n'atteignent pas la corticale basale chez l'homme selon *CADENAT et al (1972)* ce qu'ils font chez le chien d'après *ROUSH et al (1989 b)*. (*cf. figure 10 b*)

Les rameaux ascendants sont de trois types (*cf. figure 10 a*) :

- les rameaux ascendants interalvéolaires s'anastomosent entre eux en formant un réseau vasculaire autour des racines dentaires ; certains pénètrent jusqu'au ligament alvéolo-dentaire, d'autres se dirigent vers les crêtes alvéolaires et forment un réseau vasculaire sous-muqueux au sein de la gencive libre.
- les rameaux ascendants dentaires pénètrent dans la dent par l'apex. Ils sont accompagnés de nerfs et de veines.
- les rameaux ascendants interradiculaires sont décrits chez le chien entre les racines des dents pluriradiculées, certains se dirigent vers le ligament alvéolo-dentaire.

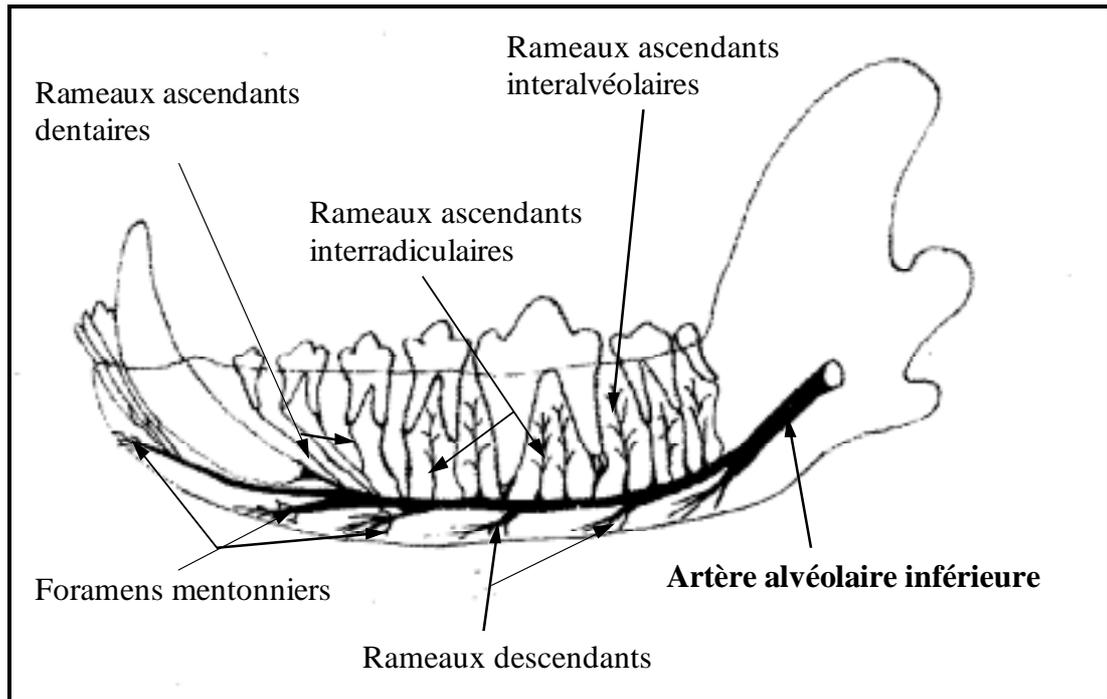


Figure n°10 a : Vascularisation interne du corps de la mandibule – Vue latérale.

Chez le chien, l'anastomose des vaisseaux autour de la symphyse est une hypothèse controversée. Cette anastomose n'est pas mise en évidence dans l'étude de microangiographie de *ROUSH et al. (1989 b)*. Lors de fracture parasymphysaire ou de dysjonction symphysaire, la néoformation de vaisseaux provient d'un apport extravasculaire ce qui renforce l'hypothèse d'absence d'anastomose des vaisseaux intra-osseux.. *ROUSH et al.(1989 b)*, *BELL et LEVY (1970)*

Chez l'homme, *CADENAT et al. (1972)* ont montré que les rameaux de l'artère alvéolaire inférieure n'atteignent pas la symphyse, elle est vascularisée par un rameau volumineux de l'artère sublinguale.

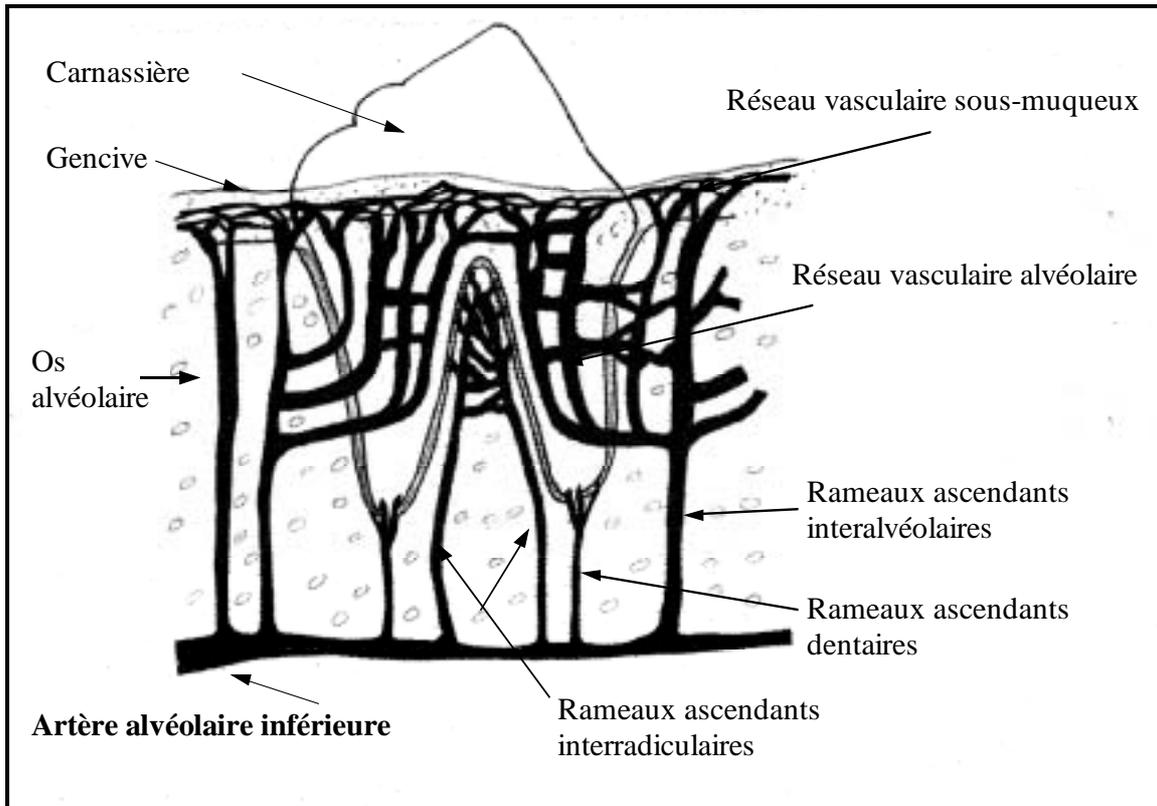


Figure n°10 b : Rameaux ascendants de l'artère alvéolaire inférieure autour d'une carnassière.

1.3.2 Les veines

BARONE (1996 b), EVANS et CHRISTENSEN (1979)

Le sang veineux est drainé par les veines satellites des artères susnommées.

La veine temporale superficielle mais surtout la veine maxillaire, très volumineuse, donnent la veine rétro-mandibulaire, une des deux racines de la veine jugulaire externe. L'autre racine est constituée par la veine linguo-faciale qui reçoit les veines faciale, buccale et sublinguale.

1.3.3 Le réseau lymphatique

EVANS et CHRISTENSEN (1979)

Ce réseau est très important en région céphalique. Les principaux nœuds qui drainent la région buccale sont les rétropharyngiens médiaux, les mandibulaires et dans une moindre mesure les parotidiens :

- *le nœud lymphatique parotidien* est situé à la base de l'oreille. Il draine la région cutanée du museau (1/3 caudal) et du crâne, l'oreille externe, l'articulation temporo-mandibulaire et la glande parotide. Il présente deux ou trois vaisseaux lymphatiques efférents qui cheminent entre le muscle digastrique et la glande parotide vers le nœud lymphatique rétropharyngien.
- *le nœud lymphatique mandibulaire* est couché le long de l'angle de la mandibule. Il draine tous les territoires superficiels qui ne sont pas pris en charge par le nœud lymphatique parotidien. Il reçoit également des vaisseaux afférents en provenance de l'articulation temporo-mandibulaire et de glande parotide. La lymphe est ensuite dirigée vers le nœud lymphatique médial ipsilatéral.
- *les nœuds lymphatiques rétropharyngiens médiaux* sont étroitement reliés entre eux et forment un véritable plexus ventral. Ce sont les nœuds lymphatiques les plus importants de la tête et du cou. Ils drainent toutes les structures profondes de la face et du crâne, les premières structures du cou. Ils reçoivent les voies efférentes des nœuds lymphatiques mandibulaires et parotidiens. Leurs vaisseaux efférents rejoignent les nœuds lymphatiques cervicaux profonds et superficiels.

1.4 Neurologie

Le nerf trijumeau, V^e paire de nerfs crâniens, et le nerf facial, VII^e paire, innervent l'appareil manducateur. (cf. figure 11)

1.4.1 Le nerf trijumeau

Le nerf trijumeau assure la sensibilité de la face et la motricité des muscles masticateurs. Il se divise principalement en nerf maxillaire et nerf mandibulaire.

1.4.1.1 Le nerf maxillaire

Le nerf maxillaire se distribue à tout l'étage maxillo-nasal de la face. Il émerge de la boîte crânienne par le foramen rond, chemine en direction de la fosse ptérygopalatine qu'il traverse pour atteindre le foramen maxillaire.

Il émet le nerf zygomatique (fosse temporale et région zygomatique) et le nerf ptérygopalatin (sensibilité du palais et des cavités nasales) avant de devenir le nerf infra-orbitaire. Ce nerf parcourt le canal homonyme dans lequel il émet de nombreux rameaux alvéolaires maxillaires, à l'origine de l'innervation des dents. Il sort du canal par le foramen infra-orbitaire. *DENOIX (1993), EVANS et CHRISTENSEN (1979)*

1.4.1.2 Le nerf mandibulaire

Le nerf mandibulaire est émis ventralement sur le nerf trijumeau. Il chemine médialement à l'articulation temporo-mandibulaire, puis se dirige ventralement et rostralement contre la face ventrale du muscle ptérygoïdien latéral.

Il émet le nerf masticateur, moteur pour les muscles temporal et masséter, les nerfs ptérygoïdiens latéral et médial, moteurs pour les ptérygoïdiens, le buccal, sensitif pour la muqueuse buccale et le nerf auriculo-temporal. Il se termine en nerf lingual et en nerf alvéolaire mandibulaire qui parcourt le canal du même nom avant d'émerger par le foramen mentonnier.

Au cours de son trajet intra-osseux, le nerf alvéolaire mandibulaire se distribue vers les dents portées par le corps de la mandibule. Au-delà, il innerve la peau et les incisives inférieures. *EVANS et CHRISTENSEN (1979)*

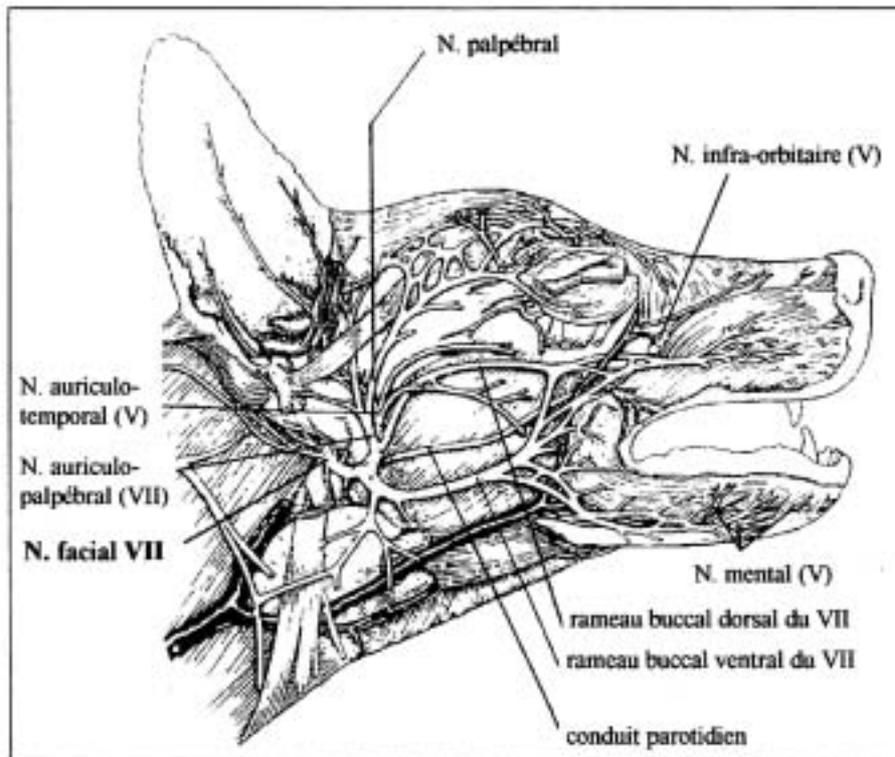


Figure n°11 : Branches superficielles des nerfs trijumeau (V) et facial (VII).
D'après EVANS et CHRISTENSEN (1979)

1.4.2 Le nerf facial

Le nerf facial émerge, par le foramen stylo-mastoïdien, sous la glande parotide. Il devient superficiel en cheminant entre cette glande et le col de la mandibule. Il reçoit le nerf auriculo-temporal, branche sensitive du trijumeau et se divise en deux rameaux buccaux superficiels : dorsal et ventral, formant un plexus sous les muscles cutanés de la tête. Ils sont moteurs et sensitifs pour la région massétérique et la région buccale.

On peut noter que le muscle digastrique est innervé, dans sa partie caudale, par le nerf facial et par les fibres du nerf trijumeau dans sa partie crâniale. *DENOIX (1993)*

1.5 Dents

1.5.1 Les structure de la dent et de ses annexes

Les dents sont portées par les os incisifs, maxillaires ainsi que par le corps de la mandibule. *HENNET (1991), LIGNEREUX (1991)*

1.5.1.1 Les structures de la dent

La dent est formée d'une enveloppe minéralisée, très résistante et d'un tissu conjonctif assurant sa vitalité. Elle présente une partie visible ou couronne dentaire et une partie enchâssée dans l'os alvéolaire, la ou les racines dentaires. La limite entre ces deux parties est appelée le collet de la dent. Les carnivores sont des brachyodontes : les couronnes de leurs dents sont basses car les racines sont formées tôt.

La dent est constituée par (*cf. figure 12*) :

l'émail :

la couronne est recouverte d'émail, tissu le plus minéralisé (96-98%) et le moins hydraté (2%) de l'organisme. Il est constitué de protéines (1,2 %), et de phospho-lipoprotéines (0,8%), mais l'essentiel est représenté par des cristaux d'hydroxyapatite sous forme de longs prismes hexagonaux, entourés par une gaine organique et regroupés en faisceaux entrecroisés. Ces cristaux emprisonnent des éléments comme les carbonates ou le fluor, dans les couches superficielles. Sa formation (amélogénèse) qui commence au sommet des cuspides pour s'achever au collet de la dent, s'arrête vers l'âge de quatre mois. Au-delà, il n'existe aucune cicatrisation ou régénération de l'émail. Sa densité est élevée (2,9). Il est radio-opaque. L'émail du chien est cependant moins épais et moins dur que celui de l'homme.

le ciment :

la racine est entourée d'un tissu minéralisé, le ciment. Ce tissu sert d'encrage aux fibres du ligament alvéolo-dentaire ou desmodonte. Il contient 10 % d'eau, 25% de matières organiques (fibres de collagène, glycosaminoglycanes et glycoprotéines). Il n'est minéralisé qu'à 65%.



la dentine :

le principal constituant de la dent est la dentine ou ivoire. Elle constitue la couronne et la racine, au sein desquelles, elle délimite la cavité pulpaire. La dentine est un tissu organique, poreux moins minéralisé que l'émail. Sa trame organique est principalement collagénique. Sa densité est de 2,1. Elle est également radio-opaque.

La dentine est le tissu de sécrétion de la pulpe dentaire. La dentine présente lors de l'éruption de la dent est appelée dentine primaire. Au cours de la vie, et tant que la pulpe dentaire reste vivante, une dentine secondaire est déposée, elle épaissit les parois dentinaires et réduit la cavité pulpaire. Une dentine tertiaire est sécrétée lors de microtraumatismes répétés, de fracture ou de contact anormal (pansement, obturation...)

la pulpe dentaire :

la cavité pulpaire est délimitée par la dentine. Elle présente une partie coronaire et une partie radiculaire divisée en autant de canaux que la dent possède de racines. Ces canaux sont ouverts à l'apex par de multiples pertuis très réduits. Ils abritent et protègent la pulpe dentaire, tissu nourricier de la dent. Il s'agit d'un tissu conjonctif richement vascularisé et innervé qui assure la formation, la nutrition, l'innervation et la défense de la dent.

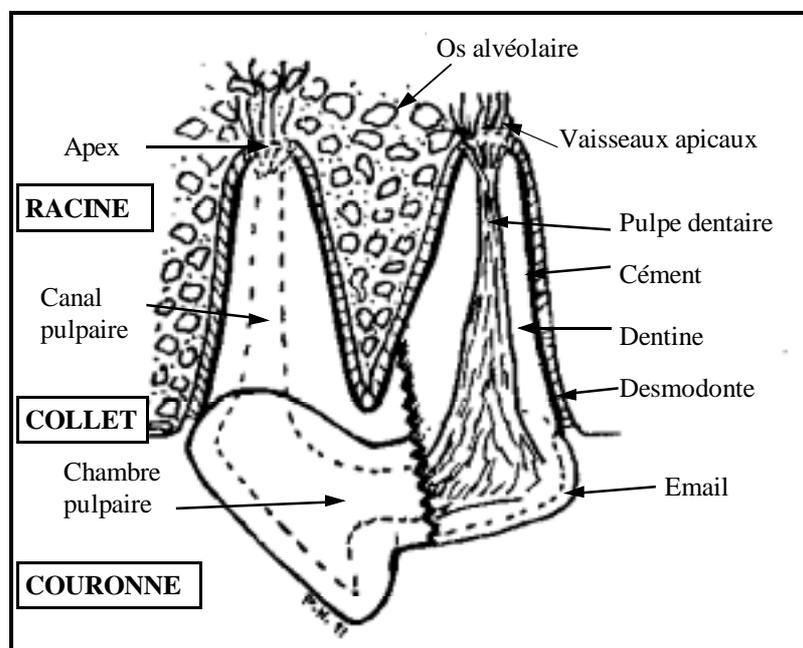


Figure n°12 : Structures anatomiques d'une dent.

D'après HENNET (1991)

1.5.1.2 Le parodonte

Le parodonte regroupe les différentes structures contribuant à l'ancrage de la dent : le cément, le ligament alvéolo-dentaire, l'os alvéolaire et la gencive. *LIGNEREUX (1991)*, *SCHROEDER (1991)*

On différencie :

le ligament alvéolo-dentaire :

la dent est maintenue au sein de l'os alvéolaire par le ligament alvéolo-dentaire dont les fibres sont ancrées à la fois sur le cément et l'os alvéolaire. Outre son rôle de maintien, ce ligament permet un amortissement des mouvements lors de l'occlusion et un ajustement de la force masticatrice grâce aux informations proprioceptives qu'il transmet.

l'alvéole dentaire :

les alvéoles dentaires sont creusées au sein des procès alvéolaires. Elles sont séparées entre elles par des septums. Leurs parois vestibulaire et linguale sont constituées d'os compact alors que les septums interalvéolaires et interradiculaires sont constitués d'os alvéolaire propre.

Les procès alvéolaires sont recouverts par la gencive, dite gencive fixe ou attachée.

1.5.2 La formule dentaire et l'occlusion chez le chien

En chirurgie maxillo-faciale, une parfaite connaissance des dents (nombre et topographie des racines...) et de l'occlusion est fondamentale afin de préserver les structures dentaires et de respecter les principes biomécaniques de la mastication.

L'arcade dentaire des carnivores est composée de dents spécialisées dans des fonctions différentes, et présentant donc une morphologie adaptée, on parle d'hétérodonie. Le chien saisit, déchire et broie ses aliments.

1.5.2.1 La formule dentaire

La formule dentaire se définit comme étant le “nombre de dents présentes sur une demi-arcade supérieure / nombre de dents présentes sur la demi-arcade inférieure”. Le chien présente deux générations successives de dents : il est diphyodonte.

Le chiot, à l'âge de 2 mois, possède vingt-huit dents déciduales :

$$3 \text{ Id} + 1 \text{ Cd} + 3 \text{ Pd} / 3 \text{ Id} + 1 \text{ Cd} + 3 \text{ Pd}$$

Le jeune ne possède pas de molaire. La première prémolaire n'a pas de précurseur décidual, elle est considérée comme appartenant directement à la dentition définitive. En effet, son bourgeon se forme très tardivement (47^e jours in utero).

L'adulte, dès l'âge de sept mois, présente normalement quarante-deux dents :

$$3 \text{ I} + 1 \text{ C} + 4 \text{ P} + 2 \text{ M} / 3 \text{ I} + 1 \text{ C} + 4 \text{ P} + 3 \text{ M}$$

Cette formule dentaire connaît en réalité de grandes variations, dues à la persistance de dents déciduales, à une oligodontie (absence de certaines dents), voire la présence de dents surnuméraires. *EMILY et PENMAN (1990)*

La taille des **incisives** augmente de la pince au coin. Ces dents sont monoradiculées. Le coin supérieur à la forme d'une canine. La pince et la mitoyenne s'en distinguent par la netteté de leurs couronnes, marquées par la présence de deux tubercules, l'un mésial l'autre distal, évoquant la fleur de lys.

Les **canines** sont très puissantes et possèdent une racine unique plus importante que la couronne.

Les **prémolaires** chez le chien sont de deux types : les précarnassières (trois premières prémolaires supérieures et les quatre inférieures) et les carnassières (quatrième prémolaire supérieure). La couronne de ces dernières est beaucoup plus développée, avec deux cuspidés vestibulaires et une cuspide palatine. A chacune de ces cuspidés correspond une racine. La carnassière en possède donc trois, alors que les premières prémolaires n'en ont qu'une et que les autres précarnassières en possèdent deux.

Les **molaires** appartiennent à la dentition permanente. Elles se répartissent également en deux groupes, les carnassières (première molaire inférieure) et les postcarnassières. La carnassière inférieure est plus volumineuse que la carnassière supérieure (prémolaire). Elle ne possède en revanche que deux racines. La partie mésiale de la couronne porte trois cuspidés, et sa partie distale présente deux tubercules ou talon de la carnassière. Les autres molaires sont dites tuberculeuses. *LIGNEREUX (1991)*

1.5.2.2 L'occlusion

L'occlusion est réalisée par l'engrènement des arcades dentaires lors de la fermeture des mâchoires. Chez un chien de type mésocéphale ou dolicocephale dont l'occlusion est normale, l'arcade dentaire inférieure est plus étroite et plus courte que l'arcade supérieure. On parle d'anisognathisme. *LIGNEREUX (1991)*

L'occlusion normale est caractérisée par quatre points selon *HENNET (1993)* :

un articulé en ciseau des incisives :

les incisives viennent en regard les unes des autres, avec un décalage rostral de l'arcade supérieure, sans perte de contact. Le bord tranchant des incisives inférieures s'appuie contre la face linguale des supérieures. Les incisives inférieures seront donc les premières dents à s'user. (*cf. figure 13 a*)

une interdigitation régulière de la triade coin supérieur-canine inférieure-canine supérieure :

la couronne de la canine inférieure se loge dans l'espace interdenteaire entre le coin supérieur et la canine supérieure. Elle est à égale distance de l'une et de l'autre sans en toucher aucune. La canine supérieure croise distalement l'inférieure. (*cf. figures 13 a et b*)

une interdigitation régulière des prémolaires supérieures et inférieures :

les prémolaires supérieures et inférieures sont régulièrement alternées en quinconce, les prémolaires inférieures étant toujours plus rostrales par rapport aux dents supérieures de même ordre. Les couronnes de ces dents ne sont jamais en contact, la pointe du lobe principal de la prémolaire étant située exactement au milieu de l'espace interdenteaire des prémolaires de l'arc dentaire opposé. (*cf. figures 13 a et b*)

un articulé en ciseau des carnassières :

La carnassière inférieure est en position linguale par rapport à la carnassière supérieure, car la mandibule est plus étroite que le maxillaire. (cf. figure 13 a)

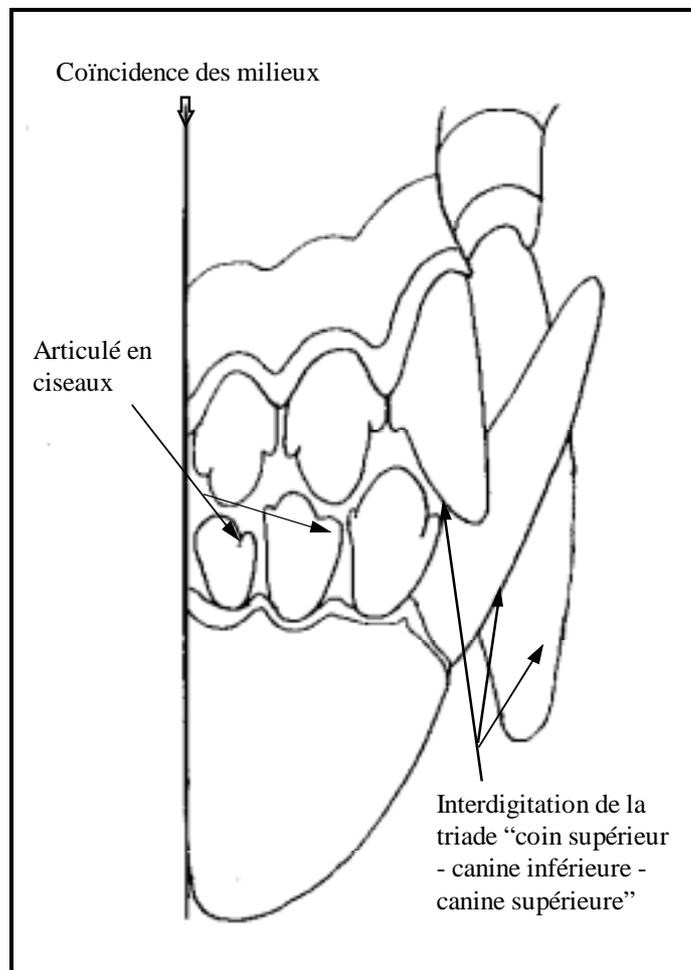


Figure n°13 a : Occlusion dentaire normale – Vue rostrale.

D'après LIGNEREUX (1991)

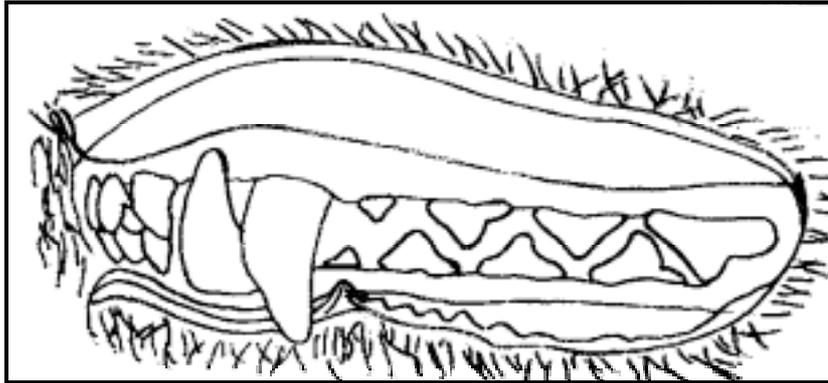


Figure n°13 b : Occlusion dentaire normale : interdigitation de la triade « coin supérieur – canine inférieure – canine supérieure » et des prémolaires supérieures et inférieures.
D’après HENNET (1993)

Le talon de la carnassière inférieure est en contact avec la première molaire supérieure. Le lobe caudal de la deuxième molaire inférieure est en contact avec la face occlusale de la seconde molaire supérieure, ce qui limite le rapprochement des mâchoires, protégeant ainsi les incisives et le palais.

Dans le plan transversal, le point interincisif supérieur est situé sur la même verticale que le point interincisif inférieur, on parle de “coïncidence des milieux”.
(cf. figure 13b). Le grand axe des dents est quasiment parallèle à la paroi osseuse vestibulaire des mâchoires.

1.5.2.3. L’orientation

HENNET (1993), WIGGS (1989)

La face mésiale est le bord de la dent, situé le long de l’arcade dentaire, qui est le plus proche de la première incisive. La face distale est le bord de la dent, situé le long de l’arcade dentaire, qui lui est opposé. La face occlusale se trouve en regard de la dent antagoniste.

La face interne est appelée face linguale pour les dents de l'arcade inférieure, et palatine pour celles du maxillaire. La face externe est nommée vestibulaire pour les dents en regard des joues et labiale pour les plus rostrales (incisives, canines, et premières prémolaires) en contact avec les lèvres. Sur chaque couronne, on distingue cinq faces.

(cf. figure 14)

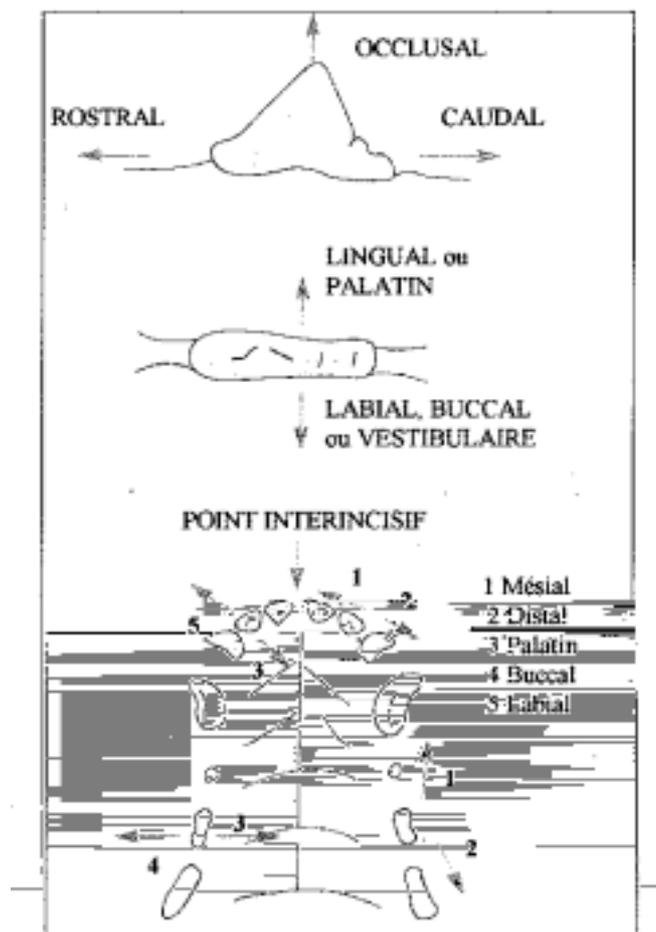


Figure n°14 : Terminologie dentaire .

D'après HENNET (1993)

2. DEVELOPPEMENT ET VARIATIONS MORPHOLOGIQUES

2.1 Développement et croissance

2.1.1 Développement et croissance osseux

Les mâchoires se développent à partir de bourgeons de la face, en place dès l'âge de trois semaines in utero. Le massif maxillo-facial (os maxillaire, nasal et palatin) est composé d'os de membrane, os dont le développement s'effectue par ossification au sein d'un tissu conjonctif (ossification de membrane). La croissance de ces os ne peut s'effectuer que par phénomène d'apposition osseuse périphérique et de remodelage osseux. La mandibule se développe au sein du tissu conjonctif latéral au cartilage de Meckel. Un cartilage secondaire se développe caudalement pour relier la mandibule au crâne (articulation temporo-mandibulaire). *LIGNEREUX (1991)*

Après la naissance, le crâne et la région mandibulaire croissent chacun selon leur propre rythme. La croissance de la face est plus tardive que celle du crâne. A la naissance, le chiot présente une tête globuleuse, au crâne bombé et à la face courte. Les reliefs osseux sont peu marqués. Le crâne ne prend une morphologie proche de celle de l'adulte qu'à l'âge de quelques semaines. La face poursuit sa croissance plusieurs semaines après le crâne. Elle est influencée par l'éruption des dents définitives, achevée à sept mois. En effet, parallèlement à la croissance de l'os basilaire des mâchoires, se développent les dents et l'os alvéolaire dont l'origine embryologique diffère en partie de celle des mâchoires. *BARONE (1996 a)*

Le développement indépendant de ces deux étages conduit généralement à une harm

2.1.2 Développement dentaire

Le développement des dents commence dans la quatrième semaine de vie intra-utérine et se termine sept mois après la naissance, lorsque toutes les couronnes des dents définitives sont apparues.

Les couronnes des dents déciduales se forment entre le 42^{ème} jours in utero et 15 jours post natalem. Leur minéralisation débute dans les quinze derniers jours de la gestation.

Les couronnes des dents définitives sont élaborées entre la deuxième semaine et le troisième mois qui suivent la naissance, excepté celle de la première molaire inférieure minéralisée dès J55 in utero. Leur minéralisation apparaît radiographiquement entre un mois et demi et deux mois et demi pour les dents remplacées et jusqu'à trois mois et demi voire plus pour les dernières molaires. Lors de la formation des racines et l'éruption dentaire, une partie de l'ectomésenchyme appelé le sac dentaire est transformé en futur ligament alvéolo-dentaire et l'ostéogenèse alvéolaire commence. Ainsi se forment les procès alvéolaires prolongeant le bord libre de l'os des mâchoires. *SCHROEDER (1991)*

Tout traumatisme ou affection survenant au cours de cette période peut provoquer des troubles importants : absence de dent, déficit quantitatif ou qualitatif de l'émail et de la dentine, kyste dentaire...

2.2 Variations morphologiques

La forme et les proportions de la tête varient infiniment plus selon les races, chez le chien, que dans toute autre espèce. On distingue trois grands types morphologiques (*cf. figure 15*) :

- dolicéphale, du grec *dolikos* signifiant long et *kephalê*, tête ;
- mésocéphale, du grec *mesos*, médian ;
- brachycéphale, du grec *brakhus*, court.

Le type dolicocephale, représenté par les lévriers et les colleys par exemple, est caractérisé par une tête allongée et effilée. A l'inverse, les brachycéphales présentent une tête très courte et ramassée (pékinois, dogues...). Les proportions moyennes de la tête des mésocéphales se retrouvent chez le berger allemand ou setter. *BARONE (1996 a)*

Les variations en taille et en proportions de la tête sont très importantes par rapport au reste du corps. Elles n'affectent pas de la même façon tous les étages de la tête. Elles concernent principalement la face.

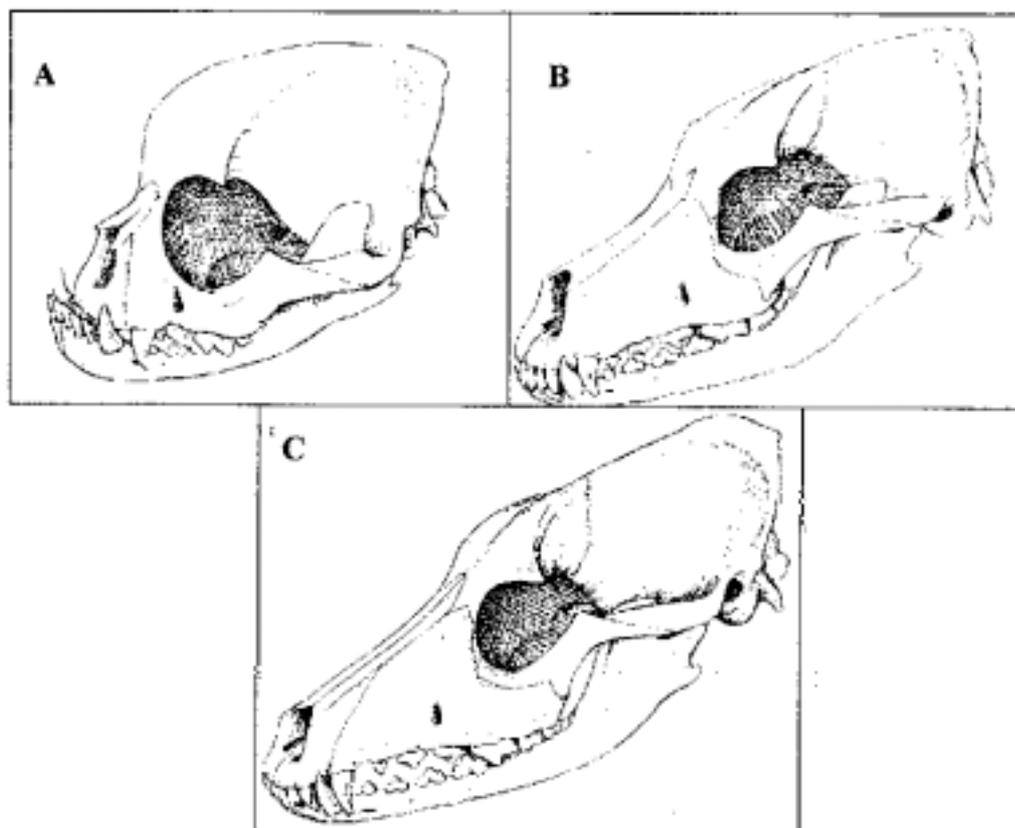


Figure n° 15 : Variations morphologiques du crâne : *D'après BARONE (1996 a)*

- A- tête osseuse de bouledogue ;
- B- tête osseuse d'épagneul ;
- C- tête osseuse de lévrier.

Chez les dolichéphales, la face est beaucoup plus longue que le crâne (la longueur de l'os nasal peut excéder jusqu'à quinze fois sa largeur), alors qu'elle est plus courte que lui chez les brachycéphales. Les deux mâchoires, elles-mêmes, ne présentent pas toujours une évolution similaire. Ainsi chez les brachycéphales, la mâchoire inférieure dépasse très fréquemment le maxillaire, et se recourbe devant celui-ci : on parle de brachygnathie supérieure.

Le développement du crâne varie moins. Cependant le sinus frontal, important chez les races dolichéphales, est très réduit pour les brachycéphales. De même, la crête sagittale externe, particulièrement saillante et allongée chez les lévriers peut être effacée chez certains brachycéphales. La tête de ces derniers est très globuleuse, proche de la disposition fœtale. *EVANS et CHRISTENSEN (1979)*

2.3 Evolution l'anatomie en fonction de l'âge

Il est important, lors du traitement d'une fracture chez un chien de tenir compte de son âge. En effet comme pour tous les os du squelette, les os de mâchoires voient leur minéralisation et leur vascularisation diminuer avec l'âge du patient, ce qui peut conditionner le traitement. Ces phénomènes de déminéralisation et de dévascularisation sont d'autant plus importants au niveau des os des mâchoires que l'âge s'accompagne généralement d'une perte des dents et donc d'une perte de fonction de l'appareil manducateur.

2.3.1 Structure osseuse chez l'édenté

Contrairement à l'os basilaire, la présence de l'os alvéolaire est directement liée à celle des dents. Chez l'homme, ont été montrés l'existence d'une résorption osseuse alvéolaire liée à la perte des dents ainsi qu'un remodelage osseux en relation avec une diminution importante des contraintes masticatrices sur le maxillaire comme sur la mandibule. Chez le chien, cliniquement et radiographiquement, la perte osseuse est évidente chez l'animal âgé ou atteint de parodontite sévère. Cette perte osseuse peut être la cause même de la fracture.

2.3.1.1 Cicatrisation de l'alvéole dentaire

Après une extraction dentaire, l'alvéole se remplit de sang, les vaisseaux se thrombosent et un amas de fibrine se met en place rapidement. Au cours des premières 48 heures, des granulocytes, monocytes et fibroblastes migrent au sein du noyau de fibrine. Le caillot est progressivement remplacé par un tissu de granulation. Dès le 4ème jour, l'épithélium commence à proliférer. Des ostéoclastes sont présents sur les bords de l'alvéole, alors que les ostéoblastes sont visibles au fond de celle-ci. Le tissu de granulation au 21ème jour est réorganisé en un tissu ostéoïde, la minéralisation commence. L'os nouvellement formé est visible sur un cliché radiographique à la 6ème semaine. Les tissus mous ont cicatrisé, l'épithélialisation est achevée. L'ossification de l'alvéole est complète en quatre mois, mais n'atteint pas le niveau initial.

(cf. figure 16) LINDHE et KARRING (1998)

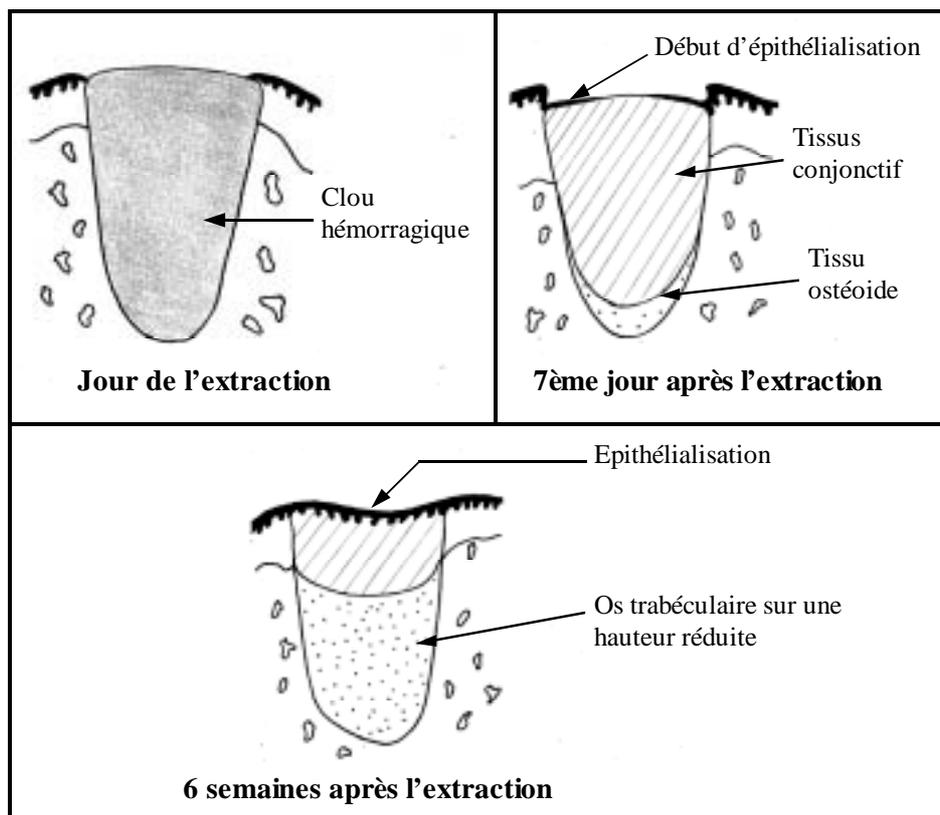


Figure n°16 : Cicatrisation d'une alvéole dentaire après extraction chez l'homme.
LINDHE et KARRING (1998)

L'alvéole vide se reconstruit avec un os spongieux relativement fragile. En effet, les stimuli mécaniques nécessaires à la formation d'un os trabéculaire sont absents. Des larges zones lacunaires dépourvues d'ostéocytes sont présentes. SCHROEDER (1991)

En cas d'extractions multiples, les alvéoles ne se reconstruisent que sur la moitié voire le tiers de leur hauteur initiale. ALBERTO (1995)

2.3.1.2 Remodelage osseux

En 1922, Baker publie les résultats de ses études sur l'influence de la mastication sur la croissance des mâchoires chez différentes espèces comme le lapin, le mouton, le chat et le chien. Les dents d'une demi-arcade, maxillaire et/ou mandibule, sont extraites très tôt, la rendant peu fonctionnelle. Une déviation des mâchoires vers le côté denté est constatée, l'hémi-arcade édentée étant plus courte et plus étroite que son homologue. (Baker 22) Chez l'édenté, le rôle des muscles élévateurs est considérablement diminué. Les contraintes, auxquelles sont soumises habituellement les maxillaires supérieures et inférieures, sont très modifiées. Les lignes de traction et de pression décrites par BARONE (1996 a) (*cf. supra*), sont nettement moins marquées.

Une étude menée par JOURDE et VANNEUVILLE (1972) chez l'homme à partir de radiographies et de coupes histologiques a montré qu'une lame d'os très dense proche de l'os compact se forme toujours en surface de la mandibule après l'avulsion d'une dent. L'épaississement des corticales est considérable, aboutissant à un os de forme tubulaire renfermant un os spongieux raréfié. En revanche, au maxillaire, les contraintes étant quasiment uniquement masticatrices, la substance osseuse n'existe que par et pour les dents. Sa disparition suit rapidement la perte des dents. Aucun os cortical ne se reforme en surface. (*cf. figure 17*) ALBERTO (1995), BERT (1987)

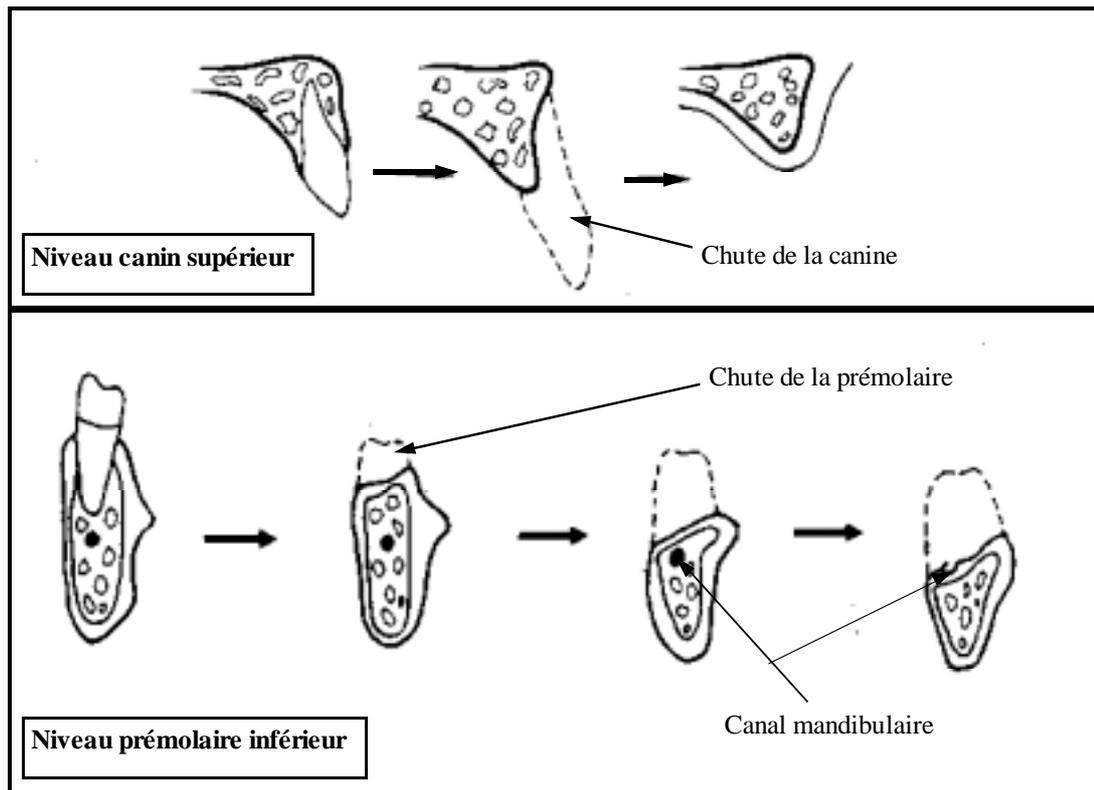


Figure n°17 : Exemples de résorption osseuse chez l'homme lors d'édentation.
D'après BERT (1987)

2.3.2 Evolution de la vascularisation

La connaissance de l'évolution de la vascularisation des mâchoires en fonction de l'âge est très importante, notamment dans le traitement des fractures des mâchoires chez l'animal âgé ou atteint de parodontite sévère.

Une étude menée en 1972 par *BRADLEY (1972)* sur des mandibules édentées d'hommes âgés, montre une dégénérescence de l'artère alvéolaire inférieure. Elle ne peut assurer, seule, l'apport sanguin de l'os mandibulaire. Des artériographies réalisées à partir de l'artère carotide montrent que l'artère alvéolaire inférieure disparaît rapidement après son entrée dans l'os. L'histologie de cette artère montre de graves lésions d'artériosclérose nettement plus avancées que sur l'artère maxillaire du même individu. L'auteur attribue cette différence aux perturbations hydrodynamiques que subit le sang dans cette région.

Ainsi avec l'âge, la part de la vascularisation endostée diminue. Se substitue au système centrifuge, une vascularisation centripète à partir du périoste, des attaches musculaires, de l'artère faciale et de ses rameaux.

3. LA PHYSIOLOGIE DE LA MASTICATION

Les mâchoires supérieures et inférieures comprennent trois articulations : deux articulations temporo-mandibulaires et une articulation symphysaire. Elles sont entourées de masses musculaires très importantes. Les forces développées par les muscles masticateurs sont d'une très grande intensité et varient en fonction des besoins. Le chien est capable de mouvements d'ouverture et de fermeture des mâchoires dans un plan vertical mais également de mouvements latéraux de très faible amplitude. Il ne peut pas, en revanche, effectuer de mouvements antéro-postérieurs.

3.1 Forces développées lors de la mastication

La connaissance des forces développées lors de la mastication est nécessaire à l'étude des fractures de mâchoire car la technique utilisée pour traiter cette fracture doit être capable de neutraliser ces forces. Cependant, les mâchoires, en postopératoire, doivent être sollicitées a minima grâce à une alimentation molle et à l'absence de jeux. La mesure des forces masticatoires est délicate chez le chien. Une étude menée chez le chien militaire par *LE BRECH (1993)* a montré une force de traction haute et basse développée lors du travail au mordant de l'ordre de 700 à 1000 N. Un capteur de force a été mis au point par Lindner afin d'évaluer les forces masticatoires vraies, et non plus de traction, développées par 22 chiens de différentes tailles. Ce capteur est constitué d'un cylindre recouvert par des lamelles à mâcher de type "peau de buffle" et est offert, sous forme de jeu, à l'animal. Les forces développées sont proportionnelles au poids de l'animal. Les forces moyennes mesurées sont respectivement de 52 N (chiens de moins de 11 kg), 168 N (11-23 kg), 180 N (23-34 kg), 442 N (plus de 34 kg). Bien que ces forces ne soient pas les forces masticatoires maximales, elles sont certainement représentatives des forces moyennes développées quotidiennement lorsqu'un chien mâche quelque chose de fibreux.

LINDNER et al. (1995)

Chez l'homme, les mesures étant plus faciles et plus reproductives, la force maximale de morsure pour des sujets sains dentés est évaluée à 300 N au niveau du bloc incisivo-canin et jusqu'à 660 N en ce qui concerne les molaires, selon *GOLA et al. (1996)*.

3.2 Mouvements verticaux

3.2.1 Ouverture des mâchoires

La contraction du muscle digastrique permet l'ouverture de la cavité buccale. Les deux mandibules s'abaissent en pivotant autour d'un axe commun représenté par la ligne unissant le centre des deux condyles. Elles effectuent ce mouvement ensemble, il n'y a donc aucune sollicitation de la symphyse. *SCAPINO (1965), BILLET (1994)*

3.2.2 Fermeture des mâchoires

La contraction symétrique des muscles masséters, temporaux et ptérygoïdiens entraîne la fermeture des mâchoires. Le mouvement s'effectue autour du même axe bicondylien. La symphyse est au repos. *BILLET (1994)*

3.3 Mouvements latéraux

Les déplacements de latéraux de la mandibule interviennent au cours de la mastication : ils permettent un affrontement des dents, nécessaire à l'écrasement et au cisaillement des aliments.

3.3.1 Ouverture des mâchoires

La contraction unilatérale du muscle masséter fait pivoter la mandibule du côté de la contraction. Simultanément, le muscle ptérygoïdien latéral se contracte et entraîne un déplacement de l'extrémité rostrale vers le côté opposé à celui de sa contraction.

La distance parcourue par la mandibule est réduite : lorsque le ligament latéral est tendu, le condyle est bloqué. *BILLET (1994)*

3.3.2 Fermeture des mâchoires

Lors de la fermeture des mâchoires, les carnassières restent en contact. Ceci est dû à la contraction du masséter mais surtout du ptérygoïdien médial. Lors de sa contraction unilatérale, ce dernier tire médialement la mandibule correspondante (adduction), dans un même temps, il repousse en abduction la mandibule opposée. Le corps de la mandibule pivote autour d'un axe horizontal passant par la partie ventrale du fibrocartilage de la symphyse et le condyle mandibulaire. *SCAPINO (1965), BILLET (1994)*

1. EPIDEMIOLOGIE ET CLASSIFICATION

1.1 Epidémiologie

Les fractures des mâchoires sont fréquentes chez les animaux domestiques. Les atteintes du maxillaire sont moins nombreuses que celles de la mandibule. Ces dernières ne mettent en général pas la vie de l'animal en danger mais peuvent être associées à des polytraumatismes importants (crânien, vertébral, oculaire...). En effet, selon l'étude menée par Umphlet en 1990, elles surviennent surtout lors d'accidents de la voie publique (55 cas sur 105 soit 52.3%) et de bagarres, (20 cas sur 105 soit 19.1%). Il s'agit en moyenne de chiens de trois ans, avec un grand nombre de jeunes chiens de moins d'un an.

D'autre part, se produisent, chez le chien de petite taille souffrant de parodontite chronique non traitée, des fractures dites spontanées. Elles sont dues à une perte osseuse importante autour des racines. Elles se produisent principalement au niveau de l'alvéole de la carnassière inférieure. *HENNET (1996)*

On rencontre également ces fractures spontanées lors de tumeurs ou de maladies métaboliques (hyperparathyroïdie). *FOSSUM et al. (1997) (cf. photo A)*

Enfin, certaines fractures surviennent lors d'extractions dentaires, (12 cas sur 105 soit 11.4%) selon l'étude d'Umphlet. *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

Les localisations les plus souvent rencontrées, chez le chien, sont la région prémolaire (45 cas sur 113, 39.8%) et molaire (21 cas sur 113, 18.6%), alors que chez le chat, 75% de ces fractures se retrouvent en région symphysaire. *UMPHLET et JOHNSON (1988 et 1990) (cf. figure 18)*

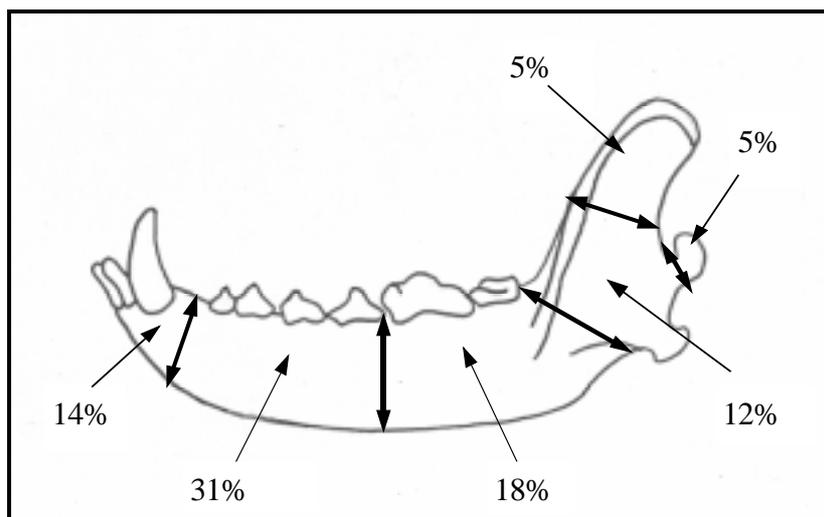


Figure n° 18 : Localisation des fractures mandibulaires chez le chien. *D'après UMPHLET et JOHNSON (1990)*

1.2. Classification des fractures

L'os est un tissu anisotrope. Il résiste mieux aux forces de compression qu'aux forces de traction. Un choc puissant, exercé sur une grande surface, provoque une fracture au niveau des zones de faiblesse (symphyse, racine de la carnassière inférieure...) alors qu'une force appliquée sur une surface réduite induit une fracture au point d'impact.
GOLA et al. (1996)

Ainsi, les fractures de la mâchoire peuvent être simples, unilatérales ou bilatérales. Elles sont cependant souvent comminutives (78 des cas sur 157 soit 49.7%). La perte de substance est fréquente lors de fracture par balle.

Les fractures du maxillaire peuvent être classées en :

- fractures de l'extrémité rostrale ;
- fractures palatines rostrales (en avant de la carnassière);
- fractures palatines caudales (en arrière de la carnassière) ;
- fractures maxillo-faciales.

On distinguera, pour la mandibule :

- les disjonctions symphysaires ;
- les fractures para-symphysaires ;
- les fractures rostrales du corps de la mandibule (en avant de la carnassière) ;
- les fractures caudales du corps de la mandibule (en arrière de la carnassière) ;
- les fractures de la branche montante ;
- les fractures condyloires.

Umphlet montre également que dans 113 cas sur 157 (72%), ces fractures sont ouvertes, 103 au niveau de la muqueuse orale, 3 au niveau de la peau et 7 sur les deux surfaces. Les fractures ouvertes sont moins fréquentes en regard de la branche montante de la mandibule (6 cas sur 113 soit 5.3%).

Les fractures du maxillaire et du corps de la mandibule intéressent très fréquemment l'alvéole dentaire (83 cas sur 98 soit 84.7%). Les dents situées sur le trait de fracture peuvent être mobiles lorsqu'elles ne sont pas elles-mêmes fracturées au niveau de la couronne ou de la racine (carnassière inférieure). *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

2. EVALUATION DES LESIONS

Les fractures de la mâchoire survenant principalement lors d'accidents de la voie publique, l'animal peut présenter lors de la consultation un état de choc plus ou moins important. Ses fonctions vitales doivent être évaluées et restaurées.

Lorsque l'état de choc est passé, un examen clinique plus complet permet de révéler la présence d'éventuelles fractures et de lésions neurologiques (paralysie faciale). Dans certains cas, lorsque la douleur est très importante ou que l'animal est peu coopératif, cet examen est réalisé directement sous anesthésie.

2.1. Examen clinique

L'examen clinique lors de suspicion de fracture des mâchoires est une étape primordiale. Réalisé avec soin, l'examen clinique permet à lui seul, d'analyser de manière assez précise la ou les fractures et d'en envisager dès lors le traitement adéquat. En raison de la douleur surtout lors de fracture récente, une anesthésie générale est préférable dès que l'état général de l'animal le permet.

2.1.1 Anamnèse

L'anamnèse tient compte de la nature et de la violence du traumatisme. Elle renseigne également sur l'âge de l'animal (fracture spontanée chez un animal âgé par exemple), ainsi que sur l'occlusion préexistante.

2.1.2 Inspection

L'inspection de l'animal consiste en l'évaluation des plaies superficielles, des déformations de la face.

Les fractures du maxillaire, plus stables et plus rares, sont en général délicates à diagnostiquer. Elles entraînent une déviation du museau, accompagnée d'une déformation et d'un œdème des tissus mous environnants. L'animal peut présenter des hémorragies nasales ou orales. La respiration est difficile, bruyante et peut s'effectuer par la cavité buccale.

Les atteintes de la mandibule sont caractérisées par une fermeture incomplète de la cavité buccale et une déviation de la mâchoire. La mandibule perd son rôle dans la préhension des aliments. Le ptyalisme est important, la salive étant en général teintée de sang.

Un examen endobuccal, réalisé préférentiellement sous anesthésie générale révèle les plaies de la muqueuses lors de fractures ouvertes, les éventuelles luxations et fractures dentaires. *LEZY (1997), VIGUIER (1991)*

2.1.3 Palpation et palpation pression

La palpation des os du maxillaire ou de la mandibule lors de fracture est douloureuse. Elle permet de mettre en évidence une déformation anormale, notamment lors de la palpation du bord ventral du corps de la mandibule très aisée à réaliser. Des crépitations sur le site de fracture sont révélées par la palpation pression. *VIGUIER (1991)*

2.1.4 Mobilisation

La mobilisation permet enfin de noter les modifications de l'occlusion. Une disjonction symphysaire est recherchée.

Une étude dynamique, réalisée avec précaution, met en évidence une limitation à l'ouverture ou à la fermeture de la mâchoire.

La stabilité relative de la fracture est testée, elle conditionne le type de traitement à entreprendre.

Certains auteurs comme *EGGER (1993)* préconisent la mise en place d'une muselière, en traitement d'attente. Cependant cette technique n'est pas toujours bien tolérée par l'animal surtout s'il présente des difficultés respiratoires ou si le stress imposé est trop important. Une sonde nasale à oxygène peut être mise en place. Le port d'une muselière nécessite une très grande surveillance de l'animal pour prévenir les vomissements d'où l'intérêt de l'utilisation d'un matériel facilement amovible et/ou d'antivomitifs (Metoclopramine).

2.2 Examens radiographiques

L'interprétation des clichés radiographiques du crâne est délicate en raison de la superposition des structures. La très grande variation de conformation des os du crâne d'une race à l'autre rend l'exercice encore plus difficile. La réalisation de ces clichés doit donc être soignée et nécessite le plus souvent une anesthésie de courte durée. Cette tranquillisation facilite la contention de l'animal limitant ainsi le flou cinétique. Elle permet d'éviter certaines réactions de défense de l'animal dues à la douleur et à l'angoisse

engendrées par les positions imposées. Elle assure une meilleure radioprotection des opérateurs.

En fonction des résultats de l'examen clinique, cette anesthésie et la réalisation des clichés pourront être différées de quelques jours.

2.2.1 Radiologie

GALLOIS-BRIDE et BEGON (1995)

Le positionnement de la tête doit être rigoureux car l'absence de symétrie ou une mauvaise angulation peuvent entraver l'interprétation du cliché. Il existe un certain nombre de positions standardisées dont la réalisation est rendue délicate par la présence même des fractures.

2.2.1.1 Etude du maxillaire supérieur

Les incidences permettant la meilleure visualisation des os incisifs et maxillaires sont les **“projections obliques, gueule ouverte”** du maxillaire (*cf. figure 19*). La tête est positionnée de profil, et subit une rotation, selon son grand axe, de 25°(brachycéphales) à 45°(dolicéphales). La gueule est ouverte. Le faisceau, vertical, est centré sur la quatrième prémolaire supérieure. Le cliché ainsi obtenu permet d'examiner la mâchoire placée contre la cassette. Il est complété par le même cliché de l'autre côté.

Ces deux radiographies suffisent en général à analyser une fracture du maxillaire. Deux autres incidences peuvent être utilisées en complément :

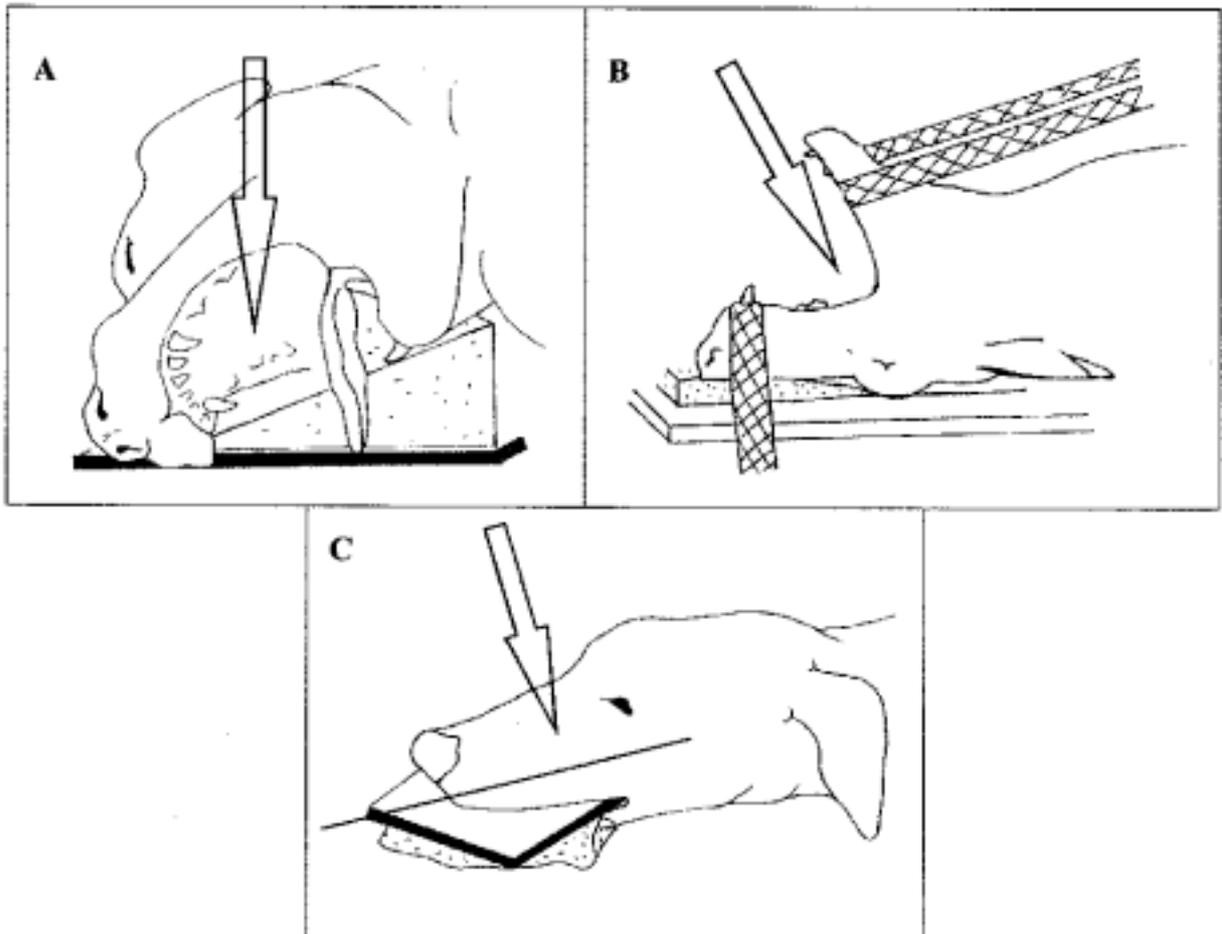
l'incidence “ventro-dorsale gueule ouverte” :

le chien est placé en décubitus dorsal, de sorte que le palais dur soit parallèle à la cassette radiographique. La gueule est ouverte au maximum (*cf. figure 19*). Le faisceau est incliné, parallèlement à la mandibule, et est centré entre les deux tiers rostraux et le tiers caudal du palais dur.

l'incidence "dorso-ventrale gueule fermée, film intra-oral" :

l'animal est placé en décubitus sternal. La cassette est placée entre les deux mâchoires. Le faisceau vertical est centré sur le plan sagittal en avant des yeux. (cf. figure 19)

Ce cliché ne permet pas d'obtenir d'images de la partie la plus caudale du maxillaire supérieur, au-delà de la seconde molaire.



Figures 19 : Radiographies du maxillaire supérieur, les flèches matérialisent le rayon incident :

A - Projection « oblique gueule ouverte ». (D'après Owens J.M.)

B - Incidence « ventro-dorsale gueule ouverte ». (D'après Morgan J.P).

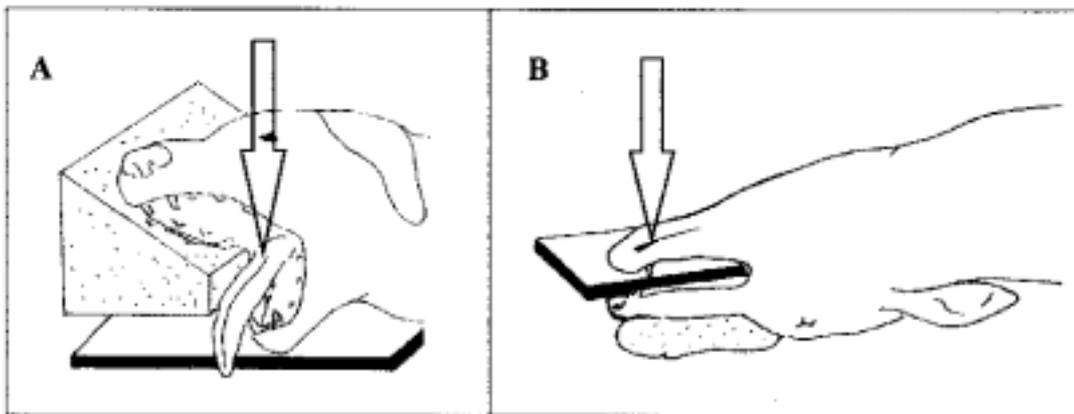
C - Incidence « dorso-ventrale gueule fermée », film intra-oral. (D'après Douglas S.W).

Références citées GALLOIS-BRIDE et BEGON (1995)

2.2.1.2 Etude de la mandibule

Les incidences apportant des renseignements sur les fractures de la mandibule sont semblables à celles utilisées pour le maxillaire. Les deux incidences les plus intéressantes sont les **“obliques gueule ouverte”**. Le chien est toujours placé en décubitus latéral, sa tête subit une rotation selon son grand axe, approchant ainsi la mandibule contre la table. Le faisceau est centré sur la troisième prémolaire inférieure ou la première molaire. (cf. figure 20)

De même, la projection **“ventro-dorsale gueule fermée, film intra-oral”**, permet de compléter les informations. Elle est réalisée en plaçant l’animal en décubitus dorsal. La symétrie est plus délicate à obtenir et nécessite l’utilisation de cales. (cf. figure 20). Il s’agit de la meilleure incidence pour les fractures rostrales du bloc incisivo-canin, voire pour celles du corps de la mandibule en avant des carnassières.



Figures 20 : Radiographies de la mandibule, les flèches matérialisent le rayon incident :

A - Projection « oblique gueule ouverte ». (D’après Owens J.M.)

B - Incidence « ventro-dorsale gueule fermée », film intra-oral. (D’après Morgan J.P.)

Références citées par GALLOIS-BRIDE et BEGON (1995)

2.2.2.3 Région de la branche montante de la mandibule et des condyles

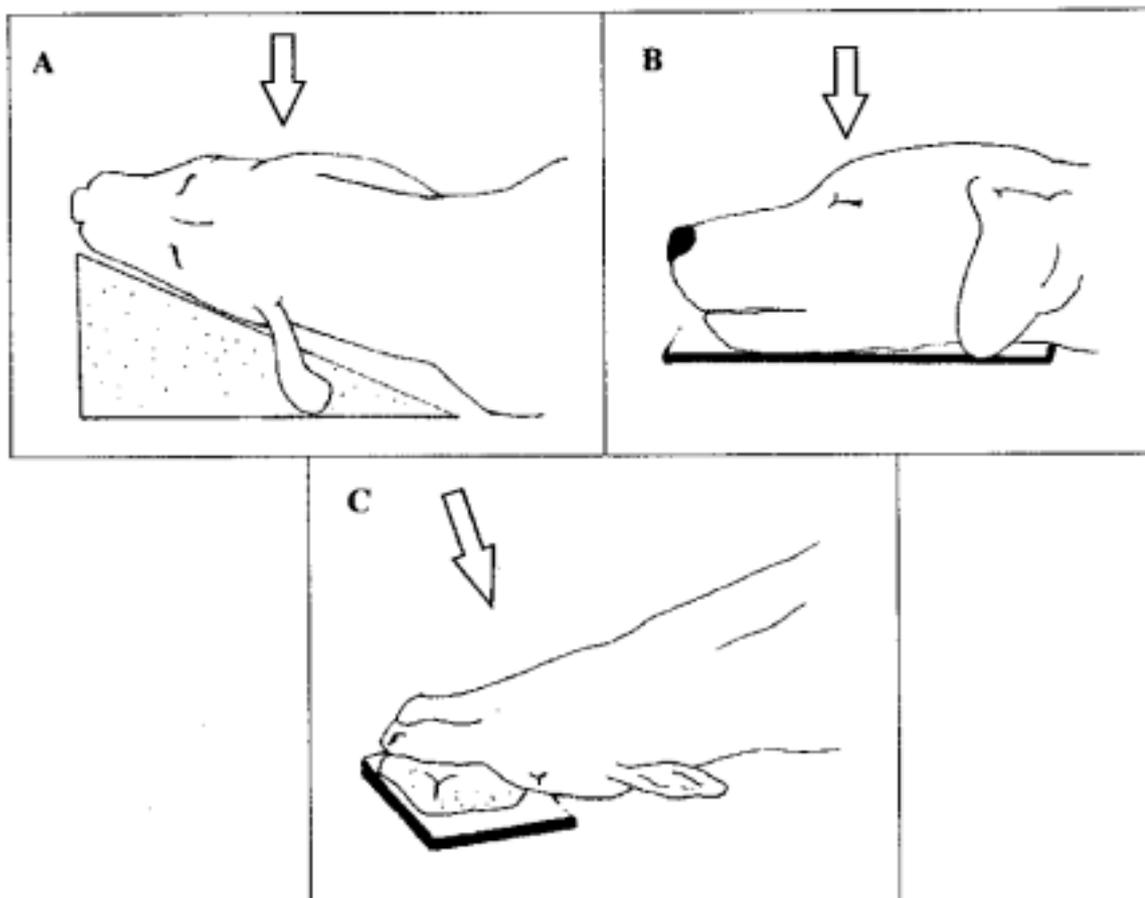
Cette région est très difficile à explorer. Les clichés précédemment cités peuvent apporter des renseignements, mais sont souvent insuffisant en raison de la superposition des structures et des coordonnées inadaptées à l'épaisseur des tissus dans cette région.

La projection "**latérale oblique**" permet de visualiser l'articulation temporo-mandibulaire. L'animal est placé en décubitus latéral, l'extrémité antérieure du museau est soulevée par une cale de mousse de sorte que le chanfrein forme avec la table un angle de 10° (dolicéphales) à 25° (brachycéphales). Les deux articulations ne sont plus superposées et peuvent être étudiées en comparant les deux clichés droit et gauche. (*cf. figure 21*) En imprimant une discrète rotation de la tête selon son grand axe, on peut mettre en position ventrale l'articulation à examiner.

Les projections "**dorso-ventrale**" et "**ventro-dorsale**", (*cf. figure 21*), lorsque la symétrie obtenue est parfaite, permettent d'étudier la continuité des mandibules, des arcades zygomatiques ainsi que l'intégrité des condyles articulaires.

Les clichés radiographiques des mâchoires doivent être réalisés avec beaucoup de soins. Il faut sélectionner les incidences en fonction de la localisation suspectée de la lésion. Il n'est pas possible de réaliser, dans un même temps, les clichés du maxillaire et de la mandibule. Le résultat obtenu est de mauvaise qualité.

Les vues sont systématiquement latéralisées, et toute superposition inutile doit être évitée (oreilles, collier, sonde endo-trachéale, langue...)



Figures 21 : Radiographies de la branche montante et des condyles articulaires, les flèches matérialisent le rayon incident :

A – Projection « latérale-oblique». (D'après Morgan J.P.)

B – Projection « dorso-ventrale». (D'après Morgan J.P.)

C – Projection « ventro-dorsale». (D'après Owens J.M.)

Références citées par GALLOIS-BRIDE et BEGON (1995)

2.2.2 Radiologie dentaire

2.2.2.1 Matériel spécifique

Ces clichés nécessitent l'acquisition d'un appareil de radiologie dentaire, dont la maniabilité, très supérieure à celle d'un appareil classique, permet des orientations multiples du rayon incident par rapport à la structure à radiographier.

Les caractéristiques des tubes utilisés sont en règle générale :

- un foyer apparent très fin, 0.3 à 1.5 mm ;
- une énergie imposée de 50 à 70 kV ;
- un débit de 7 à 15 mA ;
- un temps de pose réglable, variant d'un quart de seconde à une seconde.

Les films utilisés sont des films dentaires de très haute définition, sans écran, de petite taille. Ils sont présentés dans une enveloppe imperméable à la lumière et à la salive. La face blanche est placée contre la structure à radiographier. Le côté opposé est prédécoupé afin de faciliter le développement. Il contient une feuille de plomb limitant l'irradiation des tissus en arrière de la pellicule et évitant le rayonnement retro-diffusé. *HENNET (1995), EMILY et PENMAN (1990)*

Ces films sont développés de manière classique (révélateur, fixateur et rinçage) grâce à un dispositif de développement manuel standard ou à une chambre noire de table. Leur taille ne permet pas d'utiliser la développeuse automatique usuelle.

2.2.2.2 Techniques de prise des clichés

Deux techniques permettent d'obtenir des clichés radiographiques sans déformation de l'image (ni élongation, ni raccourcissement), la technique parallèle et la technique de la bissectrice. Elles sont facilement réalisables en radiologie dentaire grâce à la grande maniabilité de l'appareil. *HENNET (1995)*

Dans la **technique parallèle**, le film radiographique est placé contre la partie à radiographier, parallèlement à son grand axe. L'absence de concavité du palais ne permet pas de placer le film en position intra-orale au niveau du maxillaire. Cette technique n'est utilisable que pour les clichés de type panoramique.

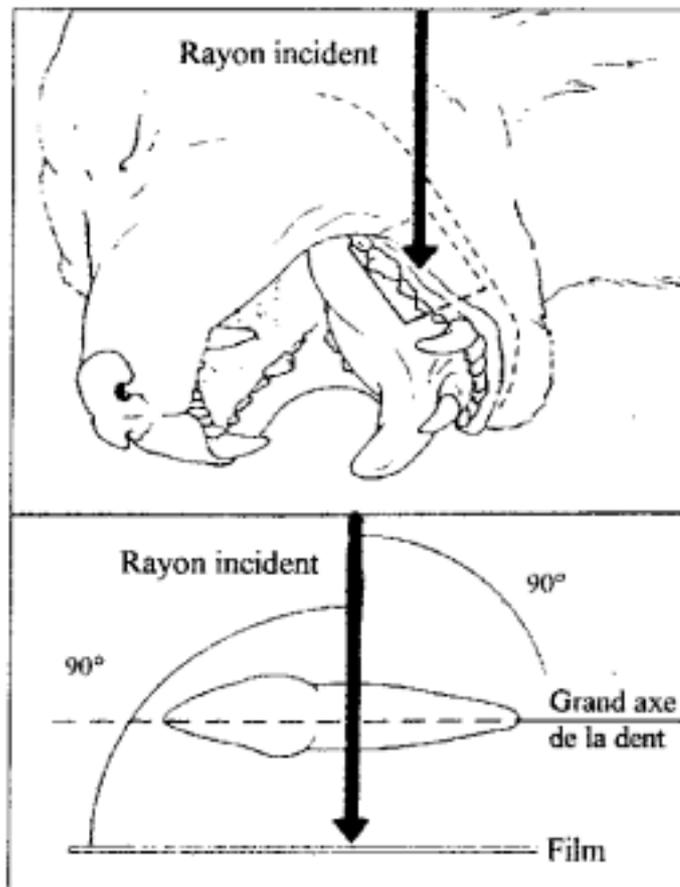


Figure n° 22 a : Technique radiographique de la parallèle avec film intra-oral. *D'après EMILY et PENMAN (1990)*

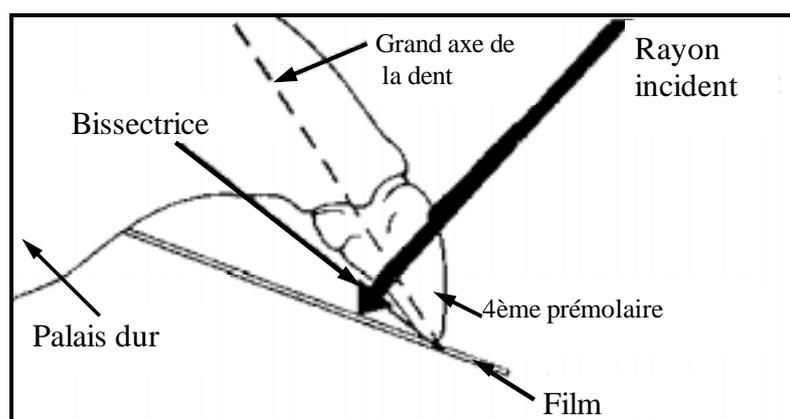


Figure n° 22 b : Technique radiographique de la bissectrice avec film intra-oral. *D'après EMILY et PENMAN (1990)*

2.2.2.3 Intérêts de la radiologie dentaire

Les radiographies dentaires apportent de précieux renseignements sur les structures périodentaires et les dents (fractures de racines).

On distingue en effet, très nettement :

- l'os alvéolaire, compact en périphérie et spongieux au centre ;
- la dentine, le ciment et l'émail, (les densités respectives de ces structures sont trop proches pour qu'elles soient individualisables) ;
- le ligament parodontal, structure fibreuse à densité liquidienne, située dans l'espace entre l'os et la dent ;
- la pulpe dentaire, de densité liquidienne, qui occupe le centre de la dent.

Les clichés obtenus avec des films intra-oraux sont de meilleure qualité que ceux réalisés avec des films extra-oraux. Ils permettent une évaluation plus complète de l'ensemble des tissus. Ils sont précieux pour décider du sort des dents dans le trait de fracture et détecter les éventuelles lésions des racines. *HENNET (1995)*

Les radiographies dentaires peuvent également servir à préciser les lésions lors de doutes dus à des superpositions sur les clichés classiques.

2.3. Autres méthodes d'investigation utilisées en médecine humaine

2.3.1 Panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire ou orthopantomogramme est une méthode d'exploration dentaire non extrapolable chez les animaux en raison de leur anatomie. Elle permet de dérouler, sur un même film, l'image des arcades d'une articulation temporo-mandibulaire à l'autre. On obtient ainsi un cliché de bonne qualité avec une exposition minimale du patient. Il s'agit d'une méthode extra-orale réalisée avec des films à écrans.

Elle permet un bon dépistage d'éventuelles fractures, notamment de l'angle de la mandibule ainsi qu'un suivi post-opératoire peu contraignant. *CAZEVIAN et al. (1995)*

2.3.2 Tomodensitométrie

La tomodensitométrie ou scanner a été mise au point par le Britannique G.N. HOUNSFIELD en 1968 (prix Nobel en 1979). Elle mesure à l'intérieur d'une "tranche" anatomique les densités d'absorption des rayons X. L'image obtenue est captée par des détecteurs couplés à un ordinateur. Le faisceau de rayons X est en rotation autour du patient afin de mesurer les densités sous différentes projections. Les logiciels peuvent ensuite, grâce aux coupes successives, reconstituer une image en trois dimensions. Le scanner permet également de prendre des mesures très précises des structures.

En médecine humaine, la tomodensitométrie est utilisée d'emblée pour les patients ayant subi de graves traumatismes crânio-faciaux. En effet, la région de l'encéphale et les espaces sous-arachnoïdiens doivent être évalués. Dans les autres cas, le chirurgien n'a recours au scanner que si la radiologie panoramique complétée par des clichés intra-oraux n'a pas permis de caractériser la fracture. La reconstruction en trois dimensions est une aide précieuse pour l'évaluation et la compréhension spatiale des fractures complexes. *CAZEVIAN et al. (1995)*

En médecine vétérinaire, le scanner est également utilisé. Les centres de tomodensitométrie vétérinaire sont actuellement peu nombreux et concentrés en région parisienne, ce qui peut rendre difficile leur utilisation. Une anesthésie générale est nécessaire. Le coût n'est pas négligeable.

Cependant, la caractérisation de certaines fractures des mâchoires, notamment les fractures caudales du maxillaire avec risque de lésion crânienne, nécessitent impérativement une étude tomodensitométrique.

2.3.3 Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) utilise les principes de la résonance magnétique nucléaire. Elle est fondée sur le signal qu'émet le proton de l'hydrogène lorsque celui-ci a été perturbé par deux champs magnétiques de directions différentes. L'IRM représente en quelque sorte la valeur en eau des tissus.

L'application principale de l'imagerie par résonance en chirurgie maxillo-faciale est l'étude de l'articulation temporo-mandibulaire dans le cadre du syndrome algodysfonctionnel de l'appareil manducateur connu sous le nom de SADAM. Il peut résulter par exemple d'une altération ou d'un déplacement du ménisque de l'articulation temporo-mandibulaire. L'IRM permet alors une évaluation aisée et atraumatique du ménisque. Une image des deux articulations est nécessaire pour effectuer une comparaison.

CAZEVIAN et al. (1995)

Aux possibilités de l'imagerie statique s'ajoutent celles de l'imagerie dynamique grâce à la ciné-IRM.

Cette technique, contrairement à la radiographie et au scanner n'utilise pas les rayons X. Elle ne présente pas de risques pour le patient et les manipulateurs, mise à part la puissance très importante des champs magnétiques. Cependant son coût est élevé et elle n'est réalisable que dans quelques sites en France.

3 BIOMECANIQUE DES FRACTURES DES MACHOIRES

Les mâchoires, os plats, sont constituées en grande partie d'os spongieux possédant la particularité de cicatriser plus rapidement que l'os cortical. La formation de cal peut être très restreinte. Ce tissu est en effet richement vascularisé et sa porosité élevée facilite la migration d'éléments cellulaires. *VIATEAU (1994)*

La cicatrisation de l'os fracturé est fortement conditionnée par la stabilité du foyer après l'intervention.

3.1 Rôle de la masse musculaire

La masse musculaire joue un rôle très important dans la stabilité de la fracture. Les forces exercées sur la mandibule sont beaucoup plus importantes que sur le maxillaire en raison du bras de levier que représente le corps de celle-ci. Les contractions musculaires vont déplacer les bouts fracturaires. La présence de dents sur l'arcade peut limiter ce déplacement. *LEZY (1997)*

Lors de fracture de la mandibule, le fragment caudal est déplacé dorsalement, caudalement et médialement. Le fragment rostral, quant à lui, est tiré en direction ventro-caudale par les muscles digastriques, mylohyoïdien et géniohyoïdien. (*cf. figure 23*)

Le muscle ptérygoïdien latéral fait basculer en direction rostrale et médiale un condyle mandibulaire fracturé. *VIGUIER (1991)*

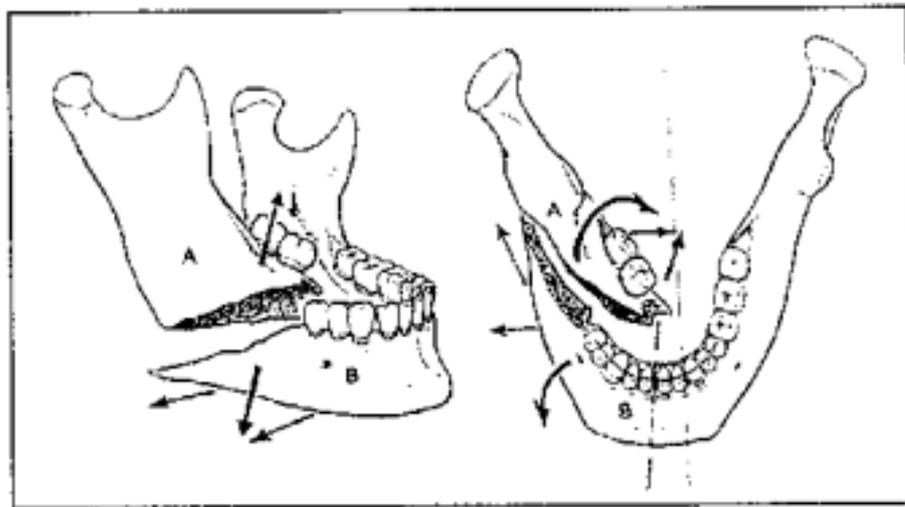


Figure n° 23 : Déplacements induits par les forces musculaires lors de fracture du corps de la mandibule chez l'homme. *D'après LEZY (1997)*

3.2 Influence du trait de fracture

La direction du trait de fracture conditionne également la stabilité de la fracture. En effet, les forces musculaires exercées sur une fracture oblique en direction crânio-ventrale, en région prémolaire, tendent à comprimer les deux bouts osseux. A l'inverse, ces mêmes

forces musculaires écartent les deux fragments d'une fracture mandibulaire dirigée caudo-ventralement. (cf. figure 24)

La présence de nombreuses esquilles ou une perte de substance déstabilisent fortement le foyer. *VIGUIER (1991), WIGGS et LOBPRISE (1997)*

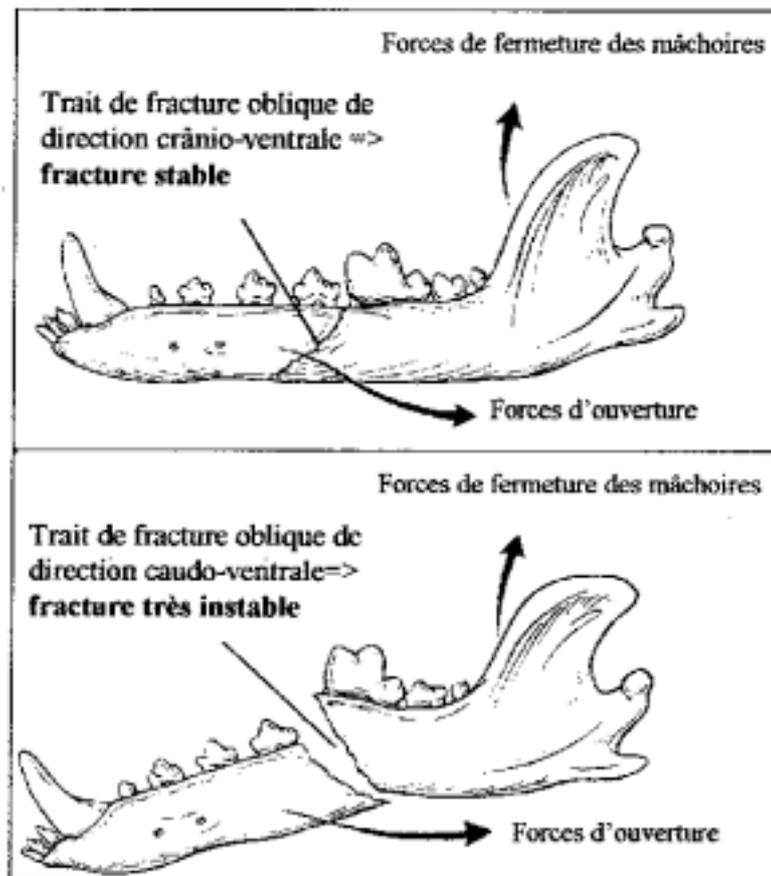


Figure n° 24 : Influence de l'orientation du trait de fracture dans la stabilité de la mandibule chez le chien.

D'après WIGGS et LOBPRISE (1997)

3.3 Forces développées lors de la mise en charge

3.3.1 Face de tension

CHAMPY *et al.* (1976 a), RUDY *et* BOUDRIEAU (1992)

Les forces appliquées sur la mandibule lors de la mastication peuvent être schématisées par une force verticale dirigée vers le bas appliquée au niveau des incisives. Appliquée sur une mandibule présentant une fracture simple perpendiculaire au corps, une telle force résultante a pour effet :

- d'écarter les bouts fracturaires sur le bord occlusal ;
- de les rapprocher sur le bord opposé.

(*cf.* figure 25)

Ainsi la face de tension de la mandibule se trouve sur le bord occlusal, la face de compression se situe sur le bord opposé.

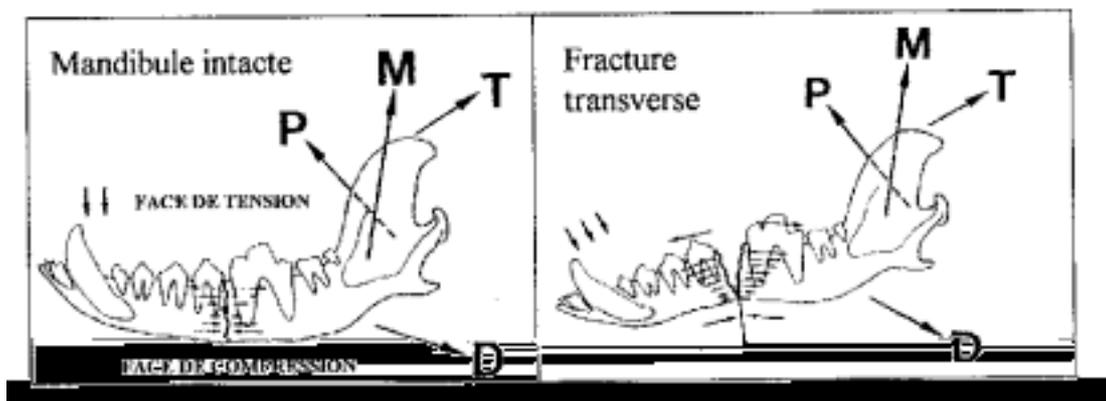


Figure n° 25 : Forces développées lors de la mastication sur une mandibule intacte et une mandibule fracturée. *D'après RUDY et BOUDRIEAU (1992)*

Quant au maxillaire, sa face de tension correspond à son bord alvéolaire.

3.3.2 Influence du positionnement de l'implant

Dans l'étude menée par le G.E.B.O.A.S. (Groupe d'Etude en Biomécanique Osseuse et Articulaire de Strasbourg) par *CHAMPY et al. (1976 a)* la mandibule est remplacée par un bloc d'araldite recuite. Ce corps possède une biréfringence importante lorsqu'il est observé en lumière polarisée. Ce bloc est soumis à une force verticale dirigée vers le bas, représentant la résultante des contraintes appliquées sur la mandibule lors de la mastication.

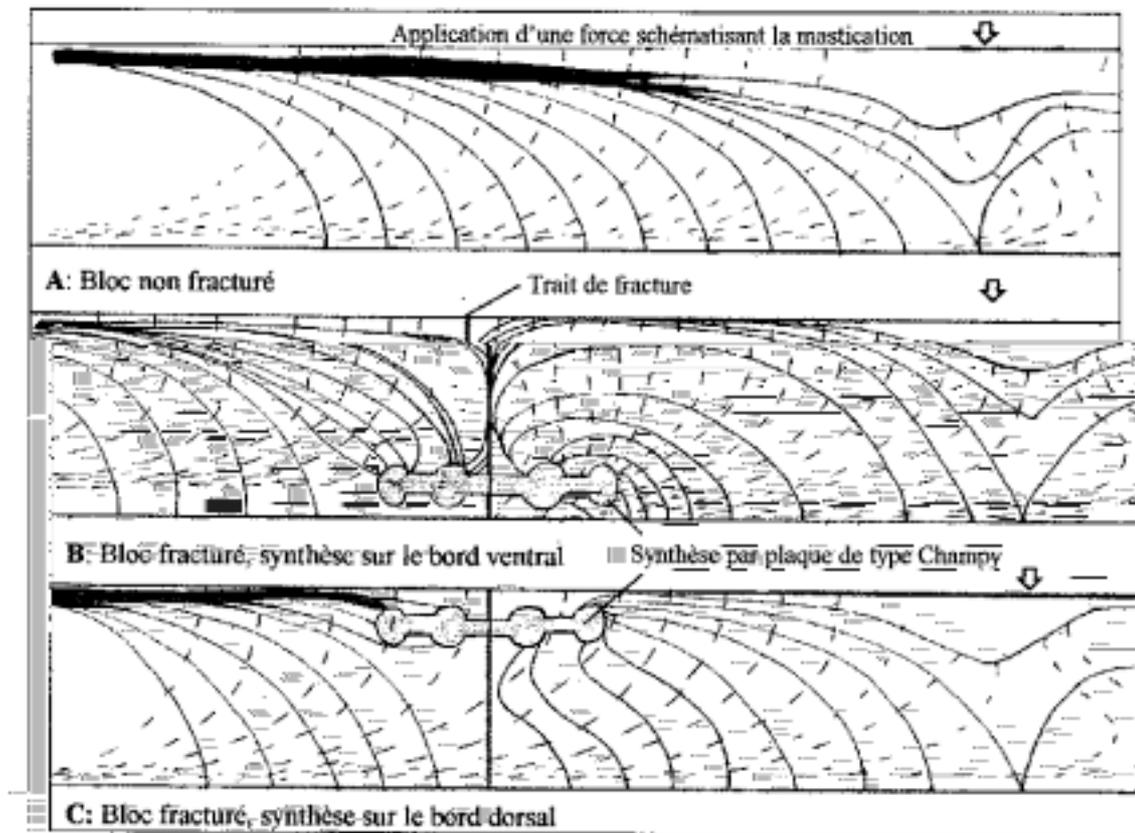


Figure n° 26 : Schéma de photoélasticité d'un bloc d'araldite avant et après synthèse.
D'après CHAMPY et al. (1978)

Dans un premier temps, l'examen sur le bloc intact fait apparaître des isostatiques de compression dans la partie basse et des isostatiques de traction dans la partie haute (cf. figure 26-A).

Après section et synthèse sur le bord inférieure du bloc par plaque vissée, l'application de la même force entraîne une perte de contact sur le bord supérieur. Les contraintes en traction sont interrompues en partie haute. Elles rejoignent les vis de la plaque et cheminent par la partie inférieure de la section. Les isostatiques de compression sont toutes confinées sur une faible hauteur. (*cf. figure 26-B*)

Inversement, après section et synthèse sur le bord supérieur du bloc, le cheminement des contraintes est sensiblement le même qu'au sein du témoin : les isostatiques de contrainte sont identiques, celles de traction rejoignent la plaque par l'intermédiaire des vis avec une répartition proche de celle du bloc entier. Les contraintes sont réparties sur toute la hauteur de la section. Aucun bâillement n'est apparu sur le bord supérieur. (*cf. figure 26-C*)

Un implant sur le bord basilaire ne rétablit donc pas le cheminement normal des contraintes existant avant la fracture. Une synthèse, la plus proche possible du bord alvéolaire, neutralise, le plus efficacement les forces de traction néfastes à la cicatrisation lors de fracture de la mandibule. Les traitements non-sanglants, tels que les attelles acryliques interdentaires, présentent l'avantage d'être sur la face de tension et de ne faire courir aucun risque aux racines dentaires et aux structures vasculo-nerveuses.

En réponse à un étude effectuée par *SHETTY et al. (1995)* mettant en cause l'efficacité de la technique mise au point par Champy (*cf. infra*) pour traiter les fractures de l'angle de la mandibule, celui-ci reconnaît les failles de son modèle expérimental : les forces de torsion et de flexion sont effectivement très importantes lors de la mastication, et son mode d'ostéosynthèse ne les neutralise pas. Cependant, les forces masticatrices développées par un patient en convalescence sont très inférieures aux forces normalement mises en jeu (douleur, nourriture appropriée...). C'est pourquoi l'appareil manducateur peut être assimilé à ce modèle simple de bloc.

4. PRINCIPES GENERAUX DU TRAITEMENT DES FRACTURES DES MACHOIRES

Le traitement des fractures de mâchoires obéit aux règles établies pour celui des os longs. Certaines exigences liées aux particularités des os de la face viennent s'y ajouter.

De plus la cavité buccale et l'os des mâchoires présentent certaines particularités notamment pour ce qui concerne la cicatrisation et la lutte contre l'infection.

4.1 Principes généraux du traitement des fractures

4.1.1 Réduction anatomique

Une réduction anatomique parfaite est importante pour la cicatrisation des os longs. Elle l'est dans une moindre mesure pour les fractures de mâchoires. En effet, le respect de l'occlusion initiale est prioritaire sur la réduction anatomique. En règle générale, la restauration de l'occlusion entraîne une réduction correcte de la fracture.

DAVIDON (1993)

Une cicatrisation par seconde intention est acceptable à condition que la formation de cal ne vienne pas perturber le fonctionnement de l'articulation temporo-mandibulaire. Lors de fractures comminutives graves ou lors de pertes osseuses importantes, un greffon d'os spongieux peut s'avérer nécessaire.

4.1.2 Respect des tissus mous

Le traumatisme ayant occasionné la fracture a souvent fait subir aux tissus mous de graves dommages. L'acte chirurgical ne doit pas être trop invasive afin de les respecter au maximum. En effet, l'importance de la vascularisation externe dans la cicatrisation osseuse a été mise en évidence (*cf. supra*). Avec l'âge, son rôle devient même de plus en plus grand alors que la vascularisation endostée diminue. *BRADLEY (1972)*

Les tissus nécrosés, constituant une entrave à la cicatrisation, sont parés. Les brèches cutanées et muqueuses sont refermées. Les tissus mous rattachés aux fragments osseux sont préservés. La vascularisation doit être respectée. De trop importants décollements gingivaux sont à éviter, surtout sur la face linguale. *BELL et LEVY (1970)*

4.1.3 Retour rapide à la fonction

VIGUIER (1991)

Un retour rapide à la fonction permet d'éviter une amyotrophie importante voire une fibrose musculaire. Il est important également pour la santé de l'articulation temporo-mandibulaire. Dans le cas des fractures de mâchoires, l'animal doit pouvoir s'alimenter rapidement après l'intervention afin d'éviter la déshydratation et la dénutrition responsables de l'aggravation de l'état général. Des techniques parentérales (perfusions) ou entérales (sondes orogastriques, œsophagienne, nasogastriques ou de pharyngostomie) peuvent être mises en place.

La cavité buccale participe également à la thermorégulation nécessitant une bonne mobilité de la langue et de la mâchoire.

4.1.4 Stabilisation du foyer

La technique choisie pour traiter la fracture doit permettre de neutraliser les contraintes auxquelles est soumis le foyer de fracture. Pour cela, il faut une bonne connaissance de la biomécanique de cette région.

Cependant la stabilité ne doit pas être réalisée aux dépens de l'obtention d'une occlusion parfaite ni du respect des règles énoncées ci-dessus. *CHAMBERS (1981)*

4.2 Principes propres aux fractures des mâchoires

4.2.1 Recherche de l'occlusion initiale

DAVIDSON (1993), CHAMBERS (1981)

Une modification de l'occlusion de l'épaisseur d'une feuille de papier cigarette est décelable par l'homme. Chez l'animal, un défaut d'occlusion même très faible peut entraîner de graves complications .

Les complications rencontrées sont notamment :

- troubles masticatoires, voire une impossibilité de fermer la cavité buccale ;
- application d'une force occlusale anormale sur la partie rostrale de la mandibule ;
- usure dentaire anormale ;
- accumulation de plaque dentaire et tartre ;
- maladies parodontales ;
- apparence esthétique inacceptable.

4.2.2 Respect des structures dentaires

Les racines des dents occupent une place très importante au sein des os incisifs, maxillaires et mandibulaires. Celles des canines et des carnassières sont particulièrement développées. Une connaissance de l'anatomie dentaire est indispensable pour ne pas léser ces structures lors de la mise en place des implants.

Le canal mandibulaire doit également être respecté.

4.3 Particularités de cicatrisation et de lutte contre l'infection de la cavité buccale

SCHROEDER (1991)

L'expérience clinique, en médecine humaine et vétérinaire, montre une bonne tolérance des tissus de la cavité buccale face aux traumatismes accidentels ou chirurgicaux. La cicatrisation des tissus mous est plus rapide que pour la peau et le risque d'infection paraît inférieur à celui rencontré lors des fractures d'os longs.

La bouche, première partie du tube digestif, héberge une flore bactérienne riche et variée. Ses tissus, très exposés aux infections, possèdent certaines particularités permettant un équilibre harmonieux de l'écosystème buccal.

L'os des mâchoires présente certaines caractéristiques :

- **Le taux de renouvellement cellulaire** de l'os alvéolaire est supérieur à celui des autres os du squelette. Des études histologiques montrent un remodelage permanent de l'os alvéolaire et des crêtes alvéolaires.
- **La trame osseuse** de l'os des mâchoires, os plat, permet une migration importante des cellules de l'immunité et de la cicatrisation.
- **La vascularisation de l'os des mâchoires** est très importante notamment lorsque les dents sont présentes car autour de chaque racine existe un véritable réseau vasculaire (cf. *Partie I, 1.3.1.3*), or, surtout chez le chien de petite taille, la place occupée par ses racines est considérable par rapport au volume totale de l'os.

Les tissus mous de la cavités buccale présentent certaines particularités :

- **La système du collagène est rapide** surtout au sein du ligament alvéolodentaire, en perpétuel remaniement pendant et après l'éruption des dents. La vitesse de système du collagène y est deux fois plus rapide que celle de la gencive et quatre fois plus que celle du derme.
- **Les nœuds lymphatiques** sont nombreux (cf. *Partie I, 1.3.3*), ainsi que les structures lympho-épithéliales comme les amygdales.
- **La salive** joue trois rôles importants dans la lutte contre l'infection :
 - * grâce à son flux perpétuel, elle joue un rôle dit « de chasse d'eau » utile dans la lutte contre l'infection,
 - * par ses propriétés physiques, elle couvre la gencive en formant un film s'opposant à l'adhésion des micro-organismes,
 - * elle contient de nombreuses substances spécifiques de luttes contre l'infection : IgA , IgG,

5. BIOMATERIAUX UTILISES

Depuis les quinze dernières années, très peu de biomatériaux révolutionnaires sont apparus. Seules leur purification et leur présentation ont réellement connu de grands progrès.

Un biomatériau doit répondre à un certain nombre de critères de qualité. Ainsi, il doit être selon les critères de Scales modifiés cités par *POTARD (1996)* :

- chimiquement et physiquement inerte ;
- le moins inflammatoire possible ;
- non allergisant ;
- non cancérigène ;
- non toxique ;
- chimiquement et physiquement stable ;
- permanent dans sa taille et sa forme ;
- non biodégradable ;
- de caractéristique mécanique proche de celle du site receveur.

Pour la chirurgie des mâchoires sont actuellement utilisés les implants métalliques et les résines dentaires.

5.1 Implants

5.1.1 Implants métalliques

5.1.1.1 Aciers inoxydables chirurgicaux

Ces aciers sont composés de chrome, carbone, nickel et molybdène en proportion variable. Leur activité électrique galvanique est faible. Cependant, ils peuvent avoir tendance à la corrosion aux endroits où leur surface est déformée.

Les vis et les plaques utilisées doivent impérativement être de composition identique afin d'éviter tout risque de création de courant électrique au sein des tissus. *POTARD (1996), GOLA et CHEYNET (1994 a)*

Leur coût est intéressant, notamment en comparaison avec celui du titane.

5.1.1.2 Titane

En chirurgie humaine, le titane a effectué une poussée spectaculaire depuis une vingtaine d'années. Le titane "pur" médical ou T40, est intéressant lors de fractures de la mâchoire car les contraintes, dans cette région, sont plus faibles que celles rencontrées dans la chirurgie des os longs.

Le module d'élasticité du titane, inférieur de près de 50% à celui de l'acier inoxydable, se rapproche de celui de l'os dont il reste néanmoins 5 à 10 fois supérieur. Aussi, l'emploi du titane permet-il de prévenir les effets biologiques néfastes de plaques en acier, notamment l'effet de "court-circuit" des contraintes.

Le prix de ce matériau est cependant plus important. Il tendra à augmenter à l'avenir car les mines de titanés ne sont pas inépuisables. C'est pourquoi, l'emploi des aciers inoxydables risque de reprendre de l'ampleur en chirurgie humaine.

PHILLIPS (1991)

5.1.2 Implants biorésorbables

Depuis plus de trente ans, les biomatériaux résorbables sont connus pour la confection de fils de suture. Ils ont été ensuite utilisés pour l'ostéosynthèse générale chez l'homme et depuis 1972 ils trouvent leur application en chirurgie maxillo-faciale humaine. Il s'agit de copolymères d'acides polylactiques et glycoliques commercialisés sous forme de clous, vis, et plaques (Lactosorb, Walter Lorenz Surgical, Inc, Jacksonville, Fl).
QUERESHY et al. (2000)

5.2 Résines dentaires

5.2.1 Résines composites

Les résines composites sont des matériaux dentaires d'obturation. Elles sont notamment utilisées à des fins esthétiques, à des endroits où les forces mises jeu sont moins importantes (incisives).

5.2.1.1 Composition

Les résines composites sont des matériaux organo-minéraux. Elles comprennent deux constituants principaux :

- une matrice organique ;
- des particules minérales (quartz, silice...).

La matrice organique est composée de diméthacrylates (BIS-GMA : bisphenol A-glycidyl methacrylate ; UDMA: uréthane diméthacrylate) présents sous la forme d'oligomères ou de monomères de faible poids moléculaire. Ces oligomères et monomères possèdent des doubles liaisons carbone qui leur permettent de réagir et de se transformer en polymère. Le diamètre des charges minérales varie de 0,5 μm à 5 μm , voire même de 0,04 μm à 0,2 μm , en fonction de l'usage auquel est destinée la résine.

Les résines composites contiennent également :

- un liant permet de mélanger la résines et les charges ;
- un initiateur de la polymérisation ;
- un activateur de la polymérisation ;
- des pigments, du jaune au gris, permettant de mimer l'émail chez l'homme.

Elles se présentent sous deux formes en fonction de leur mode d'activation de la polymérisation , *CRAIG et al.(1992)*:

- les résines chemo-polymérisables sont commercialisées dans deux récipients différents l'un renfermant l'initiateur, l'autre l'activateur, la polymérisation débute dès la mise en contact des deux pâtes ;
- les résines photopolymérisables sont présentées dans une seringue simple, dont les parois ne laissent pas passer la lumière ou dans des carpules à usage unique.

5.2.1.2 Propriétés

La résine composite est un matériau très malléable avant sa polymérisation. Sa dureté définitive est ensuite variable et directement liée aux types de charges incluses. La résistance à la compression est la principale propriété mise à l'épreuve lors de la mastication. En fonction du diamètre des charges présentes dans la résine, la résistance à

la compression de celle-ci varie entre 172 et 393 MPa contre 293 MPa pour l'émail humain et 406 MPa pour l'amalgame. *CRAIG et al.(1992)*

Lorsque la résine contient des charges à numéro atomique élevé comme le zinc, le strontium ou le baryum, elle est radio-opaque. Ces résines "chargées" sont bien tolérées par l'émail et la dentine, elles le sont moins par les tissus environnants : la pulpe, la langue, les muqueuses. Le contact avec la gencive est donc à éviter.

La conduction thermique des résines composites est inférieure à celles des métaux, et sensiblement comparable à celle de l'émail ou de la dentine. Lors d'obturation, elle confère donc une bonne protection thermique à la pulpe dentaire. *SEGAL (1997)*

5.2.2 Résines acryliques

Les résines acryliques utilisées en dentisterie vétérinaire sont des résines méthacryliques autopolymérisables et plus rarement des résines photopolymérisables.

La plupart de ces résines n'ont pas été étudiées pour être utilisées directement en bouche mais pour la confection au laboratoire d'infrastructures d'appareils d'orthodontie ou de porte-empreinte individuel. En effet, la réaction de polymérisation est fortement exothermique. Certaines résines dites de rebasage ou de couronnes provisoires, présentent une réaction faiblement exothermique et peuvent donc être utilisées en bouche avec précaution. *SEGAL (1997)*

5.2.2.1 Composants

La résine se présente en deux éléments, l'un liquide, l'autre solide :

la phase liquide contient trois éléments :

- le monomère de méthacrylate de méthyle, constituant essentiel ;
- un inhibiteur de la polymérisation, évitant la polymérisation spontanée par l'oxygène, la lumière ou la chaleur ambiante au cours du stockage ; le plus utilisé est l'hydroquinone ou le pyrogallol ;
- un activateur de la polymérisation dont l'action ne se déclenche qu'au contact du

peroxyde contenu dans la poudre, la diméthyl-paratoluidine ou l'acide paratoluène sulfinique.

La phase solide de la résine se présente sous forme de poudre. Elle est constituée essentiellement du polymère de méthacrylate de méthyle sous forme de sphérules de diamètre variable (de quelques centièmes à quelques dixièmes de millimètres), obtenues par agitation vigoureuse du monomère dans un milieu spécifique évitant la coalescence et favorisant l'émulsion (talc et gélatine par exemple).

La poudre contient également :

- un initiateur de la polymérisation, produisant des radicaux libres ; il s'agit généralement de peroxydes minéraux ou organiques comme le peroxyde de benzoyle ;
- un plastifiant accélérant la dissolution du polymère dans le monomère, le dibutyl-phtalate;
- des pigments colorants ;
- des opacifiants, car à l'état pur, le polyméthyle méthacrylate est transparent (PlexiglasND) ; sont utilisés, l'oxyde de zinc ou le bioxyde de titane, certaines formules contiennent des fils de Nylon rouges simulant les capillaires gingivaux ;
- des traces de talc et de gélatine. *SEGAL (1997)*

5.2.2.2 Présentations du commerce

Les résines acryliques auto-polymérisables sont des produits destinés à l'art dentaire, que l'on peut se procurer auprès des revendeurs de matériel dentaire ou des centrales d'achat.

Elles se présentent sous la forme d'un flacon de poudre et un de liquide. Il s'agit par exemple de :

- la résine Trim ND, (Harry J.Bosworth Company, Skokie, Illinois);
- la résine Kooliner GC ND, (GC America, Chicago).

La résine acrylique, commercialisée dans le kit de fixateurs externes A.P.E.F.ND (*cf. infra*), est présentée dans une enveloppe plastique souple rectangulaire. Ce sachet est divisé en deux compartiments par une pince réalisant une forcipressure au centre de l'élément. L'ablation de la pince permet de mettre en contact la poudre et le monomère. Le malaxage s'effectue aux doigts au travers du sachet. La section d'un angle permet de déverser la résine (*cf. figure 27*). *SEGAL (1997)*

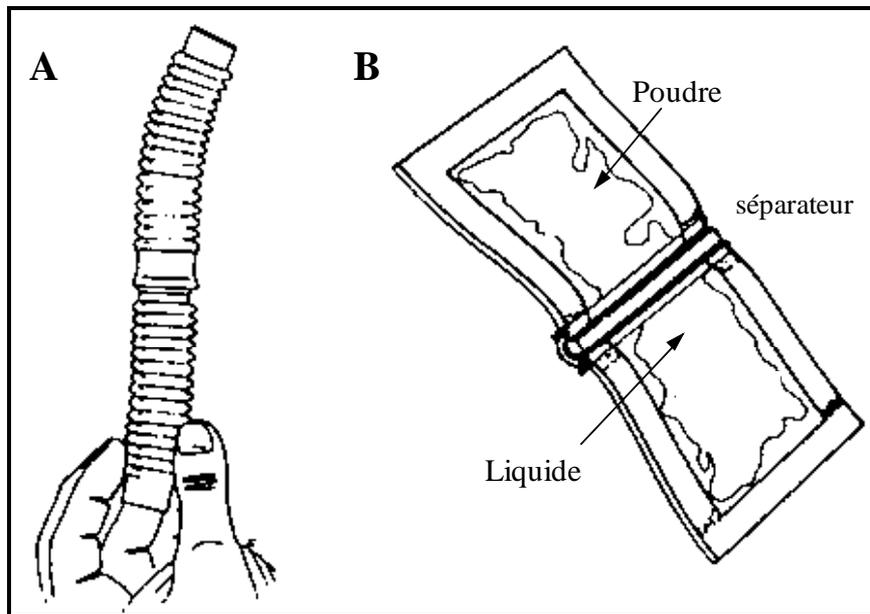


Figure n° 27 : Kit de préparation de résine acrylique pour fixateur externe.

5.2.2.3 Intérêts de la résine acrylique

Contrairement aux implants métalliques, les résines acryliques sont uniquement utilisées comme moyen de contention externe (*cf. infra*). Elles sont moulées soit sur des implants métalliques (cerclages, broches de fixateurs externes), soit directement à la surface des dents. La malléabilité du matériau, obtenu immédiatement après avoir mélangé le monomère et le polymère, permet un modelage aisé pendant quelques minutes. Après polymérisation complète, le matériau devient dur et résistant.

Le poids du montage réalisé est faible, ce qui est intéressant notamment pour les chiens de petits format, les chiots et les chats.

Le coût des résines acryliques est plus faible que celui des résines composites, ce qui permet une utilisation en plus grande quantité. *SEGAL (1997)*

5.2.2.4 Toxicité

Le polyméthylméthacrylate présente des inconvénients lors d'utilisation directe en bouche puisqu'il n'est pas destiné à cet usage. Sont à signaler notamment une toxicité pour le patient et les personnes présentes lors de sa manipulation ainsi qu'un dégagement de chaleur important.

toxicité pour le praticien :

Une toxicité respiratoire, au cours de la phase d'évaporation du monomère, a été démontrée. Des conjonctivites ont été signalées au sein du personnel manipulant le méthylméthacrylate de méthyl.

Un contact direct prolongé avec le monomère peut provoquer une dermatite pouvant aller de la simple irritation locale à une sérieuse sensibilisation des doigts.

Enfin, des cas d'absorption percutanée importante du monomère, ayant provoqué de véritables atteintes neurologiques ont été cités. *Rajaniemi cité par SEGAL (1997)*

Des gants et un masque sont donc utilisés pour manipuler la résine.

toxicité pour l'animal :

La résine présente une certaine toxicité pour les tissus dentaires. Le méthylméthacrylate de méthyl peut s'infiltrer au travers des canalicules dentinaires et provoquer une irritation pulpaire. De plus, si l'herméticité entre la dent et la résine n'est pas parfaite, un espace est créé, accessible aux bactéries et aux toxines issues du milieu buccal, pouvant alors parvenir jusqu'à la pulpe.

Les autres constituants de la résine (colorants...), mis au contact de la muqueuse buccale, peuvent être à l'origine de réactions allergiques. Ces lésions sont à distinguer des pathologies fongiques liées à une mauvaise hygiène (candidose...) et des

troubles inflammatoires d'origine traumatique en relation avec une inadéquation entre l'attelle et la mâchoire fracturée par exemple. *SEGAL (1997)*

réaction exothermique :

La phase de propagation de la réaction chimique entre le polymère et le monomère (formation d'un polymère résultant de l'ouverture de doubles liaisons) est caractérisée par un pic thermique. La réaction est rapide et brutale.

La température varie en fonction de :

- la température extérieure ;
- le volume en jeu ;
- la granulométrie (réaction exothermique plus importante avec des particules fines) ;
- la vitesse de polymérisation.

Le pic de température peut atteindre 100°C. Un tel dégagement thermique provoque des lésions tissulaires. Bien que le seuil de nécrose thermique des différents tissus de l'organisme ne soit pas clairement établi, selon certains auteurs comme *LATTE et MEYNARD (1997)* des lésions de nécrose apparaissent sur les tissus mous à 55°C et des modifications biomécaniques irréversibles de l'os se produisent dès 50°C.

Lors d'utilisation de résine, les tissus mous environnant doivent être protégés (vaseline, compresses humides, irrigation) surtout dans la dernière phase de polymérisation.

Il convient donc de choisir une résine faiblement exothermique, principalement des résines pour couronnes provisoires ou des résines de rebasage. Il existe également des résines photopolymérisables ainsi que de nouvelles résines bisacryliques ne présentant pas ces inconvénients mais plus chères (CoolsinND Duopast, Pierre-Rolland, Protemp IIND, ESPE).

Le mode d'emploi des résines acryliques et composites ne sont donnés dans ce travail qu'à titre indicatif, l'utilisateur doit se reporter aux données de chaque fabricant.

1. PREPARATION DU PATIENT

1.1 Anesthésie

L'intubation est recommandée, quel que soit l'anesthésie choisie, car elle permet de prévenir les fausses déglutitions surtout lors d'hémorragies buccales.

Une anesthésie générale volatile est souhaitable. Elle offre une bonne myorelaxation appréciable pour le chirurgien et permet de contrôler les voies respiratoires. Sa fiabilité, chez un animal, qui a potentiellement subi un traumatisme cardiaque et pulmonaire les jours précédents, est grande.

Une prémédication et une induction adaptées à l'état physiologique de l'animal et à sa race sont choisies. *THURMON et al.(1996 b)*

1.1.1 Prémédication

Les protocoles de prémédication habituels sont utilisés (acépromazine, diazépam, midazolam...) afin de limiter le stress et de potentialiser l'induction.

Chez les brachycéphales, le recours aux anticholinergiques (atropine, glycopyrrolate) est intéressant en raison de l'importance du tonus vagal. En outre, lors de travail en bouche, la diminution des sécrétions salivaires (jusqu'à 7 heures après l'injection) est appréciable. Le glycopyrrolate ne présente pas les effets centraux de l'atropine et est utilisé de préférence. *THURMON et al.(1996 b)*

1.1.2 Induction

L'induction obéit également aux règles habituelles d'anesthésie des carnivores domestiques. Elle doit permettre une intubation aisée et rapide.

Chez les traumatisés en situation critique ainsi que chez les animaux présentant une insuffisance cardiaque ou des lésions nerveuses centrales, l'étomidate est l'agent d'induction de choix. L'induction et le réveil sont rapides, les fonctions cardiaques et respiratoires restent inchangées. On peut l'utiliser à la dose de 0,5 mg/kg IV après prémédication avec du glycopyrrolate et du diazépam ou du midazolam.

L'induction ne doit pas être réalisée au masque car les lésions rendent la manipulation délicate. *COPPENS (1994)*

1.1.3 Maintenance

BRINKER et al.(1994), EGGER (1993), FOSSUM et al.(1997), PEETERS (1993), RUDY et BOUDRIEAU (1992)

Afin de pouvoir contrôler convenablement l'occlusion, il est souhaitable d'intuber l'animal après avoir pratiqué une trachéotomie ou de préférence une pharyngostomie.

La pharyngostomie permet de faire passer la sonde endotrachéale à travers un orifice pratiqué dans la peau et les parois du pharynx. (*cf. photo B*)

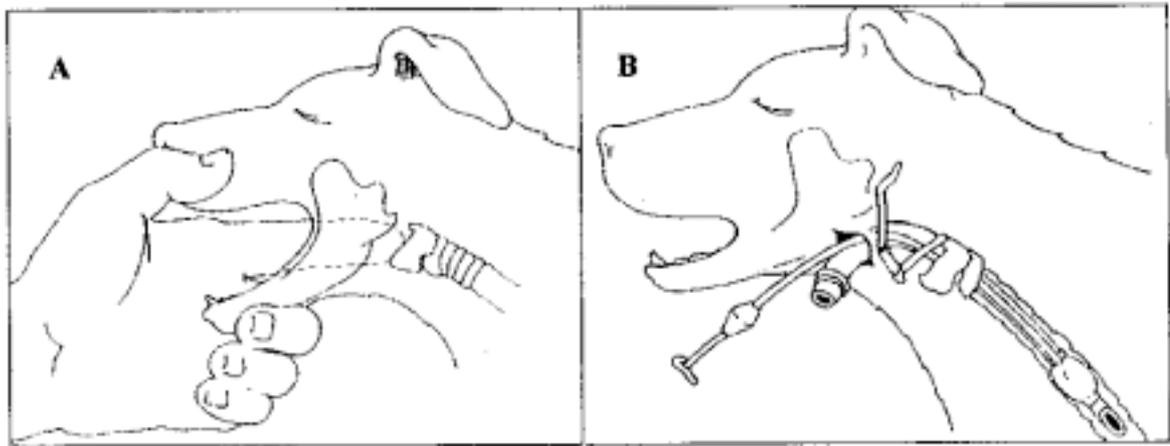
Après intubation endotrachéale habituelle et stabilisation de l'animal sous anesthésie volatile, la peau de la région caudale à l'angle de la mandibule et de la partie crâniale du cou est préparée chirurgicalement (tonte, désinfection).

Par palpation intra-buccale à l'aide de l'index, un triangle délimité par l'angle de la mandibule et les veines maxillaire et linguo-faciale, est repéré. Une pince hémostatique courbe est introduite dans la cavité buccale jusqu'à cette zone. Un aide maintient cette pince, la pointe poussée vers l'extérieur, faisant saillie sous la peau. Les vaisseaux sanguins sont ainsi écartés et la muqueuse pharyngée est amenée contre la peau. Celle-ci est alors incisée, en regard de la pince, sur une longueur correspondant à une fois et demi le diamètre de la sonde endotrachéale.

La sonde est retirée de la trachée. La pince hémostatique, traversant l'orifice de pharyngostomie de l'intérieur vers l'extérieur, vient saisir l'extrémité distale de la sonde. Celle-ci est introduite dans la cavité buccale au travers de la plaie. Elle est ensuite placée dans la trachée.

Selon l'expérience du praticien, l'intubation par pharyngostomie peut être également réalisée immédiatement sans intubation endo-trachéale habituelle préalable.

(cf. figures 28)



Figures n° 28 : Pharyngostomie chez le chien. *D'après EGGER (1993)*

A - Palpation intrabuccale à l'index du pharynx. B - Position finale de la sonde.

L'emploi d'une sonde armée est intéressant. En effet, une spirale métallique renforce le silicone de ces sondes, leur permettant d'être recourbées vers l'arrière de l'animal sans s'aplatir, dégageant ainsi sa tête. Le chirurgien n'est alors pas gêné par la présence de l'appareil d'anesthésie.

Une fluidothérapie de maintenance habituelle, adaptée à la condition physiologique de l'animal, est maintenue au cours de l'intervention.

1.1.4 Réveil

BRINKER et al.(1994), VIGUIER (1991)

A la fin de l'acte chirurgical, la sonde endo-trachéale placée par pharyngostomie est retirée et remplacée par une sonde en position habituelle. L'oxygénation de l'animal est maintenue le plus longtemps possible.

Si l'état de l'animal ou le montage choisi ne lui permettent pas de s'alimenter normalement, une alimentation entérale voire parentérale est mise en place. La plaie de

pharyngostomie peut éventuellement être utilisée pour le passage d'une sonde de nutrition, dans le cas contraire la plaie cicatrise par seconde intention. (*cf. Partie III, 5.1.3*)

1.1.5 Contrôle de la douleur

La législation française ne permet plus l'emploi des substances réservées à l'usage hospitalier, ce qui est le cas pour un grand nombre de morphiniques. Peuvent être utilisées dans des conditions normales, après rédaction d'une ordonnance sécurisée, la morphine injectable, la morphine en comprimés et des patchs transcutanés au fentanyl. Seule la morphine injectable peut correspondre au traitement de la douleur aiguë dans le cadre de l'urgence. Une dose de 0,2-2 mg/kg chez le chien et de 0,1 mg/kg chez le chat peuvent être utilisées pour induire une analgésie d'environ 4 heures. La morphine étant un agoniste μ et κ , l'augmentation de la dose accroît à la fois le pouvoir analgésique mais également certains effets secondaires comme la dépression respiratoire sous dépendance des récepteurs μ .

La douleur post-opératoire peut être contrôlée avec des morphiniques (morphine comprimé ou patch au fentanyl) ou avec des anti-inflammatoires non-stéroïdiens (AINS). Bien que les propriétés analgésiques de certains soient très intéressantes, les AINS doivent être utilisés avec précaution pour le contrôle de la douleur en per-opératoire compte tenu de leur effet sur la perfusion rénale.

1.2 Désinfection et parage

Comme pour toute plaie, les fractures ouvertes de la mâchoire doivent être nettoyées le plus rapidement possible, sous anesthésie. Le foyer de fracture est irrigué au moyen d'une solution de sérum physiologique additionnée de chlorhexidine (0.05%) ou de polyvidone iodée (1%).

Les tissus nécrosés sont éliminés, en évitant toute fois de créer de trop importants décollements gingivaux. La gencive, la langue et la muqueuse palatine sont dans la mesure du possible suturés. Afin de préserver les tissus profonds d'une contamination par la salive et les aliments, un fil résorbable synthétique monobrin, décimale 1,5 ou 2 est utilisé. Une

antibioprophylaxie est mise en place afin de limiter le risque d'infection. Celui-ci est évalué à 8,2% chez l'homme par *MORENO et al.(2000)*. Il augmente significativement avec le délai écoulé entre la fracture et l'intervention chirurgicale. Ainsi, des complications d'ostéomyélite (*Cf.infra*) ont été observées par *UMPHLET et al. (1990)* chez le chien dans 27% des cas de fracture mandibulaire. Lors de lésion dentaire et de dégâts tissulaires important, l'antibioprévention pourra être complétée par une antibiothérapie.

Les dents, non atteintes de parodontite sévère, seront dans un premier temps toutes conservées afin de faciliter la recherche de l'occlusion initiale et de favoriser la stabilité de la réduction.

2. TRAITEMENTS ORTHOPEDIQUES SANGLANANTS

2.1 Plaques vissées

La pose de plaque, lors de fracture des mâchoires, obéit aux principes généraux de l'ostéosynthèse des os longs.

2.1.1 Indications

L'ostéosynthèse par plaque est une technique invasive. Contrairement aux nombreuses indications qu'elle présente dans le traitement des fractures des os longs, elle ne constitue pas toujours le premier choix du praticien en ce qui concerne les mâchoires car la pose en est difficile pour des raisons anatomiques (importance des racines dentaires).

Elle est utilisée pour les fractures bilatérales ou complexes du corps de la mandibule, pour lesquelles elle permet un retour rapide de la fonction. La mise en place d'une plaque sur la branche montante de la mandibule est également décrite par Brinker.

Certains auteurs comme *BRINKER et al.(1994)*, *VIGUIER (1991)* décrivent la pose de plaque dans le traitement des fractures du maxillaire. Cependant, la finesse de cet os et la proximité des cavités nasales rendent délicate la pose de vis surtout en position

bicorticale. De plus, la configuration des os du maxillaire apporte à l'ensemble une rigidité importante, d'autant que les forces musculaires exercées sur le maxillaire au cours de la mastication sont faibles. Ainsi, la pose de plaque sur cet os semble peu indiquée.

2.1.2 Matériel

En médecine humaine, l'utilisation des plaques en chirurgie maxillo-faciale remonte au début des années 50 alors que les premières applications sur les os longs datent du début du siècle. Elle a été motivée par les contraintes du blocage intermaxillaire indispensable jusque là (*cf. infra*). *POTARD (1996)*

Les implants utilisés à l'heure actuelle en médecine vétérinaire sont principalement en acier inoxydable. Ces implants sont de différents types classables en fonction de leur taille, de leur forme, de l'implantation des vis, du type de vis utilisée, de leur positionnement osseux... Les principes de pose sont identiques. Si les règles de l'orthopédie des os longs préconisent la pose de trois vis de part et d'autre du trait de fracture, en chirurgie maxillo-faciale, deux vis de part et d'autres peuvent s'avérer suffisantes selon *GOLA et CHEYNET (1994 a)*. Selon la technique employée, elles sont à ancrage mono ou bicortical. *VIGUIER (1991)*

On distingue deux types d'implants :

- les maxi-plaques dites rigides ;
- les mini-plaques, miniaturisées dites semi-rigides.

2.1.2.1 Les maxi plaques

Il s'agit des principales plaques utilisées en médecine vétérinaire. Elles sont directement dérivées du matériel mis au point pour les os longs par l'AO/ASIF (schweizersche Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / swiss Association for the Study of Internal Fixation), extrapolé à la mandibule par Luhr dans les années 70. *HUCKEL (1996)*.

Épaisses d'au moins 2 mm, elles sont mises en place sur le bord basilaire et nécessitent des vis de 2.7 mm voire de 3.5, à ancrage bicortical.

Il existe principalement deux types de maxi-plaques :

Les plaques de reconstruction :

Les plaques de reconstruction sont épaisses (2,7 à 3,2 mm). Cependant, leur configuration leur permet d'être facilement modelées dans les différents plans de l'espace, notamment, elles peuvent être modelées sur leur champ. Cette dernière caractéristique est très intéressante pour traiter les fractures de la branche montante de la mandibule.

(cf. figure 29)

Ces plaques peuvent être sectionnées de manière à ne conserver que trois vis de part et d'autre du trait de fracture voire quatre lors de perte de substance. *EGGER (1993)*.



Figure n° 29 : Plaque de reconstruction en position ventrale sur une mandibule de chien. (*Photo Hennet*)

Les plaques à compression dynamique interfragmentaire :

La configuration des trous des plaques à compression dynamique interfragmentaire permet d'obtenir une compression des abouts osseux et ainsi une cicatrisation par l'intermédiaire d'un cal primaire. *GREENBERG (1993)*

On en distingue trois :

- DCP (Dynamic Compression Plate), première plaque de compression mise au point. Pour pallier l'absence de compression sur le bord alvéolaire, elle peut être utilisée en association avec un cerclage interdentaire (*cf. figure 30*). Il s'agit de la principale plaque à compression dynamique utilisée chez l'animal, pour traiter les fractures du squelette. *GOLA et CHEYNET (1994 b)*

- EDCP (Eccentric Dynamic Compression Plate), construite selon le même principe. Son épaisseur est de 2 mm. L'orientation des deux trous extérieurs permet d'obtenir une compression sur le bord alvéolaire et de décharger le trait de fracture sur le bord basilaire (*cf. figure 30*). *GOLA et CHEYNET (1994 b)*

- LC-EDCP (Limited Contact Dynamic Compression Plate), développée pour pallier l'ostéoporose qui peut survenir sous les plaques classiques présentant sur une grande surface un contact étroit avec la corticale. Réalisée en titane, son épaisseur est réduite (1,65 mm). Les vis utilisées sont autotaraudeuses, de diamètre 2,4 mm. Elles peuvent être implantées avec une angulation de 40° dans toutes les directions. La compression ainsi obtenue est bidirectionnelle. (*cf. figure 31*)

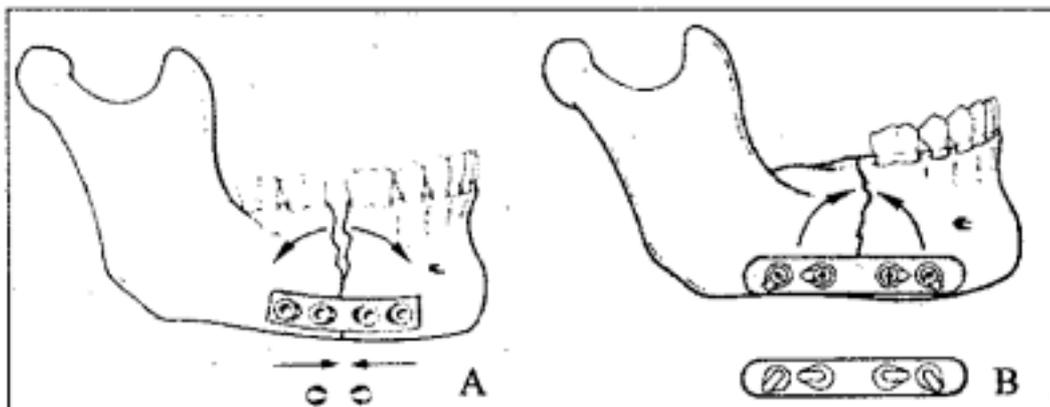


Figure n° 30 : Plaques de compression dynamique :

A - DCP, compression simple, écartement sur la face de tension ;

B - EDCP, compression sur le bord opposé à celui sur lequel est posée la plaque.

D'après GOLA et CHEYNET (1994 b)

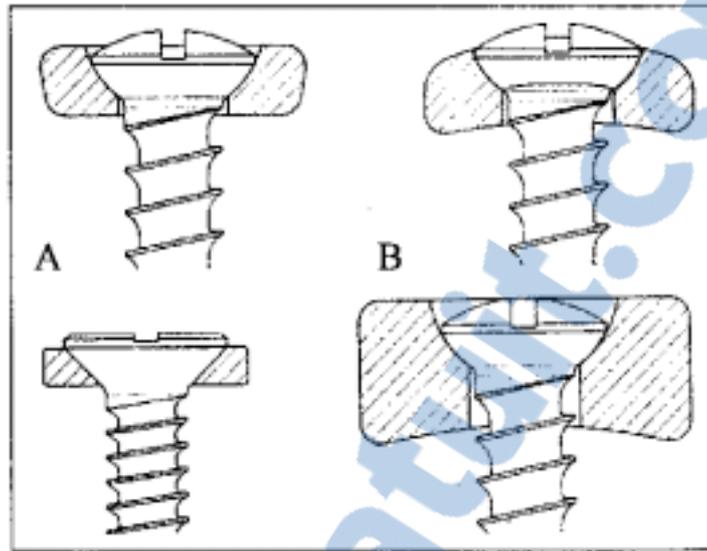


Figure n° 31 : Coupe transversale de plaques de compression :

A – standard ;

B - LC-DCP, l'aspect incurvé de la plaque limitant le contact de celle-ci avec la corticale.

D'après GREENBERG (1993)

Chez l'homme, les maxi-plaques sont aujourd'hui utilisées chez l'adulte, mais jamais chez l'adolescent en raison du potentiel de croissance et du développement des dents permanentes. Leur caractère massif, les rendant visibles sous les téguments fins de l'homme, impose leur ablation entre six mois et un an.

GOLA et CHEYNET (1994 a), GREENBERG (1993)

2.1.2.2 Les mini-plaques

D'épaisseur réduite (environ 1 mm), ces mini-plaques offrent une rigidité optimale pour un volume minimal. Malléables à la main, elles s'adaptent parfaitement à la mâchoire. Elles sont droites, courbes ou adoptent des formes multiples T, Y, X, L, H... De nombreux systèmes d'ostéosynthèse existent dans le commerce.

Les mini-plaques AO :

Développées par l'Association pour l'Ostéosynthèse, ces plaques sont commercialisées en titane ou en acier inoxydable. Il existe des plaques droites permettant une compression et des plaques en L,T,H... non-compressives. *GOLA et CHEYNET (1994 a)*

Les plaques de Champy et leurs dérivées :

BOUDRIEAU et KUDISH (1996), CHAMPY et al. (1976 a, b et 1978), HUCKEL (1996)

Il s'agit du premier système à usage exclusif de la chirurgie maxillo-facial. En 1967, Michelet publie en France ses premiers résultats de traitement des fractures mandibulaires utilisant des plaques vissées en région juxta-alvéolaire, en vissage monocortical. Ses travaux servirent de point de départ au GEBOAS (Groupe d'Etude Biomécanique Osseuse et Articulaire de Strasbourg).

L'équipe de Champy développa une ostéosynthèse mandibulaire dite stable-élastique-dynamique :

- stable, car neutralisant les contraintes de traction, de torsion et de cisaillement tout en autorisant une reprise de la fonction, comme les techniques précédentes ;
- élastique, en raison des caractéristiques mécaniques des plaques utilisées et leur siège sur le bord alvéolaire ;
- dynamique, car la relative élasticité de la plaque autorise des micro-mouvements entre les deux surfaces fracturaires, stimulant la cicatrisation.

Les plaques sont miniaturisées, plus minces et plus étroites que celles existant déjà sur le marché. Leur malléabilité est suffisante pour que le modelage soit aisé sans toute fois leur faire perdre de la solidité. Elles étaient constituées, à l'origine, d'un alliage de chrome, nickel et molybdène, aujourd'hui, elles sont en titane T40. Leur épaisseur a alors pu être diminuée : 2.0 mm d'épaisseur pour les plaques commercialisées par Würzburg (Freiburg, Germany), 0.9 mm pour les plaques de Martin (Tuttlingen, Germany). Les vis employées sont cylindriques, autotaraudeuses, à ancrage monocortical. Leur diamètre est faible (1 mm) (*cf. figure 32*). *SHETTY et al. (1995), SCHORTINGHUIS et al. (1999)*

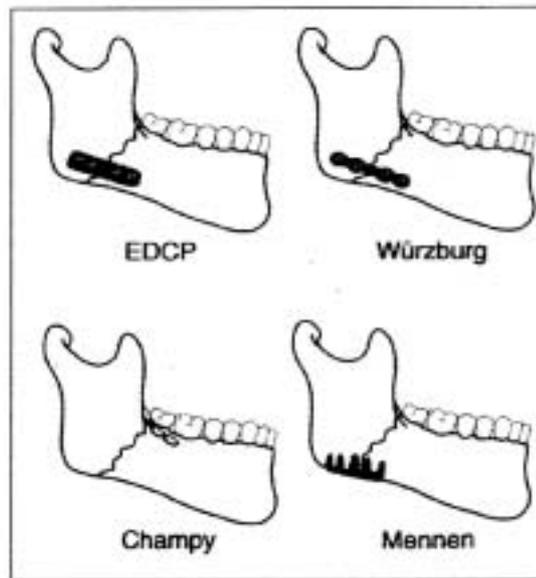


Figure n° 32 : Exemples de différents types de plaques utilisées chez l'homme lors de fracture de l'angle de la mandibule. *D'après SHETTY et al. (1995)*

Les plaques dites de Champy et leurs dérivées (W.Lorenz, Jacksonville, FL) sont introduites par voie buccale. Elles sont utilisées pour traiter toutes les fractures de la mandibule exceptées celles de la branche montante et du col.

Ces plaques ne sont pas utilisées en médecine vétérinaire. Cependant, une étude menée par *BOUDRIEAU et KUDISH (1996)* montre de très bons résultats pour le traitement de fractures du maxillaire et de la mandibule chez quinze chiens et trois chats à l'aide de ces implants. L'importance relative de la taille des racines dans ces espèces n'a pas autorisé un positionnement adéquat de l'implant. Les vis employées étaient à ancrage bicortical. Cependant, la malléabilité de l'implant a permis un contact beaucoup plus intime entre l'os et la plaque que celui obtenu avec la technique AO. Le modelage a également offert une certaine liberté pour l'implantation des vis, permettant d'éviter plus facilement les racines.

Enfin, la finesse des matériaux s'est révélée être précieuse lors des fractures du maxillaire, dont l'épaisseur peut n'être que de un à deux millimètres.



Les plaques tridimensionnelles :

FARMAND et DUPOIRIEUX (1992), GOLA et al. (1996), HUCKEL (1996), LAMBOTTE (1913)

En 1913, Lambotte préconise l'emploi de petites plaques fenêtrées pour l'ostéosynthèse de la mandibule. A son époque, il ne trouva pas d'écho dans ce domaine. Dans les années 90, Farmand met au point un matériel très proche, en titane. Il s'agit de plaques carrées ou rectangulaires comportant 2x2, 3x2, 4x2, 4x4 ou 6x4 trous (*cf. figure 33*).

Leur épaisseur varie de 0.5 à 1 mm. Elles sont malléables et peuvent être prédécoupées permettant ainsi tous les arrangements géométriques possibles. Les vis sont autotaraudeuses à appui monocortical, de diamètre 1 à 2 mm.

La résistance aux contraintes de torsion de ces plaques est importante ce qui leur confère une plus grande efficacité que les plaques de Champy lors de fractures symphysaires.

Cependant, leurs indications en chirurgie maxillo-faciale concernent principalement la région crânienne et le tiers moyen de la face.

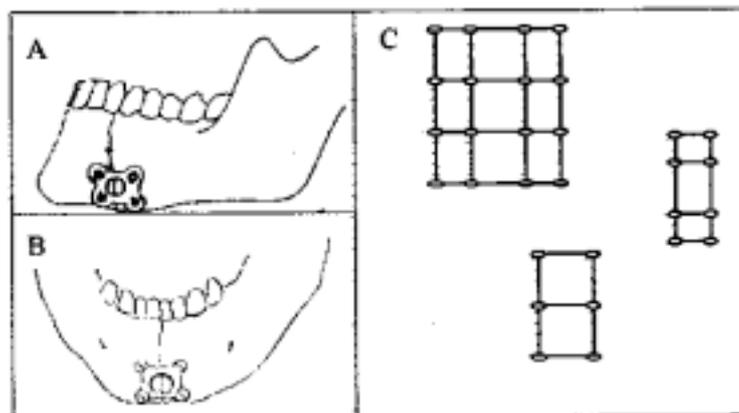


Figure n° 33 : Schéma de plaques tridimensionnelles :

A et B - technique de Lambotte mise au point en 1913,

C - plaque de Farmant actuelles.

D'après GOLA et al.(1996)

2.1.2.3 Les micro plaques

Des micro systèmes ont été mis au points pour traiter les fractures maxillo-faciales chez l'homme. Il s'agit de micro-plaques de 0.6 mm d'épaisseur environ, en titane. Les vis utilisées sont autotaraudeuses de diamètre 0.6 à 0.8 mm. (système de Leibinger : Oswald Leibinger GmbH, Freiburg, Germany)

Elles sont principalement utilisées pour traiter les fractures sur lesquelles peu de forces musculaires s'exercent : arcade zygomatique, os nasal et sinus frontaux voire même le cartilage cricoïde chez l'homme. Cette technique présente, selon une étude rétrospective menée par Schortinghuis et al, très peu de complications post-opératoires : 4 vis mal positionnées (0.8% des vis de 1.0 mm implantées), 3 cas de douleur post-opératoire pour 44 patients opérés (6.8% des patients traités). La faible épaisseur de matériau permet une adaptation facile aux contours de l'os, diminue le risque de déhiscence des tissus mous et permet de ne pas retirer systématique les implants. Les complications sont surtout per-opératoires, cette technique nécessitant beaucoup de minutie (forage de 0.6 mm).

Ces implants ne sont pas disponibles chez le chien, mais les résultats obtenus chez l'homme vont dans le sens de la nécessité d'une ostéosynthèse non rigide, sans tension en chirurgie maxillofaciale. De tels implants sont capables de maintenir la réduction des fractures le temps de la cicatrisation. *SCHORTINGHUIS et al. (1999)*

2.1.2.4 Les gouttières

Les gouttières AO :

Il s'agit d'une gouttière à compression axiale, mise au point par Luhr en 1968. Elle présente deux trous excentriques permettant la mise en compression. Des études menées par *HUCKEL (1996)* sur des mandibules de chiens ont montré une cicatrisation plus rapide qu'avec une gouttière simple (*cf. figure 34*).

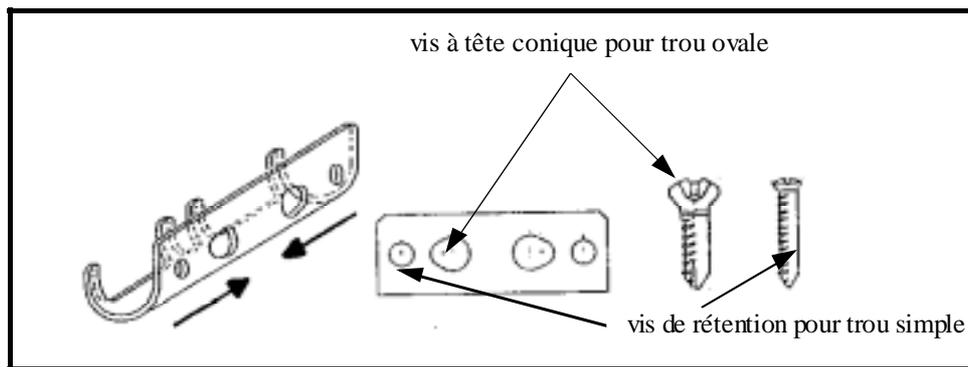


Figure n° 34 : Gouttière à compression axiale. *D'après HUCKEL (1996)*

Les plaques de Mennen :

Utilisée avec succès dès 1979 pour la synthèse des os longs, notamment lors d'ostéoporose, Mennen extrapole aux fractures de la mandibule sa technique de fixation para-squelettique à la fin des années 80. Les implants sont cylindriques et comportent deux rangées de crampons (CMW Laboratories, Exeter, UK). (*cf. figure 35*)

MAUNG AUNG et al.(1990),SHETTY et al. (1995)

L'abord est ventral, le périoste et les tissus mous sont ménagés. La plaque est modelée : l'axe de la plaque peut être modifié afin d'épouser les contours de la mâchoire puis chaque crampon est ajusté en fonction des irrégularités de l'os. Elle est appliquée de part et d'autre de la fracture. Les griffes sont alors implantées dans les corticales buccale et linguale. La pénétration n'est que de 1 à 2 mm, la vascularisation n'est donc pas perturbée. Des études réalisées sur des mâchoires édentées de porc ont montré des résultats comparables à la technique de Champy. Chez l'homme, ces plaques sont utilisées pour traiter les fractures des patients édentés.

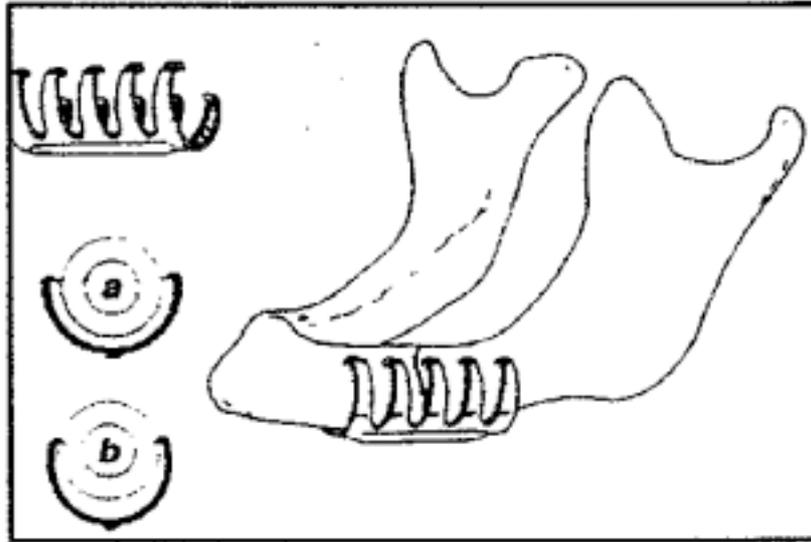


Figure n° 35 : Plaque de Mennen, présentée sur une mandibule humaine édentée.

D'après MAUNG AUNG et al.(1990)

2.1.3 Techniques de pose des plaques vissées

BRINKER et al.(1994), HUCKEL (1996)

Quel que soit le type de plaque choisie, la voie d'abord est généralement cutanée. En médecine humaine, elle est désormais muqueuse grâce à la miniaturisation des implants et à leur position sous-apicale, évitant ainsi une cicatrice disgracieuse. Chez le chien, le corps de la mandibule est atteint par voie ventrale (*cf. figure 36*), alors que la branche montante et le maxillaire sont abordés directement en regard de la fracture.

Après incision et dissection des tissus mous, le périoste est incisé à l'aide d'une lame de bistouri. Il est ensuite décollé soigneusement à la rugine.

Le foyer de fracture est inspecté, nettoyé et paré *a minima*. La réduction de la fracture est réalisée en tenant surtout compte de la restauration de l'occlusion. Elle est maintenue à l'aide de daviers pendant le modelage de la plaque. Cette étape est primordiale. Elle engage le pronostic de l'intervention, car c'est à la plaque de s'adapter à

l'os et non l'inverse : toute inadéquation entre la plaque et l'os crée des forces s'opposant à la réduction recherchée.

Ce modelage est plus ou moins difficile à réaliser selon l'implant utilisé (épaisseur, matériau, forme). Des tord plaques spécifiques peuvent être utilisés.

La plaque est alors solidarisée à l'os par les vis, mises en place les unes après les autres, sans léser le canal dentaire mandibulaire ni les racines des dents.

La solidité du montage et la réduction sont contrôlées. Les plans sont refermés successivement à l'aide de fil résorbable. La peau est suturée.

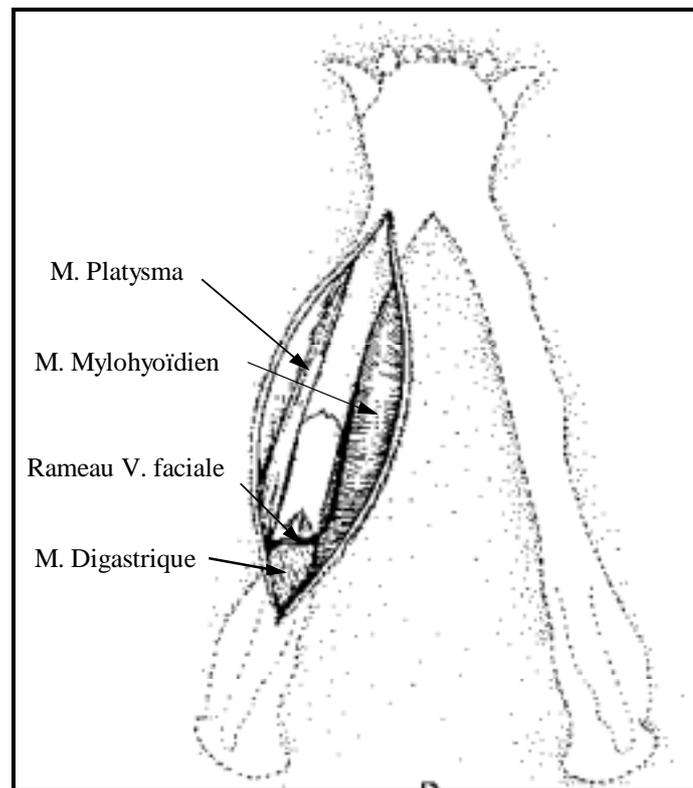


Figure n° 36 : Voie d'abord ventrale de mandibule.

D'après BRINKER et al.(1994)

Le suivi post-opératoire est simple car la restauration de la fonction est immédiate. Une antibiothérapie est mise en place et une alimentation molle sera administrée pendant deux à trois semaines. L'implant est retiré après cicatrisation.

2.1.4 Fonctions biomécaniques de la plaque vissée

Une même plaque peut remplir différentes fonctions selon la fracture qu'elle traite:
VIATEAU (1994)

la plaque est mise en compression lorsque la fracture est simple, transverse et sans déficit osseux, les forces passent par le trait de fracture, le long duquel elles sont uniformément réparties. Une telle plaque est destinée à permettre une cicatrisation primaire, plus ou moins théorique. La compression augmente la stabilité.

la plaque est dite de neutralisation neutralise les forces exercées sur les implants (cerclages vis...) qui maintiennent les esquilles. Elle s'applique aux fractures complexes, spiroïdes ou multiesquilleuses, sans perte de substance.

la plaque est dite de soutien lors de fracture complexe, comminutive, avec perte de substance. Elle permet un alignement des fragments et prend en charge la majorité des sollicitations imposées au foyer de fracture.

Une plaque positionnée sur la face de tension d'un os fracturé neutralise les forces de flexion, traction, cisaillement, compression et rotation exercées au niveau du trait de fracture. Les études biomécaniques (*cf. supra*) ont montré que la face de tension de la mandibule était le bord alvéolaire. Pour être efficaces, les implants doivent donc être situés le plus près possible de ce bord. La pose d'une plaque à cet endroit est impossible chez l'animal sans entraîner des lésions des racines dentaires. Chez l'homme, des vis monocorticales sont utilisées car la corticale juxta-alvéolaire est épaisse et résistante.
CHAMBERS (1981), CHAMPY et al. (1976 a)

Pour pallier le fait qu'on ne puisse pas utiliser la face de tension, *BRINKER et al.(1994)* préconise la pose d'une plaque ventrale associée à un cerclage interdentaire. Il est cependant très délicat de fixer une plaque dans cette position sans léser le canal alvéolaire. Ce canal, chez le chien est en effet beaucoup plus ventral que chez l'homme, et sa topographie varie en fonction de la race.

La présence de vis dans le canal mandibulaire est une des grandes causes de souffrance post-opératoire chez l'homme, d'après l'étude menée par Iziuka en 1991.

Iziuka cité par GREENBERG (1993)

2.1.5 Intérêts et limites de la plaque vissée

L'intérêt principal d'une ostéosynthèse par plaque vissée est le retour rapide de la fonction, tout en assurant une contention stable et solide. La conservation de la physiologie mandibulaire favorise la cicatrisation et limite l'amyotrophie. La restauration de la fonction est également très important lorsqu'il s'agit d'un animal difficile à manipuler ou d'un patient en réanimation dont les voies respiratoires supérieures doivent être libres.

La pose de plaques nécessite l'acquisition d'implants et d'un matériel ancillaire : moteur, mèches, guides mèches, tarauds, jauge et tournevis. Elle demande également un investissement personnel important de la part du chirurgien afin de maîtriser parfaitement la technique de pose. La durée de l'intervention peut être longue par rapport à d'autres techniques et le coût important.

Les perturbations vasculaires réalisées lors de la mise en place d'une plaque vissée sont importantes, alors que la fracture a déjà, elle-même, entraîné un très grand désordre (rupture de l'irrigation interne, déchirures tissulaires...). La voie d'abord est large. L'os est déperiosté, or le périoste est responsable d'un fort pourcentage de la vascularisation de l'os, pourcentage qui semble augmenter avec l'âge. (*cf. Partie I, 1.3.1.3*) La mise en place des vis, surtout si celles-ci sont mal positionnées (apex des racines, effraction dans le canal dentaire), perturbe également la vascularisation de l'os des mâchoires et des dents. Dans le cas de vis bicorticales, le périoste versant lingual est également lésé. *HUCKEL (1996)*

Les nouvelles techniques de reconstruction par plaque mises au point en chirurgie maxillofaciale humaine ainsi que les études réalisées sur les complications de ces techniques montrent l'intérêt d'un matériel peu rigide. Lors de fractures peu instables dans des régions peu sollicitées, des mini ou micro plaques sont très utiles : facilité de modelage, peu de traumatisme pour les tissus mous (attaches musculaires), peu de douleur ou de problèmes esthétiques nécessitant leur retrait. Ces implants miniaturisés assurent simplement le maintien de la réduction sans compression. *JOSS et al. (1999)*

2.2 Fixateurs externes

Les fixateurs externes peuvent être utilisés pour traiter les fractures de la mâchoire. Leur pose, comme celles des plaques, ne nécessite pas d'investissement particulier par rapport au traitement des fractures de membres. L'animal peut s'alimenter presque normalement dès le lendemain de l'intervention. Il s'agit cependant d'un appareillage très lourd, encombrant et dont le suivi post-opératoire est délicat.

2.2.1 Indications

Ils sont utilisables pour traiter la majorité des fractures de la mâchoire. Ils sont surtout intéressants lors de fractures unilatérales ou bilatérales complexes, comminutives avec perte de substance du corps de la mandibule. Ils sont également précieux lors de fractures infectées, d'absence de consolidation et lorsqu'une greffe osseuse s'avère nécessaire.

La taille des implants et le poids du montage modèrent ces indications notamment chez les animaux de petit gabarit.

Certains auteurs comme *DAVIDSON et BAUER (1992)* préconisent l'utilisation des fixateurs externes lors de fractures du maxillaire. Cependant, les os sont très fins, les extrémités des implants se retrouvent au sein des cavités nasales. La désinfection est impossible et le risque d'infection est augmenté.

2.2.2 Matériel et techniques de pose

Les broches utilisées sont de type broches de Kirschner de diamètre 1.5 à 2 mm, en acier inoxydable. Elles sont lisses ou filetées. Le filetage peut être positif, en apposition par rapport au corps de la broche, lui conférant alors un diamètre souvent trop important pour être utilisables sur les petits animaux. Un filetage négatif, réalisé aux dépens du diamètre du corps ne présente pas cet inconvénient mais fragilise l'implant à l'endroit où il commence. Les broches filetées offrent un meilleur ancrage osseux que les broches lisses mais leur prix est beaucoup plus élevé (environ deux fois plus lors de filetage négatif et cinq fois pour le positif). *LATTE (1993), LATTE et MEYNARD (1997)*

L'usage combiné de broches filetées et de broches lisses permet d'obtenir un bon compromis coût-stabilité.

Des vis trans-osseuses sont également utilisées *DAVIDSON et BAUER (1992)*. Il s'agit de vis de Richards (Walter Lorenz Surgical Instruments, Inc. , Jacksonville, FL), Schanz ou Morris.

Elles présentent quatre parties : (*cf. figure 37*)

- une extrémité filetée destinée à l'os ;
- une partie lisse, conique, support pour les barres provisoires maintenant la réduction ;
- une table hexagonale permettant de manipuler la vis lors de son implantation dans l'os ;
- une extrémité filetée, destinée à un écrou.

Leurs dimensions sont importantes, par exemple les vis de Schanz mesurent 4 mm de diamètre pour une longueur de 40, 60 ou 80 mm. Elles ne sont utilisables que sur des animaux de plus de 20 kg.

Des vis corticales de diamètre 1.5 mm, 2 mm ou 2.7 mm peuvent également être utilisées. *HENNET (1998 a)*

La voie d'abord est réduite à de simples incisions cutanées. Les implants sont solidarisés par l'intermédiaire d'une barre ou d'une résine acrylique.

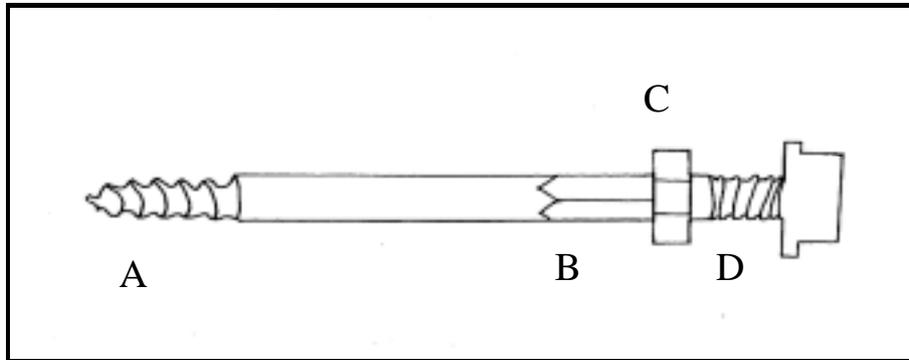


Figure n° 37 : Vis trans-osseuse pour fixateur externe, présentant quatre parties :

- A – partie filetée, destinée à l'os ;
- B – support pour les barres provisoires ;
- C – table hexagonale pour la manipulation ;
- D – partie filetée recevant l'écrou.

D'après DAVIDSON et BAUER (1992)

2.2.2.1 Montages à coapteurs à flasques

Les broches sont employées principalement en hémi-fixation. Elles ne peuvent être transfixantes que dans de rares configurations comme en région rostrale de la mandibule *BRINKER et al. (1994)*. Le risque de traumatisme des structures sous-linguales est alors important. La solidarisation des deux corps de la mandibule va à l'encontre du fonctionnement de la symphyse mandibulaire chez les carnivores. *HENNET (1998 a)*

Trois broches sont nécessaires de part et d'autre du trait de fracture. Elles sont
im

Les broches rostrale et caudale sont mises en place. Elles sont solidarisiées entre elles par une barre et des coapteurs. Les deux broches centrales sont ensuite implantées dans le même plan facilement déterminable grâce à la barre. Les coapteurs, situés à un centimètre environ de la peau, sont serrés puis les extrémités des broches sont sectionnées.

Les fixateurs externes à coapteurs à flasques sont dits de type J.A.M. (J. A. Meynard). On retrouve le même principe de fixation dans la technique de Kirschner-Ehmer ou le F.E.S.S.A. (Fixateur Externe du Service de Santé des Armées) (*cf. figure 38*).
LATTE et MEYNARD (1997)

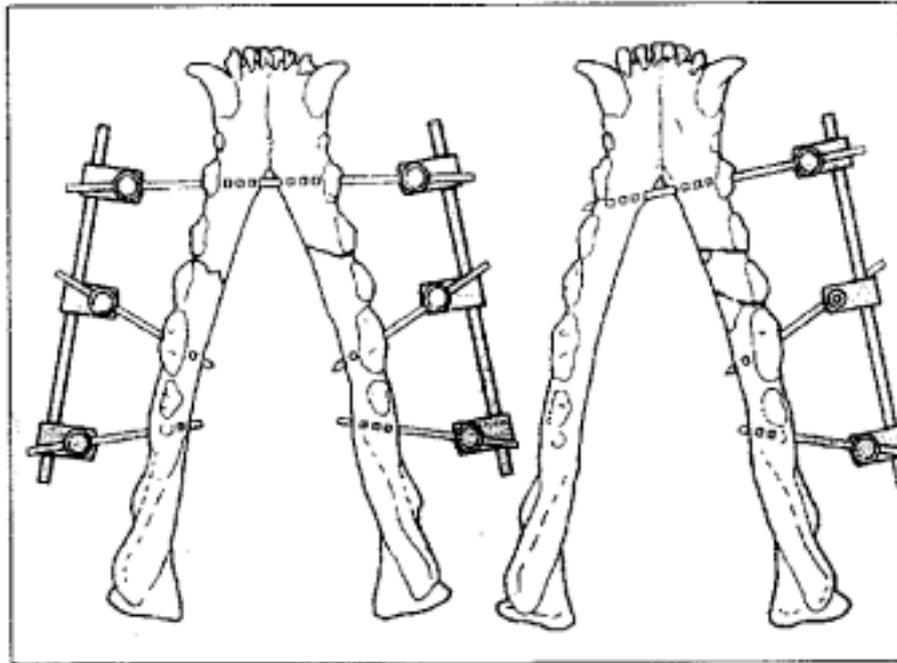


Figure n° 38 : Fixateurs externes – Montage de Kirschner–Ehmer de manière bi et unilatérale. *D'après DAVIDSON et BAUER (1992)*

2.2.2.2 Montages faisant appel à des résines acryliques

Utilisation de broches :

DAVIDSON (1992 et 1993), EGGER (1993),

TOMLINSON et CONSTANTINESCU (1991)

La pose des broches est identique à celle utilisée au cours de la technique J.A.M.. Cependant, toutes les broches ne sont pas obligatoirement situées dans le même plan et leur diamètre peut varier car elles sont solidarisiées par une résine modelable. (cf. photo C)

Il s'agit notamment du système Acrylic Pin External Fixation system ou A.P.E.F. comprenant un tube plastique, flexible, stérilisable (SilasticND) et une résine de méthylméthacrylate présentée en deux éléments, l'un liquide l'autre en poudre.

Une fois les broches mises en place, le tube, dans lequel sera moulée la résine, est empalé sur leurs extrémités. Il est maintenu à 2 cm de la peau. Les deux composants de la résine sont mélangés (1/3, 2/3) pendant deux minutes. Le produit obtenu est injecté dans le tube à l'aide d'une seringue. La réduction et l'occlusion doivent être maintenues pendant tout le temps de durcissement de la résine (cinq à dix minutes). Pour cela une barre peut être placée entre les broches rostrale et caudale, elle est ensuite enlevée et les extrémités saillantes des broches sont sectionnées.

La rigidité de la résine peut être augmentée en incorporant une broche dans le tube avant d'y injecter le méthylméthacrylate. (cf. figure 39)

Les embouts des broches peuvent être recourbés les uns sur les autres de manière à former un pont sur lequel la résine est directement moulée. Cette technique nécessite un isolement de la peau de l'animal en raison du fort dégagement de chaleur pendant le durcissement de la résine. Des éponges humides sont placées entre la peau et la résine.

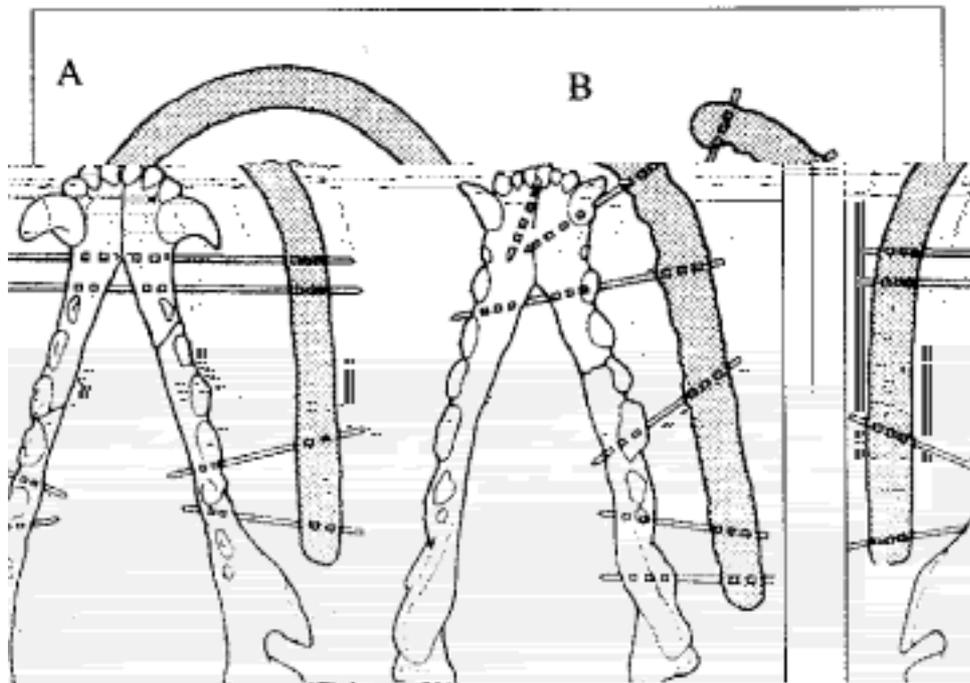


Figure n° 39 : Utilisation de broches et de résine. *D'après DAVIDSON (1993)*

Pontage biphasique :

Cette technique est utilisée pour le traitement des fractures des mâchoires chez l'homme depuis 1949. Elle se différencie des techniques habituelles de fixation externe par l'utilisation non pas de broches mais de vis trans-osseuses. Les vis sont reliées entre elles par une bande de résine acrylique (*cf. figure 40*). *HARVEY (1985)*

Dans un premier temps, les vis autotaraudeuses sont implantées manuellement, après une simple incision cutanée et un préforage. Elles dépassent de 2 cm environ l'incision cutanée. Deux vis de part et d'autre du trait de fracture sont nécessaires. Les vis rostrale et caudale sont ensuite solidarisiées entre elles par leur extrémité saillante à l'aide d'une barre externe et de deux flasques. Les vis intermédiaires ne sont pas obligatoirement dans l'alignement des deux autres. La fracture est ainsi réduite et stabilisée temporairement.

Dans un second temps, une bande en résine acrylique est préparée comme dans la méthode A.P.E.F.. Le mélange est placé deux minutes dans un moule en métal, puis la bande obtenue est appliquée en travers des extrémités de toutes les vis. Après les dix

minutes nécessaires au durcissement de la résine, la barre de soutien est ôtée et les boulons sont serrés sur les vis. *DAVIDSON et BAUER (1992)*

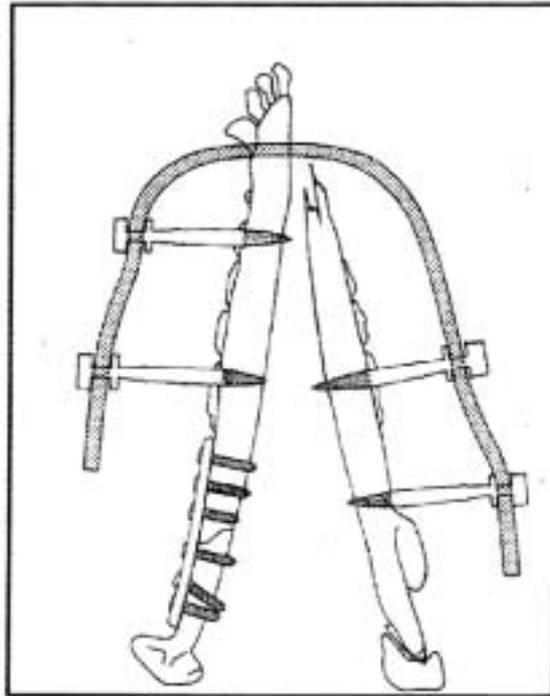


Figure n° 40 : Utilisation d'un montage biphasique pour traiter une fracture complexe de la mandibule.

D'après HARVEY (1985)

Cette technique nécessite un matériel spécifique plus onéreux que celui précédemment cité, mais sa stabilité est nettement plus grande.

2.2.3 Suivi post-opératoire

La mise en place de fixateurs externes nécessite un suivi post-opératoire très important demandant une coopération de la part du propriétaire et du patient. Leur emploi est impossible dans certains cas, notamment chez un animal agressif. Le montage est nettoyé après chaque repas. Les broches ainsi que leur point d'entrée sont désinfectés minutieusement. La peau, en regard du montage est surveillée afin de prévenir toute pyodermite.

Le propriétaire doit veiller à ce que l'animal n'accroche pas les fixateurs externes et ne les casse pas. L'alimentation doit être molle. Tout jeu sollicitant les mâchoires est à éviter.

Au cours des contrôles postopératoires, toutes les broches sont inspectées. Un éventuel écoulement le long de l'une d'elles peut alors être décelé. L'ancrage de chaque broche est contrôlé.

2.2.4 Intérêts et limites des fixateurs externes

2.2.4.1 Considérations biomécaniques

La mise en place de fixateurs externes ne perturbe que très peu la vascularisation périostée. Ils permettent une restauration très rapide de la mastication.

Cependant, situés sur le bord ventral de la mandibule, ils n'obéissent pas totalement aux règles de la biomécanique des fractures de mâchoires. Ils ne neutralisent donc pas tout à fait les forces de flexion, de compression, de traction et de cisaillement, comme cela est le cas lors de fracture des os longs. Ils peuvent être associés à un cerclage interdentaire. *VIATEAU (1994)*

2.2.4.2 Avantages présentés par la résine

L'utilisation de résine acrylique permet d'alléger le montage, ce qui est intéressant pour les chiens de petite taille et les chats. Elle permet également d'effectuer une fixation bilatérale en contournant rostralement la mâchoire (maxillaire et mandibule), courbure très délicate à obtenir avec une barre.

Les assemblages obtenus avec la résine sont moins saillants qu'avec les barres métalliques. Les risques d'accrochage et d'arrachage sont moins importants d'autant plus qu'il est délicat de protéger les fixateurs externes à l'aide d'un pansement dans cette localisation.

Cette résine offre une grande liberté dans l'implantation des broches ou des vis qui ne sont plus obligatoirement situées dans le même plan. Ceci permet d'éviter les racines dentaires et le canal mandibulaire.

De plus, si l'occlusion en fin d'intervention n'est pas totalement satisfaisante, la résine, contrairement aux montages avec barres, peut facilement être rectifiée : quelques centimètres de la colonne de méthylméthacrylate sont sectionnés à l'aide d'une scie à plâtre ou d'une fraise dentaire, l'occlusion est rectifiée puis une petite quantité de résine permet de rétablir la continuité. *EGGER (1993), LATTE et MEYNARD (1997)*

La résine de méthylméthacrylate est radiotransparente, facilitant ainsi le suivi radiologique de la cicatrisation.

2.2.4.3. Limites des fixateurs externes

Les limites d'un tel montage sont le glissement potentiel des broches et le manque de stabilité alors induit. Les implants ne sont, en effet, placés qu'en hémifixation. L'utilisation de vis ou de broches filetées est intéressante mais le coût est plus élevé (surtout broches de petit diamètre).

Lors du forage la température de l'os autour de la broche augmente considérablement provoquant une nécrose tissulaire à l'interface os-broche et de lâchage des broches, première cause d'échec de cette technique. Les tissus nécrosés sont éliminés. Ils sont remplacés, si les contraintes mécaniques sont faibles par un tissu stable.

En revanche, lorsque le montage est trop sollicité, la différenciation cellulaire conduit à la formation d'ostéoclastes et de fibroblastes ou de chondroblastes. La résorption osseuse tend alors à agrandir le trou de forage, et provoque le lâchage de l'implant.

LATTE et MEYNARD (1997)

Les fixateurs externes constituent un assemblage souvent encombrant, lourd nécessitant un suivi très important.

La mise en place des broches doit donc respecter certaines règles afin de limiter l'échauffement :

- vitesse de rotation faible, 150 t/mn ;
- irrigation du point d'entrée de la broche au cours de son implantation, protégeant ainsi la première corticale ;
- préforage ;
- utilisation de pointe lancéolée, voire de type Ilizarof.

2.3 Enclouages

Il s'agit d'une technique encore très pratiquée, en m

2.3.3 Techniques de pose

L'enclouage est réalisé par voie rétrograde. L'extrémité acérée de la broche est introduite à partir du foyer de fracture dans le fragment postérieur, en direction de la base du bord refoulé de la mandibule. A cet endroit ne est essopar puisstetournul, saufgm

neutralisée). *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

En effet, l'occlusion obtenue après stabilisation par enclouage est rarement satisfaisante. La broche étant placée le plus ventralement possible, loin du bord de tension, le foyer de fracture tend à s'ouvrir sur son bord alvéolaire. (*cf. figure 41*)

CECHNER (1980), CHAMBERS (1981)

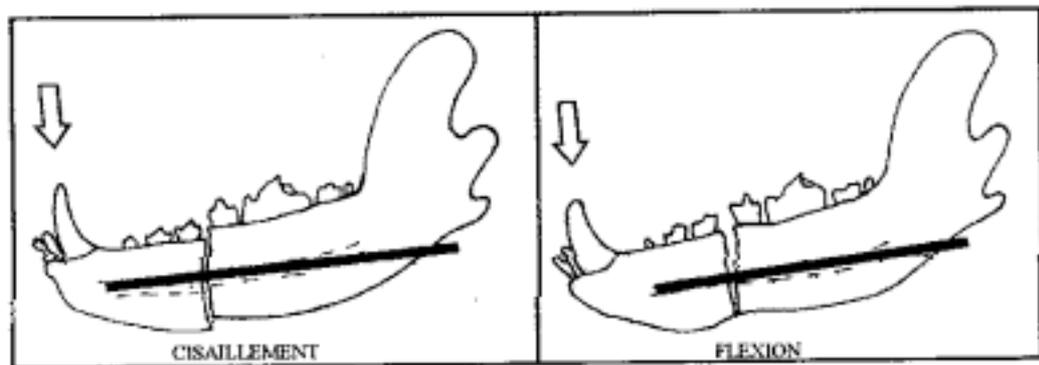


Figure n° 41 : Limites de l'enclouage pour traiter les fractures de la mandibule.

2.4 Sutures interosseuses

Les sutures interosseuses constituent une technique simple et économique indiquée pour les os plats comme ceux de la mâchoire. En effet, ces os sont fins, essentiellement spongieux, leur cicatrisation est rapide.

2.4.1 Indications

RUDY et BOUDRIEAU (1992), VIGUIER (1991)

Les sutures interosseuses sont indiquées lors de fractures simples voire multiples, non comminutives, sans perte de substance et relativement stables. Elles s'appliquent à la mandibule et au maxillaire.

Les interventions sur le maxillaire ont pour principal but de rétablir l'occlusion. Elles sont également nécessaires lors d'obstruction nasale ou d'effondrement de la région zygomatique, gênant les mouvements de la mandibule et créant une exophtalmie. Les

sollicitations que subissent les fragments osseux dans cette région sont faibles, les tissus mous et les os adjacents apportant déjà une stabilité relative.

Les sutures osseuses peuvent être utilisées seules si la stabilité qu'elles engendrent est suffisante ou en complément d'un autre moyen de contention (plaque, cerclages interdentaires).

2.4.2 Matériel et techniques de pose

Le fil utilisé est en acier inoxydable, son diamètre varie entre 0.6 et 1.2 mm, selon l'épaisseur de l'os. Il doit, en effet, être à la fois résistant et malléable pour faciliter le passage au travers des trous forés.

2.4.2.1 Sutures osseuses simples

La peau est incisée directement en regard du trait de fracture. Les tissus mous sont réclinés. L'os est foré au diamètre de 1 à 2 mm. Les trous sont placés à une distance de 5 à 10 mm environ de part et d'autre du trait de fracture, l'un en face de l'autre afin que le cerclage croise perpendiculairement ce trait de fracture. Les trous de forage ont un axe perpendiculaire à la corticale. Ils peuvent également être légèrement convergent vers le centre de la bouche, ce qui facilite à la fois la mise en place du fil et son serrage.

RUDY et BOUDRIEU (1992)

Deux ligatures par trait de fracture sont nécessaires pour obtenir une stabilité suffisante entre les fragments. L'une d'elles doit être placée le plus près possible du bord alvéolaire, face de tension, tout en respectant les racines dentaires. Elles sont parallèles ou en X neutralisant alors les forces de cisaillement auxquelles sont confrontées les fractures obliques.

Lorsque l'un fragment est trop petit, il n'est foré qu'une seule fois et les deux sutures sont placées en triangle. *DAVIDSON (1993) (cf. figure 42)*

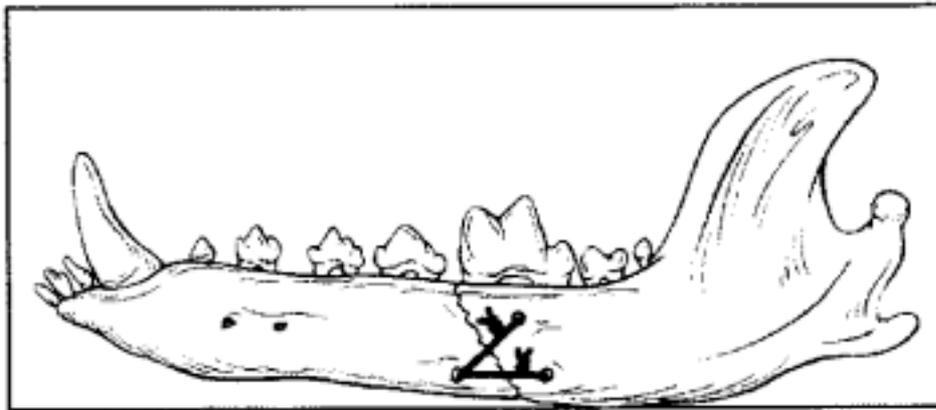


Figure n° 42 : Fracture oblique instable de la mandibule immobilisée au moyen d'un double cerclage en triangle. *D'après DAVIDSON (1993)*

La première extrémité du fil est passée, à l'aide d'un porte aiguille ou d'une petite pince, dans un trou de l'extérieur vers l'intérieur. Elle est ensuite légèrement recourbée et passée à travers le second orifice de l'intérieur vers l'extérieur. Afin de faciliter cette manipulation, on peut écarter dans la mesure du possible les bouts fracturés (mandibule uniquement) ou s'aider d'une grande boucle effectuée à travers le trait de fracture. *(cf. figure 43)*

Tous les cerclages doivent être mis en place avant d'effectuer le premier serrage. Les deux extrémités du fil sont tendues en formant un angle de 45° avec la corticale. Elles sont saisies par une pince à leur point de croisement. On effectue une torsion toujours dans le même sens tout en exerçant une légère traction. Un tord fil peut être utilisé.

Les brins torsadés sont repliés le long de la corticale. Ils sont sectionnés à l'aide d'une pince coupante au-dessus de la troisième torsade, puis rabattus sur l'os. Les tissus mous sont suturés de manière habituelle. *RUDY et BOUDRIEAU (1992)*

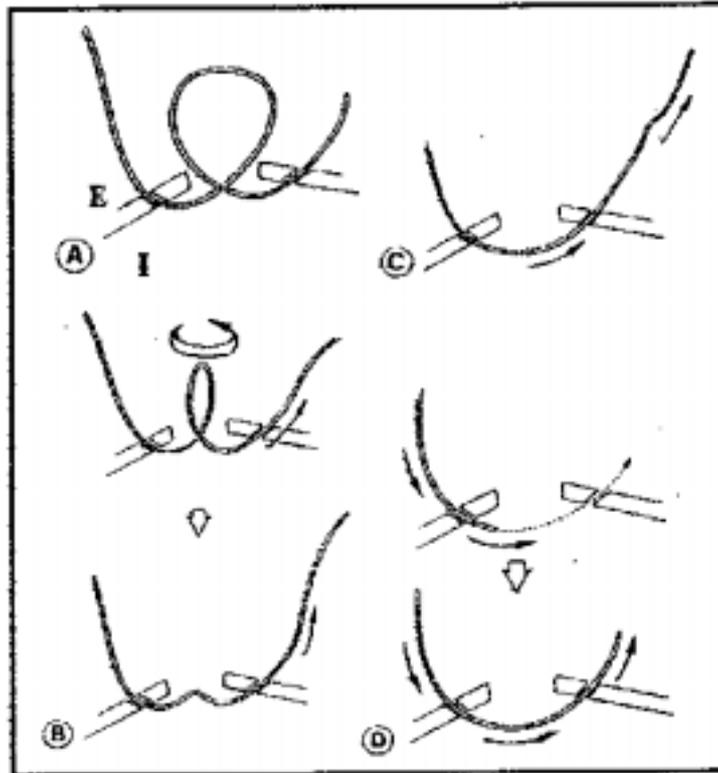


Figure n° 43 : Techniques de mise en place d'un cerclage :

A – le fil de cerclage est passé de l'extérieur (E) vers l'intérieur (I) en formant une large boucle dans le trait de fracture afin de faciliter son passage ;

B – la boucle est effacée ;

C – le fil est tendu ;

D – si la fracture le permet, le fil est simplement incurvé et passé directement dans les deux fragments.

D'après RUDY et BOUDRIEU (1992)

2.4.2.2 Sutures appuyées sur broches et vis corticales

La voie d'abord est identique à celle utilisée lors de sutures simples. Dans un premier temps, la fracture est réduite. Les implants osseux sont mis en place de part et d'autre du trait de fracture. On utilise des vis corticales ou des broches. Les broches peuvent être placées en hémifixation. Une broche unique transfixante est suffisante en position rostrale (fente palatine, disjonction symphysaire). (*cf. figure 44*)

HENNET (1998 a), VIGUIER (1991),

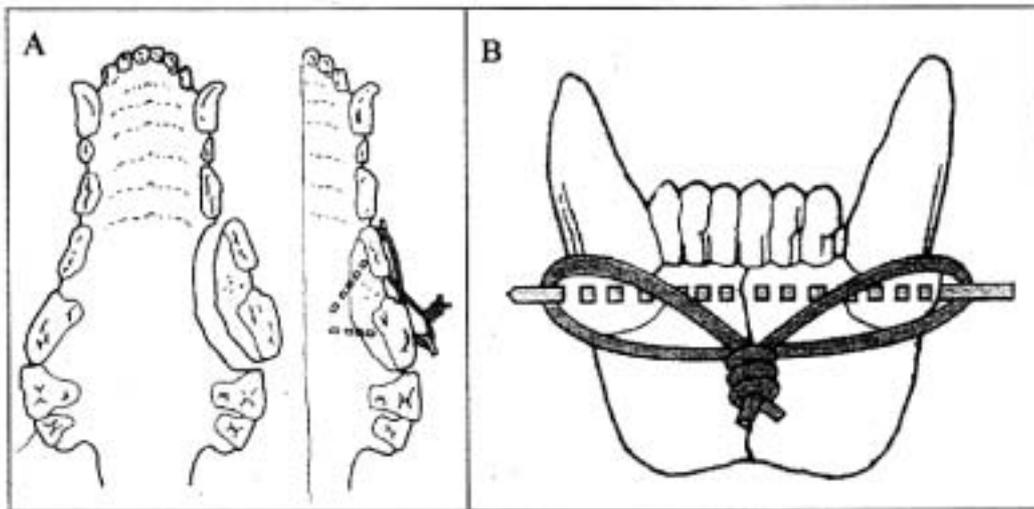


Figure n° 44 : Sutures appuyées sur broches :

A – fracture du maxillaire ;

B – disjonction symphysaire.

D’après DAVIDSON (1993)

Un fil de cerclage est placé en huit. Il s’appuie sur les extrémités recourbées des broches ou est emprisonné entre la tête de vis et l’os. Il permet une compression entre les fragments osseux. L’ancrage du fil métallique est plus stable que dans le cas d’une suture simple où le fil subit des mouvements au cours de son trajet osseux. *DAVIDSON (1993)*

2.4.3 Intérêts et limites des sutures osseuses

KARASZ et al. (1986), RUDY et BOUDRIEU (1992)

La stabilité en fin d’intervention est testée, le montage est complété par d’autres sutures ou par un autre moyen de contention si nécessaire. Par exemple, lors du traitement d’une fracture du maxillaire, la suture peut être secondée par un cerclage interdendaire.

Les sutures osseuses permettent d’apposer des fragments avec une faible compression mais neutralisent très peu de forces de flexion et surtout de cisaillement.

(cf. figure 45)

Cependant avec le temps, les sutures osseuses ont tendance à se détendre et à entamer le tissu osseux lorsqu'elles ne sont pas appuyées sur broches. La stabilité qu'elles apportent est donc limitée. *KARASZ et al.(1986)*

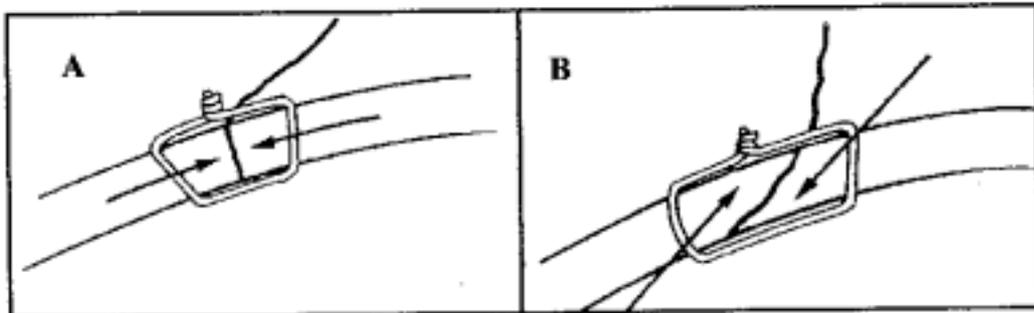


Figure n° 45 : Sutures intra-osseuses :

A – fracture transverse : mise en compression des fragments ;

B – fracture oblique : risque de glissement des deux fragments.

D'après RUDY et BOUDRIEAU (1992)

La mise en place d'une suture osseuse est à éviter au sein d'un foyer contaminé. La dévascularisation de fragments de petite taille lors de la mise en place des fils métalliques peut engendrer des séquestres osseux.

Les sutures ne provoquent en général aucune gêne à long terme et sont donc laissées en place, excepté lorsqu'elles sont visibles dans la cavité buccale.

RUDY et BOUDRIEAU (1992)

3. TRAITEMENTS ORTHOPEDIQUES NON SANGLANTS

3.1 Blocage intermaxillaire

Le blocage intermaxillaire est une technique qui a longtemps été utilisée chez l'homme pour traiter les fractures de mâchoires, seul ou en complément d'un autre moyen de contention. Aujourd'hui, il est surtout réalisé, en per-opératoire, pour maintenir l'occlusion. Il est plus rarement conservé en post-opératoire.

De nombreuses techniques ont été extrapolées de l'homme chez le chien. Cependant, la morphologie dentaire étant très différente, toutes ne sont pas utilisables.

Chez le chien, l'interdigitation des canines supérieures et inférieures permet un maintien stable de l'occlusion. La hauteur de la couronne de ces dents autorise une fixation tout en ménageant un espace de 1 à 3 cm entre les bords incisifs des dents. Cet espace permet la prise spontanée d'aliments semi-liquides par l'animal.

HENNET et KERDELHUE (1996)

Le blocage intermaxillaire peut être fixe ou amovible.

3.1.1 Indications

Le blocage intermaxillaire est indiqué pour traiter tous les types de fractures de la mâchoire, y compris en région prémaxillaire et symphysaire. Il est surtout intéressant lors d'atteinte de la branche montante de la mandibule voire du condyle.

BENNETT et al. (1994)

Il est réalisable chez le jeune avec des dents déciduales.

Les seules conditions de réalisation du blocage intermaxillaire sont un dégagement des voies respiratoires supérieures ainsi que la présence de quatre canines saines.

3.1.2 Blocage amovible

Un blocage amovible est réalisé à l'aide d'une muselière souple ou "tape muzzle". Celle-ci peut être confectionnée avec une bande adhésive souple :

La mâchoire est maintenue en occlusion, la cavité buccale étant presque fermée. Un premier tour de bande, face adhésive vers le haut, est placé autour de la mandibule et du maxillaire. Puis une bande latérale, toujours face adhésive vers le haut, constitue les parties latérales gauche et droite de la muselière en passant derrière les oreilles. Ces deux bandes sont complétées par d'autres, identiques, faces adhésives vers le bas.

(cf. photo D) DAVIDSON (1993) DAVIDSON et BAUER (1992)

La muselière est laissée en place pendant toute la durée de la cicatrisation osseuse.

La fixation amovible est surtout intéressante en traitement d'attente et lors de fracture unilatérale, peu déplacée de la branche montante de la mandibule.

SHETTY et al. (1995)

Cette technique n'est pas réalisable chez le chien brachycéphale et le chat.

3.1.3 Blocage rigide

3.1.3.1 Cerclages intermaxillaires

Cerclage peri-dentaires :

Une ligature des deux mâchoires entre-elles selon la méthode des œillets ou d'Ivy modifiée, est décrite chez le chien . *BRINKER et al. (1994), HARVEY (1985)*

Un fil de cerclage est tressé entre, au minimum, quatre dents adjacentes, de manière à former trois boucles sur la face vestibulaire des dents. Une des extrémités du fil est repassée au travers des boucles, avant d'être serrée avec l'autre. Les boucles sont alors torsadées sur elles-mêmes. Le même montage est réalisé sur la mâchoire antagoniste. Les œillets ainsi obtenus sont solidarités deux à deux (inférieurs et supérieur) à l'aide de fil de cerclage. (*cf. figure 46*)

Cette technique empruntée à la chirurgie maxillo-faciale humaine n'est, en pratique, pas transposable chez l'animal. En effet, la forme pyramidale des dents du chien ne permet pas une aussi bonne rétention du fil de cerclage que chez l'homme. De plus, l'étroitesse de l'espace interdente ne facilite pas l'exercice. Le passage du fil peut nécessiter une légère entaille de l'émail à l'aide d'une fraise dentaire au niveau du collet de la dent.

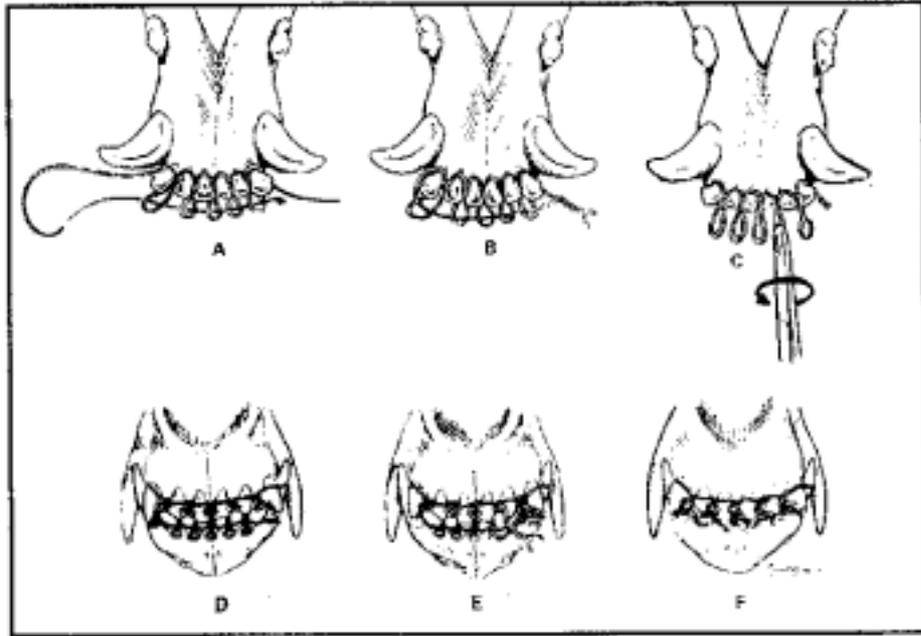


Figure n° 46 : Mise en place de ligatures interdentaires en vue d'un blocage intermaxillaire, selon la technique des œillets.

D'après BRINKER et al. (1994)

Cerclages intra-osseux :

L'utilisation de cerclages intra-osseux, pour solidariser les deux mâchoires est décrite, chez l'animal, notamment le chat et le chien brachycéphale.

EGGER (1993), HARVEY (1985)

En fonction de la localisation de la fracture, il est réalisé soit juste en arrière des canines inférieures et supérieures soit entre les racines des carnassières. La muqueuse gingivale est réclinée. L'os alvéolaire est foré, perpendiculairement au grand axe des dents, à l'aide d'une mèche, en prenant garde de ne pas léser les structures dentaires. Le fil de cerclage est alors placé et serré sur la face vestibulaire (*cf. figure 47*).

Cette technique présente un grand risque pour les structures dentaires. Lors du forage, les racines peuvent être lésées. De plus, dans le cas de cerclages au niveau des carnassières, le fil prend appui au niveau de la furcation, région très délicate, et peut entraîner une luxation de la dent. *HARVEY (1985)*

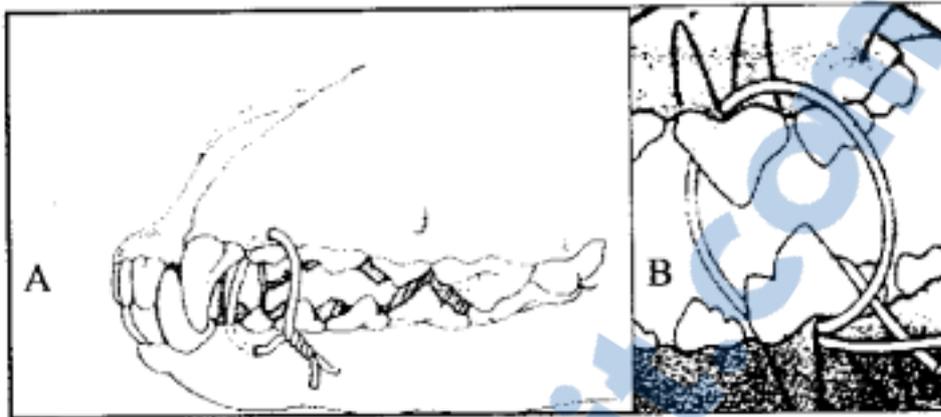


Figure n° 47 : Blocages intermaxillaires par cerclages intra-osseux chez le chien. D'après *EGGER (1993)*

Ces différentes techniques de blocage intermaxillaire, bien que décrites chez le chien, présentent un inconvénient majeur : la stabilité qu'elles apportent n'est bonne que lorsque les mâchoires sont maintenues fermées en occlusion. Or l'animal tolère mal une telle position qui limite la thermorégulation et la prise d'aliments. Si les mâchoires ne sont pas complètement fermées, des mouvements sont encore possibles car seule l'ouverture au-delà d'une certaine limite est interdite. Une muselière est alors plus efficace et mieux tolérée.

3.1.3.2 Utilisation de résine

Les quatre canines sont solidarisiées deux à deux à l'aide d'un composite dentaire. Le composite utilisable est soit autopolymérisable, soit photopolymérisable. Ce dernier est plus facile à manipuler car la polymérisation est déclenchée par une lumière appropriée. Il peut donc être modifié facilement mais demande un investissement plus important (lampe à photopolymériser). *SHETTY et al. (1995)*

Les canines sont détartrées et séchées à l'air. L'émail est mordancé par l'application d'un gel de mordantage (acide phosphorique à 37.5%). Ce gel est rincé rapidement, selon les données du fabricant. Les dents sont séchées à l'air. Les mâchoires sont alors placées en occlusion fermée puis légèrement écartées de manière à ménager une ouverture idéale de quelques centimètres entre les incisives. Cette position sera maintenue

par l'aide opératoire jusqu'à la fin de la phase de durcissement. La résine est appliquée bilatéralement autour des canines. (*cf. photo E*) HENNET (1996), ZETNER (1987)

La résine, une fois durcie, est polie à l'aide de la fraise dentaire. En période post-opératoire, l'animal porte un carcan. L'alimentation est semi-liquide.

Après cicatrisation, la résine est facilement retirée avec un rongeur à os.

3.1.4 Intérêts et limites du blocage intermaxillaire

Le blocage intermaxillaire est une technique simple, peu coûteuse. Elle est facilement réalisable même chez le chat, les chiens de petit format et les animaux présentant un os déminéralisé. Elle n'entraîne pas de dévascularisation de l'os ni de lésion des racines dentaires, exception faite de la mise en place de cerclages intermaxillaires. BENNET *et al.* (1994)

Cependant, lors de blocage en occlusion fermée, l'animal ne peut réguler sa température interne correctement, par hyperventilation comme à son habitude. La surveillance du chien doit donc être étroite lors de fortes chaleurs. Un risque de fausse déglutition, pouvant entraîner une pneumonie, existe également.

La muselière amovible permet un meilleur contrôle. En revanche, elle peut être moins bien tolérée que la fixation rigide. Une dermatite est à craindre. De plus, la rigidité obtenue n'est que relative, une non-union peut survenir.

L'occlusion obtenue avec une fixation rigide des canines à l'aide de résine est parfaite. L'animal peut, le plus souvent, s'alimenter seul et effectuer correctement sa thermorégulation. Les résultats obtenus sont excellents. HENNET (1996)

3.2 Ligature interdentaire

Les ligatures interdentaires constituent la méthode de contention des fractures la plus simple.

3.2.1 Indications

Les ligatures interdentaires sont utilisées seules ou en complément d'un autre moyen de contention (plaque, cerclages intraosseux...). Elles peuvent être utilisées en période per-opératoire pour maintenir l'occlusion, et être retirées par la suite.

Elles sont indiquées lors de fractures simples, sans déplacement, stables du corps de la mandibule. Les dents situées de part et d'autre du trait de fracture, sur lesquelles la ligature va s'appuyer doivent être saines. Elles sont utilisées pour traiter une dysjonction symphysaire ou une fracture para symphysaire

3.2.2 Mise en place

La ligature est réalisée à l'aide d'un fil de cerclage de diamètre 0.6 à 0.8 mm (20-22 gauges). Le fil est placé le plus près possible du collet de la dent. Deux techniques de cerclage sont utilisées (*cf. figure 48*) DAVIDSON (1993), CAVAILLON *et al.*(1988) :

- la ligature simple, ne prend appui que sur une dent de part et d'autre du trait de fracture, sa rétention est faible ;
- la ligature en 8, réalisée en entrecroisant dans chaque espace inter-dentaire les deux chefs.

Plus difficile à mettre en œuvre en raison de l'étroitesse des espaces interdentaires chez le chien, la ligature en 8 est également plus difficile à serrer. Cependant sa rétention semble meilleure que la ligature simple.

Les extrémités du fil de cerclage sont serrées entre elles, sur la face buccale de la dent. La torsade est appliquée vers le bas afin de pas occasionner des lésions sur la langue. RUDY *et* BOUDRIEAU (1992)

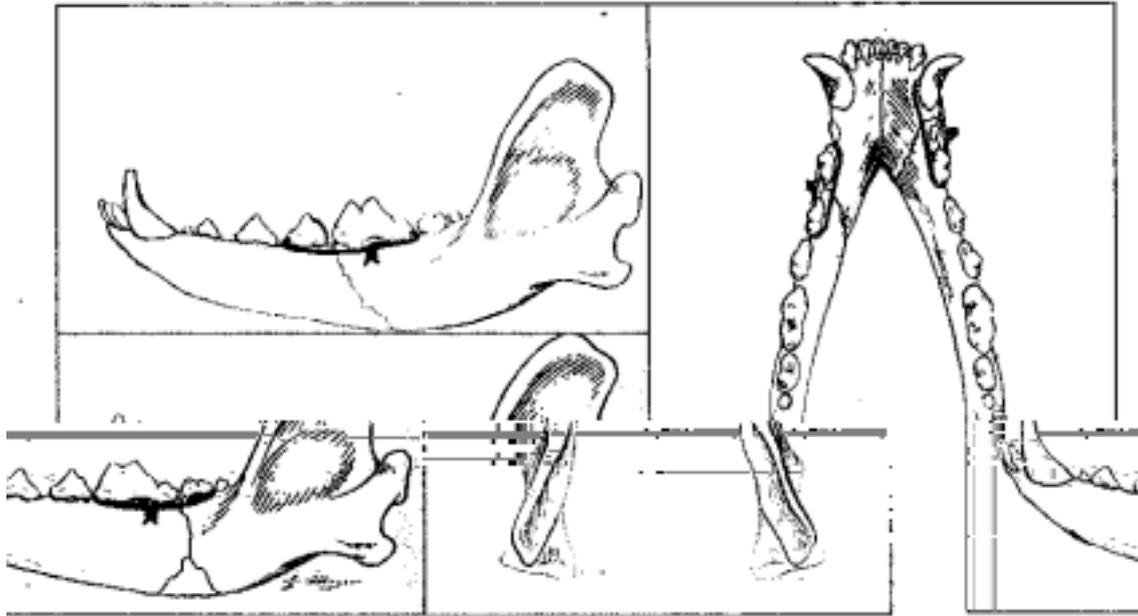


Figure n° 48 : Ligatures interdentaires simples sur une mandibule.

D'après BRINKER et al. (1994)

3.2.3 Intérêts et limites

Le principal intérêt de la technique des ligatures interdentaires est la simplicité tant en matériel qu'en technique opératoire.

Mises en place sur la face de tension de l'os, elles peuvent malgré la faible épaisseur de l'implant apporter une bonne stabilité au foyer de fracture. Cependant, la stabilité obtenue en phase post-opératoire immédiat est rarement durable : les fils de cerclage ont tendance à se desserrer, et la forme pyramidale des dents du chien favorise le glissement. Pour pallier cela, le fil de cerclage peut être noyé au sein d'une résine composite collée sur la couronne de la dent. La rétention de l'ensemble est nettement augmentée. *HENNET (1998 b)*

Le serrage des extrémités du fil doit être réalisé avec beaucoup de précautions. En effet, la tentation est grande de serrer au maximum le fil métallique, ce qui entraîne une tension excessive provoquant un écartement des bouts osseux sur le bord opposé.

Le cerclage doit être serré de manière à simplement rétablir l'occlusion. Un serrage excessif autour des canines inférieures tend à rapprocher ses dents dans le plan médian. (cf. figure 49) *EGGER (1993)*

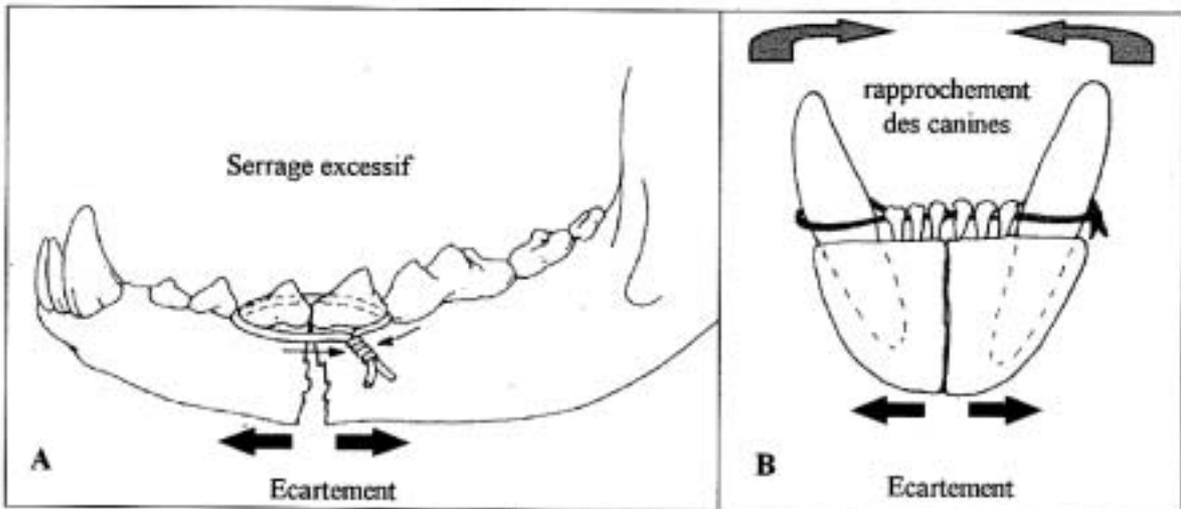


Figure n° 49 : Cerclage péri-dentaire :

A - Effet d'un serrage excessif sur le bord opposé de la mandibule.

D'après EGGER (1993)

B – Rapprochement des canines par un cerclage trop serré lors de disjonction symphysaire.

Enfin, la présence du fil peut léser la dent et ses tissus d'attache et prédisposer ainsi l'animal à la maladie parodontale. Si la position du fil est correcte, comme il n'est pas laissé en place très longtemps, cet inconvénient est mineur.

3.3 Attelles acryliques interdentaires

Dans cette technique d'attelles acryliques interdentaires, les dents sont utilisées comme fixateurs externes naturels. Elles sont très utiles car situées sur la face de tension. A l'aide de résine dentaire modelable, une attelle est réalisée sur mesure. Elle s'adapte parfaitement à la structure fracturée et prend attache sur la couronne des dents situées de part et d'autre du trait de fracture. Ainsi, une gouttière en acrylique est moulée sur les couronnes des dents. Lors d'atteinte complexe du maxillaire, un palais en résine peut être réalisé.

3.3.1 Indications

Les attelles acryliques permettent de traiter les fractures de la mandibule et du maxillaire. Leur mise en place nécessite la présence d'au moins une dent saine de part et d'autre du trait de fracture, de préférence une canine et une carnassière. Ainsi peuvent être stabilisées, les fractures du maxillaire rostrales à la carnassière et celles de la mandibule antérieures à la première molaire. *HENNET (1998 a et b)*

Cette technique est utilisée seule ou en complément d'un autre moyen de contention (fixateurs externes, cerclages osseux...)

3.3.2 Mise en place

Les résines composites dentaires peuvent être utilisées pour confectionner l'attelle pour les chiens de petite taille et les chats. Mais, compte tenu de leur coût, les résines acryliques sont préférables pour une utilisation sur une large surface. *SEGAL (1997)*

3.3.2.1 Technique intra-orale directe

Les tissus mous abîmés sont parés et suturés.

Les dents, sur lesquelles la résine doit être déposée, sont détartrées et polies. La cavité buccale est séchée à l'aide de la seringue air/eau de l'unité dentaire.

La fracture est réduite. L'occlusion normale est obtenue et contrôlée tout au long de l'intervention.

Les couronnes des dents sont mordancées par l'application d'un gel de mordantage habituellement composé d'acide phosphorique à 37,5%. Le gel acide est rapidement rincé après trente secondes, avec un spray d'eau. Le mordantage permet une déminéralisation superficielle de l'émail. Sa surface est ainsi rendue plus rugueuse ce qui facilite l'adhésion de la résine sur la dent par micro-rétention mécanique. (*cf. photo F*)

Une digue protectrice peut être réalisée à l'aide de silicone dentaire, substance malléable. Il est appliqué sur la gencive et sur tous les endroits que la résine ne doit pas

recouvrir (sutures, palais...). La vaseline peut également être utilisée, notamment pour recouvrir les dents antagonistes.

Une première couche de monomère est délicatement appliquée à l'aide d'un pinceau sur les surfaces mordancées. L'attelle peut être réalisée selon deux techniques *SEGAL (1997)* :

- soit le mélange liquide-monomère est préalablement mélangé à la poudre-polymère, la substance crémeuse résultante est appliquée sur les dents ;
- soit le pontage est réalisé par applications successives de petites quantités de monomère et de polymère jusqu'à obtention d'une attelle, moulée sur les dents, de 1 à 2 mm d'épaisseur.

Alors que la résine est encore molle, la bouche est fermée en occlusion et maintenue ainsi jusqu'au durcissement de l'acrylique. Lors de la phase de polymérisation finale, la réaction exothermique de polymérisation des méthacrylates étant plus ou moins importante en fonction de la résine utilisée, l'attelle est refroidie par irrigation continue.

Lorsque la résine a pris (6 à 8 minutes), la gueule est ouverte et la stabilité est testée. La digue est ôtée. Les excédents de résine sont retirés à l'aide d'une fraise dentaire coupante et modelante. Tous les angles aigus sont émoussés. Cette étape de modelage est très importante. La résine ne doit pas couper ou irriter la muqueuse buccale. L'arcade dentaire opposée ne doit pas entrer en contact avec l'attelle. (*cf. figure 50*)

Des fils métalliques, Déc.4 ou 6, peuvent être incorporés dans la résine avant son durcissement. Parallèles au grand axe de la mâchoire, ils augmentent la stabilité du pontage en servant d'armature, notamment lors de chevauchement de zones édentées. Ces fils sont placés sans aucune tension avant l'application de la résine. *HENNET (1998 a)*

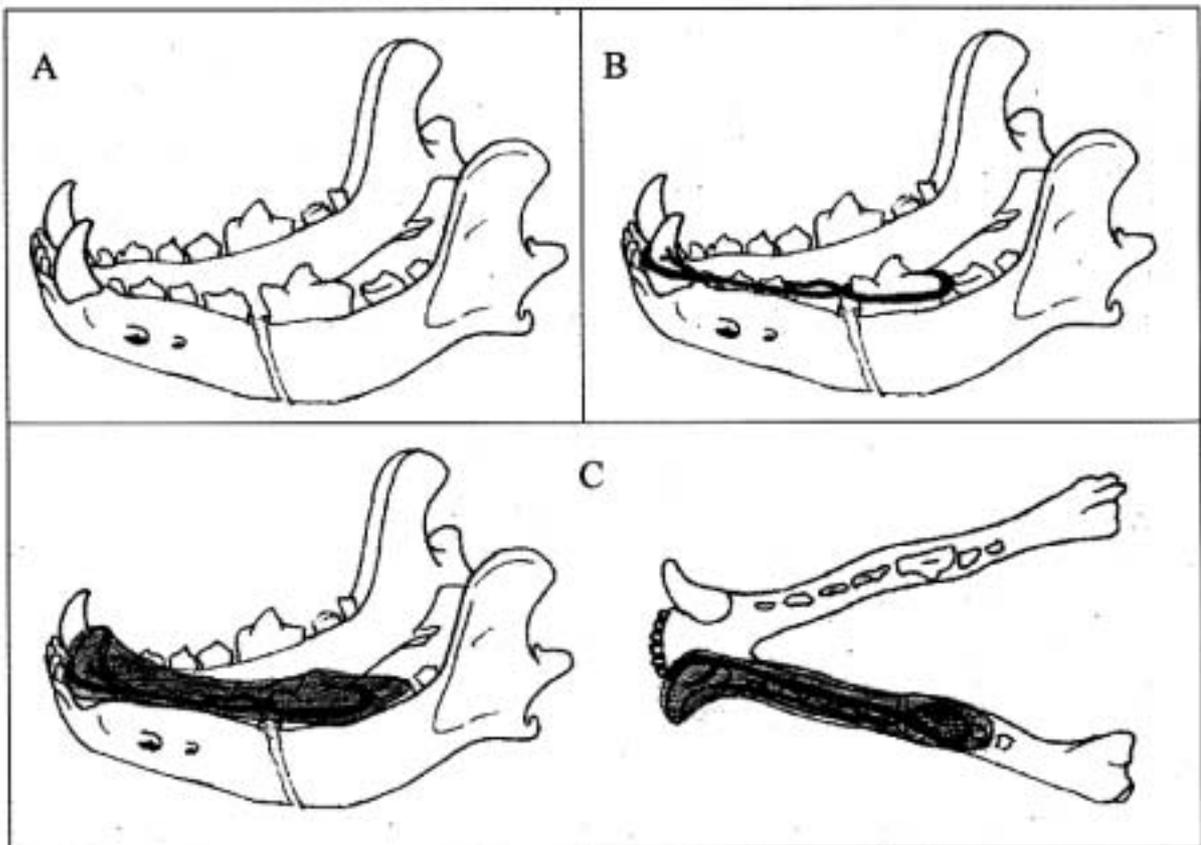


Figure n° 50 : Etapes de la mise en place d'une attelle acrylique pour traiter une fracture simple de la mandibule en avant de la carnassière.

3.3.2.2 Technique avec empreinte

L'attelle est confectionnée sur un moulage en plâtre de la mâchoire, réalisé à partir d'une empreinte négative de l'arcade fracturée.

La prise d'empreinte nécessite l'utilisation d'un porte-empreinte. Ceux utilisés chez l'homme conviennent en général en dentisterie vétérinaire. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'en confectionner un sur mesure en acrylate ou en cire. Une fois le moulage en plâtre réalisé, de la cire dentaire est déposée sur tout son pourtour de façon à délimiter la future attelle. Les traces laissées par d'éventuelles pertes de substances des tissus mous ou de l'os sont également comblées à l'aide de cire pour prévenir toute saillie de l'acrylate à leur niveau. Après application sur le moulage d'une substance facilitant le démoulage, le pontage est réalisé selon la méthode précédente.

Cette technique, bien que décrite, est rarement utilisable. Outre la difficulté de réaliser une empreinte lors de fracture, le temps de prise du plâtre n'est pas adapté au cas d'urgence relative de la fracture de la mâchoire. De plus, la réduction, au moment de la pose de l'attelle, doit être rigoureusement identique à celle de la prise de l'empreinte. *SEGAL (1997)*

3.3.3 Applications

3.3.3.1 Fractures de la mandibule

La mise en place d'une attelle acrylique s'applique notamment aux fractures transverses de la mandibule juste en avant de la carnassière, uni ou bilatérale. Après réduction et traitement approprié des dents (*cf. supra*), un fil métallique est placé en huit entre la canine et la carnassière. L'ensemble « dents - cerclage » est ensuite noyé dans la résine acrylique. Après prise complète de la résine, celle-ci est modelée en portant une attention particulière au positionnement de la canine supérieure, gueule fermée.

(*cf. figure 51*) (*cf. photo G*)

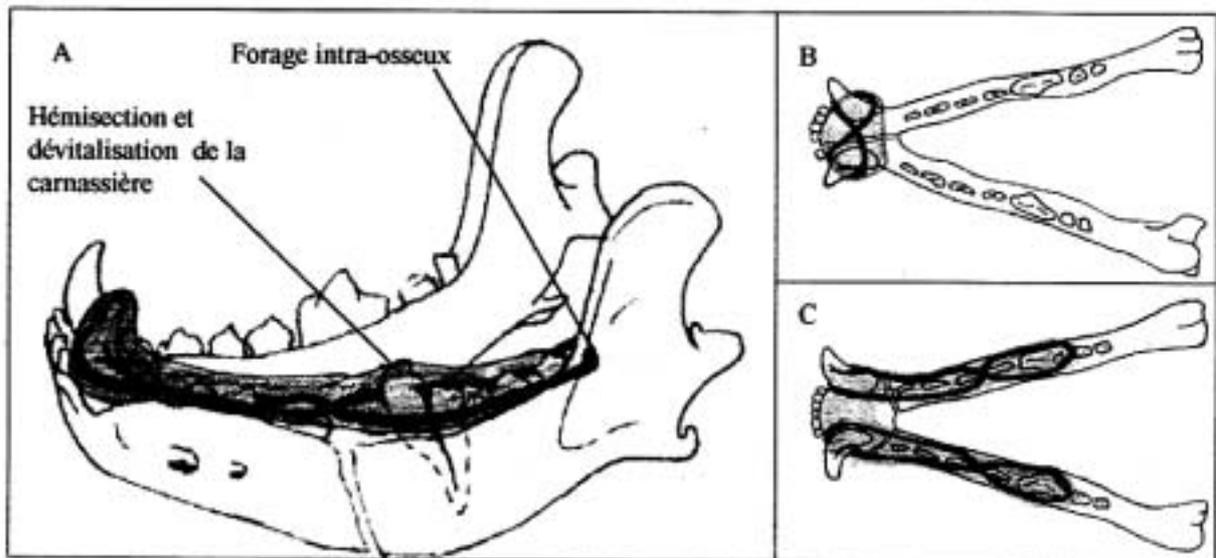


Figure n° 51 : Exemples d'attelles acryliques pour le traitement de différentes fractures mandibulaires.

Lorsque la racine mésiale de la carnassière est infectée (cas de fracture spontanée), une hémisection de cette dent ainsi qu'une dévitalisation de la partie restante permet de garder ce point d'appui précieux. Un forage pratiqué dans le bord cranial de la branche montante de la mandibule permet de passer le fil de cerclage plus en arrière et de constituer un appui supplémentaire sur l'about fracturaire distal et d'augmenter la rétention du montage. (*cf. figures 51 A*)

Lors de fracture bilatérale du corps de la mandibule, deux attel4(bord cranial de la aR/TT3 1 T

peut également être appliqué sur le palais entre les deux arcades dentaires sur lesquelles sont placés des cerclages en huit. L'acrylique doit si possible ménager la papille incisive.

Une résine acrylique peu exothermique doit être utilisée, car de tels montages ne peuvent pas être retirés lors de la phase finale de la polymérisation, pour être remplacés ensuite. Si seule une résine exothermique est disponible, des fils métalliques sont placés en boucle autour des dents puis leurs extrémités libres sont noyées dans la résine qui est appliquée sur le palais. L'ensemble est retiré avant polymérisation totale.

Après refroidissement totalement, l'attelle est remplacée. Les boucles formées par les fils de cerclages sont alors collées sur les dents au moyen de résine composite.

(cf. photo H)

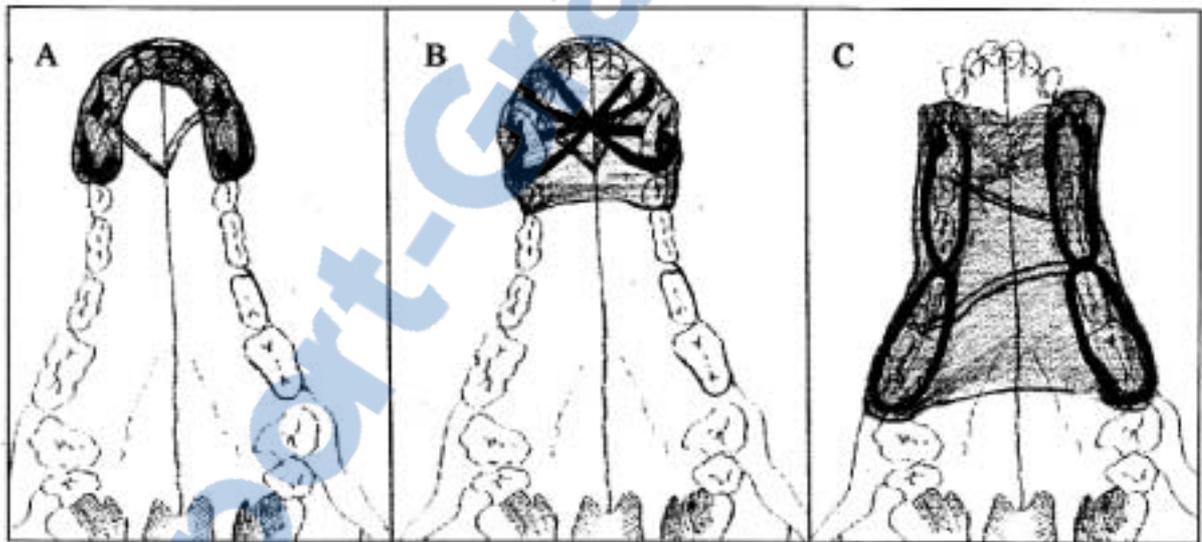


Figure n° 52 : Exemples d'utilisation de résine acrylique pour traiter différentes fractures maxillaires.

3.3.4 Période post-opératoire

Une bonne hygiène buccale doit impérativement être observée par le propriétaire. En effet, l'absence de qualité de surface des résines, leur porosité et leur usure par fatigue mécanique et hydrique expliquent que le matériau fixe en abondance les fluides buccaux la plaque dentaire et les bactéries. Une inflammation très importante des tissus parodontaux et gingivaux peut alors survenir.

Un rinçage de la cavité buccale doit donc être régulièrement réalisé, à l'aide d'une solution de chlorhexidine diluée ou un gel à base de chlorhexidine doit être appliqué deux fois par jour (ElugelND, ParodongylND)

Lorsque la consolidation est obtenue, la résine est désépaissie à l'aide d'une fraise dentaire puis fractionnée à la pince. Les dents sont nettoyées et polies. *HENNET (1998 a)*

3.3.5 Discussion

3.3.5.1 Intérêts

Mise en place sur la face de tension, la résine acrylique permet d'obtenir une bonne stabilisation de la fracture avec une faible épaisseur de matériau. Un tel positionnement facilite le contrôle radiographique de la cicatrisation.

L'animal peut s'alimenter (alimentation molle) dès le lendemain.

L'occlusion est parfaitement respectée. Les dents éventuellement fragilisées sont maintenues en place (*cf. infra*). Les structures dentaires sont épargnées.

La mise en place d'une attelle acrylique, technique non sanglante, n'entraîne pas de dévascularisation du foyer de fracture. Elle est donc réalisable lors de fracture spontanée ou comminutive, tant que l'animal possède encore deux dents saines de part et d'autre du trait de fracture, cette technique peu invasive autorise la meilleure cicatrisation.

Le retrait de l'attelle après cicatrisation est facilement réalisé à la pince et à la fraise dentaire. Les dents sont détartrées et polies.

Une méthode dérivée, le cerclage péri-mandibulaire sur prothèse intra-buccale (*cf. infra*) permet de palier l'absence de dent chez l'animal âgé.

Chez le chiot, en dentition lactéale, ainsi que chez le jeune en croissance, la mise en place d'une attelle est particulièrement indiquée. En effet, cette technique ne présente aucun danger vis à vis des structures osseuses et des bourgeons dentaires définitifs.

La résine ne sera laissée en place qu'environ 10 jours afin de ne pas entraver la croissance des mâchoires et l'éruption des dents définitives. *HENNET (1998 a)*

3.3.5.2 Limites

La pose d'une attelle nécessite la présence d'une dent saine de part et d'autre du trait de fracture. Elle n'est pas recommandée lors de parodontite sévère.

Le principal inconvénient de l'utilisation de résine est dû à la réaction exothermique. Lorsque toutes les précautions (protection des tissus mous, irrigation continue...) sont respectées, les lésions sont limitées. La confection de l'attelle par apposition successive de monomère et de polymère permet de limiter la réaction exothermique, en mettant moins de produit en jeu d'un seul coup. Le choix d'une résine peu exothermique est primordial.

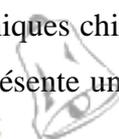
La technique avec empreinte, plus délicate à réaliser, permet totalement d'éviter ces lésions.

La pose de l'attelle peut également être réalisée en deux étapes : l'attelle acrylique est retirée avant sa polymérisation complète, c'est à dire avant le dégagement maximal de chaleur. La résine est ensuite remise en bouche et fixée soit par cerclage péri-mandibulaire, soit par collage avec un ciment de scellement à la surface des dents. Cependant, la réduction initiale de la fracture doit être reproductible au moment de la mise en place définitive de l'attelle. De plus, il existe une légère contraction volumétrique de la résine lors de sa prise, nécessitant un rebaseement de l'attelle avant son adaptation en bouche. *HENNET (1998 a), SEGAL (1997)*

3.4 Cerclages péri-mandibulaires sur prothèse intra-buccale

3.4.1 Indications

Cette technique a été décrite chez l'homme pour traiter les fractures de la branche horizontale de la mandibule. Elle représente un palliatif des techniques chirurgicales chez les patients édentés porteurs d'un appareil. Chez le chien, elle présente un intérêt lors de



fracture spontanée sans déplacement important. Il s'agit généralement d'un animal de petite taille, édenté, ayant souffert de parodontite sévère. Cette prothèse permet de limiter la dévascularisation d'un os souvent déjà très déminéralisé et dévascularisé. Elle est de ce fait préférable à l'utilisation d'une plaque vissée. *GRELLET et LAUDENBACH (1985)*, *HENNET (1998 a)*

3.4.2 Mise en place

La fracture est réduite. Une attelle en résine méthacrylique peu exothermique est moulée sur le relief résiduel de la crête alvéolaire légèrement enduit de vaseline, selon la méthode précédente. Des fils de cerclage sont passés autour du corps de la mandibule de part et d'autre du trait de fracture. Un passe-fil peut être utilisé. Les extrémités des fils métalliques sont serrées sur la prothèse. Les torsades sont recouvertes de résine pour limiter les traumatismes de la muqueuse. *HENNET (1998 a)* *CAVAILLON et al. (1988)*
Un abord ventral de la mandibule peut faciliter le passage des fils de cerclages. *GRELLET et LAUDENBACH (1985) (cf. figure 53) (cf. photo K)*

Trois à quatre ligatures sont nécessaires à l'obtention d'une bonne stabilité. Elles sont laissées en place au minimum un mois. La prise d'aliments s'effectue normalement. La stabilité doit être régulièrement contrôlée.

3.4.3 Limites

La stabilité obtenue au niveau du trait de fracture n'est que relative. De plus, l'œdème post traumatique, souvent important, ne permet pas une adéquation parfaite entre la mâchoire et l'attelle. La stabilité diminue donc avec le temps.

Cependant, cette technique peu invasive constitue une bonne alternative aux interventions d'ostéosynthèse dont les résultats peuvent être décevants en présence d'os déminéralisé. Une bonne union fibreuse peut être suffisante pour le confort ultérieur de l'animal. *HENNET (1998 a)*

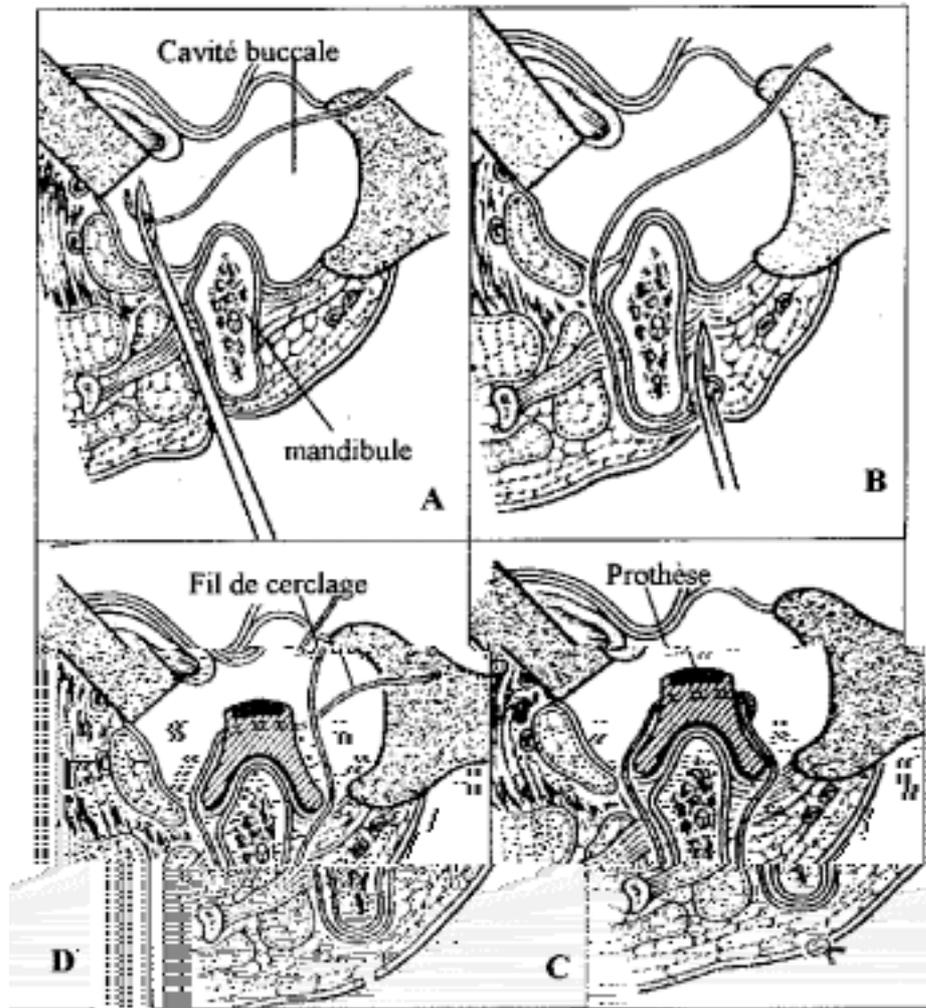


Figure n° 53 : Cerclage péri-mandibulaire sur prothèse intra-buccale chez l'homme édenté par abord ventral :

A- Passe fil introduit par voie ventrale dans la cavité buccale contre la face linguale de la mandibule ;

B- Réintroduction du passe fil chargé du fil de cerclage sur la face vestibulaire ;

C- Mise en place de l'attelle ;

D- Serrage du fil de cerclage sur la prothèse.

D'après GRELLET et LAUDENBACH (1985)

4. LESIONS DENTAIRES ET SORT DES DENTS DANS LE TRAIT DE FRACTURE

Les lésions dentaires doivent être évaluées en même temps que la fracture. Lors de l'examen endo-buccal, sont répertoriées : les dents absentes, les dents mobiles ainsi que les lésions coronaires visibles. La santé du parodonte est évaluée à l'aide d'une sonde dentaire. Cet examen est complété par la prise de clichés radiographiques rétro-alvéolaires.

Le pronostic des dents situées dans le trait de fracture est envisagé individuellement. Le traitement des lésions dentaires est concomitant à celui de la fracture. En effet, une intervention rapide permet d'envisager la conservation de la dent dans les meilleures conditions.

La vitalité des dents lésées est réévaluée radiologiquement six à huit semaines plus tard. Un début d'infection ou une résorption radiculaire peuvent survenir et nécessiter un nouveau traitement. *HENNET (1992)*

4.1 Epidémiologie

Selon une étude récente réalisée par *UMPHLET et JONHSON (1990)*, les fractures des mâchoires en région dentaire intéressent très fréquemment les alvéoles, 83 cas sur 98 (85%). Les dents présentes dans le trait de fracture sont souvent instables (19 dents sur 83, 23%).

Cette étude montre également que les complications des fractures traitées sont plus nombreuses lorsque des dents ont été extraites (10 cas sur 19) que dans le cas contraire (48 cas sur 138). Ceci est encore plus significatif, lors d'atteinte alvéolaire : 10 complications sur 19 cas où la dent a été retirée, et seulement 9 complications sur les 64 cas où la dent a été laissée en place.

4.2 Classification des lésions dentaires

Lors de traumatisme maxillo-facial, on distingue essentiellement deux types de lésions dentaires : les fractures et les luxations.

4.2.1 Fractures de l'alvéole dentaire

En fonction de son trajet, le trait de fracture de l'alvéole dentaire peut (cf. figure 54) :

- créer une communication entre l'apex et la cavité buccale, le risque d'infection est important, la stabilité est mise en jeu (type I) ;
- léser partiellement le ligament alvéolo-dentaire, avec un risque de création d'une poche parodontale et d'infection rétrograde (type II) ;
- endommager la vascularisation au pôle apical (type III) ;
- ignorer les racines dentaires (type IV).

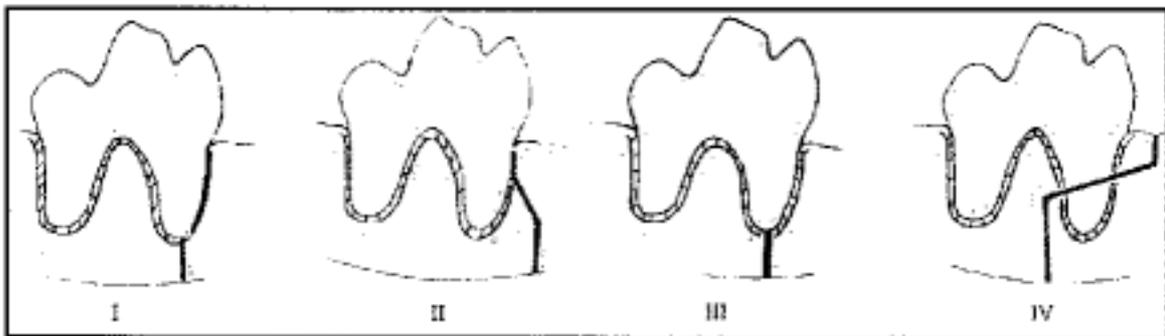


Figure n° 54 : Classification du trait de fracture d'une dent en fonction de ses rapports avec le parodonte et le foramen apical :

- I – communication entre l'apex et la cavité buccale ;
- II – lésion du ligament alvéolo-dentaire sans atteinte de l'apex ;
- III – atteinte de l'apex ;
- IV – le trait de fracture ignore la racine.

D'après HENNET et KERDELHUE (1996)

Dans tous les cas, une perturbation de la vascularisation de l'apex est suspectée, avec un risque de développement d'une nécrose aseptique. *SCHLOSS et MANFRAMARETTA (1990)*

4.2.2 Fractures dentaires

La fracture est une interruption des tissus durs de la dent. Elle est appelée fêlure lorsqu'elle est incomplète, sans déplacement et visible uniquement en diaphanisation (étude en transparence).

Leur caractérisation nécessite un cliché radiographique permettant de dresser un bilan dentaire prenant en compte :

- le trajet du trait de fracture ;
- l'état du desmodonte et du péri-apex ;
- l'état des parois de l'alvéole et de l'os alvéolaire ;
- les lésions éventuelles des dents voisines.

En fonction des tissus intéressés, il s'agit de fractures coronaires ou radiculaires.

4.2.2.1 Les fractures coronaires

On distingue trois types de fractures coronaires *CAVEZIAN et al. (1995)*:

- atteinte uniquement de l'émail, de très bon pronostic même en l'absence de traitement ;
- atteinte de l'émail et de la dentine sans exposition pulpaire, il existe un risque de pulpite par communication via les tubules dentinaires ;
- atteinte de l'émail et de la dentine avec exposition pulpaire, constituant un cas d'urgence en raison du développement d'une infection pulpaire.

4.2.2.2 Les fractures radiculaires

Selon la localisation du trait de fracture, le foyer est plus ou moins exposé à la flore buccale. Ainsi, en absence de poche parodontale, les fractures radiculaires situées sous le niveau de la crête osseuse ne mettent pas le tissu pulpaire en relation avec l'extérieur.

On distingue deux types de fractures radiculaires :

- les fractures corono-radiculaires cervicales ou fractures ouvertes, de mauvais pronostic en raison de la contamination pulpaire ;
- les fractures radiculaires intra-alvéolaires ou fractures fermées, pour lesquelles un traitement peut être entrepris. *CAVEZIAN et al. (1995)*

4.2.3 Les luxations

La luxation est une atteinte traumatique du système ligamentaire d'ancrage de la dent au sein de son alvéole. Elle s'accompagne de lésions du paquet vasculo-nerveux.

La luxation est caractérisée par l'importance de la rupture des fibres ligamentaires et le sens de déplacement de la dent. On distingue :

- la luxation partielle, la dent est plus ou moins mobile au sein de l'alvéole, un élargissement de l'espace desmodontal est visible sur un cliché radiographique ;
- la luxation totale, l'alvéole est vacante, mais une radiographie dentaire peut révéler une dent en intrusion, impactée dans l'os de la mâchoire.

Selon le sens de déplacement de la dent, on qualifie la luxation de :

- latérale, toujours associée à une fracture osseuse, elle peut être linguale, vestibulaire, oblique ou horizontale ;
- axiale, il peut s'agir d'une extrusion, si la dent est sortie de la cavité buccale ou au contraire d'une intrusion. *CAVEZIAN et al. (1995), HENNET (1992)*

4.3 Traitements

4.3.1 Sort des dents dans le trait de fracture

Avant l'apparition des antibiotiques, les dents situées dans le trait de fracture étaient systématiquement extraites en raison du risque élevé de complications (ostéomyélite, non-union...). Depuis, leur sort a été remis en question. Désormais, chaque fois que cela est possible, la dent doit être conservée.

Les dents situées au niveau du trait de fracture sont très utiles pour retrouver l'alignement osseux et l'occlusion normale (surtout canine ou carnassière). Elles participent également à la stabilité de la fracture.

L'extraction crée une inflammation au sein de l'os et perturbe sa vascularisation. Elle produit une disparition en profondeur de l'os alvéolaire pouvant entraver la cicatrisation.

La mastication est moins efficace, le développement du tartre est favorisé sur la dent antagoniste.

Enfin, chez les chiens de travail ou de concours, la présence de toutes les dents est primordiale.

Ainsi, seront extraites :

- les dents interférant avec la réduction de la fracture ;
- les dents atteintes de parodontite sévère ;
- les dents présentant une fracture radiculaire ;
- +/- les dents monoradiculées situées à proximité d'un trait de fracture s'étendant du bord de la gencive jusqu'à l'apex.

Dans le cas de dents pluriradiculées, si une seule des racines est atteinte (poche parodontale, fracture radiculaire), la dent peut être toute fois conservée après hémisection et traitement endodontique. *HENNET (1992)*

Seront conservées :

- les dents saines ne présentant pas une mobilité majeure ;
- les dents présentant une fracture coronaire, si un traitement endodontique est instauré ;
- les dents pluriradiculées situées à proximité d'un trait de fracture s'étendant du bord de la gencive jusqu'à l'apex, (éventuellement après hémisection et traitement endodontique si la racine intéressée présente une parodontite ou une infection endodontique).

Shetty cité par SCHLOSS et MANFRA-MARETTA (1990)

Les dents lactéales ne font, en général, pas l'objet d'un traitement conservateur. Néanmoins, en cas d'exposition pulpaire, un coiffage pulpaire direct peut aisément être effectué.

4.3.2 Traitement des fractures

4.3.2.1 Traitement des fractures coronaires

Les fractures coronaires, sans exposition pulpaire, sont en général, sans gravité.

Si la couche dentinaire restante est suffisamment épaisse, une simple protection des tubules dentinaires à l'aide d'un vernis dentinaire est réalisée. Ce vernis est appliqué une fois que les bords coupants de la dent fracturée ont été aplanis et polis. En effet, la pulpe dentaire, lorsqu'elle est viable, continue son activité dentinogénique, entraînant l'épaississement de la dentine restante. *HENNET (1992)*

En revanche, s'il ne reste qu'une mince couche de dentine, la pulpe dentaire doit être protégée par un coiffage pulpaire indirect. (*cf. figure 55*)

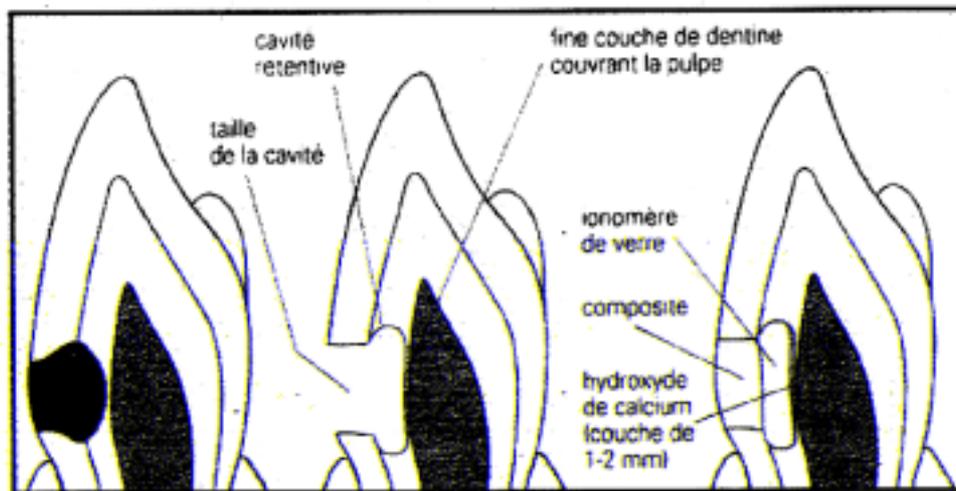


Figure n° 55 : Coiffage pulpaire indirect. *D'après EMILY et PENMAN (1990)*

Lorsque la fracture expose la pulpe dentaire, une pulpotomie et un coiffage pulpaire direct sont réalisés (*cf. figure 56*). Ils permettent de conserver le tissu pulpaire vivant. Il s'agit du traitement de choix des dents immatures (< 18 mois), dont l'apex n'est pas fermé et dont les parois sont minces. La pulpe, ainsi protégée, peut achever la maturation de la dent.

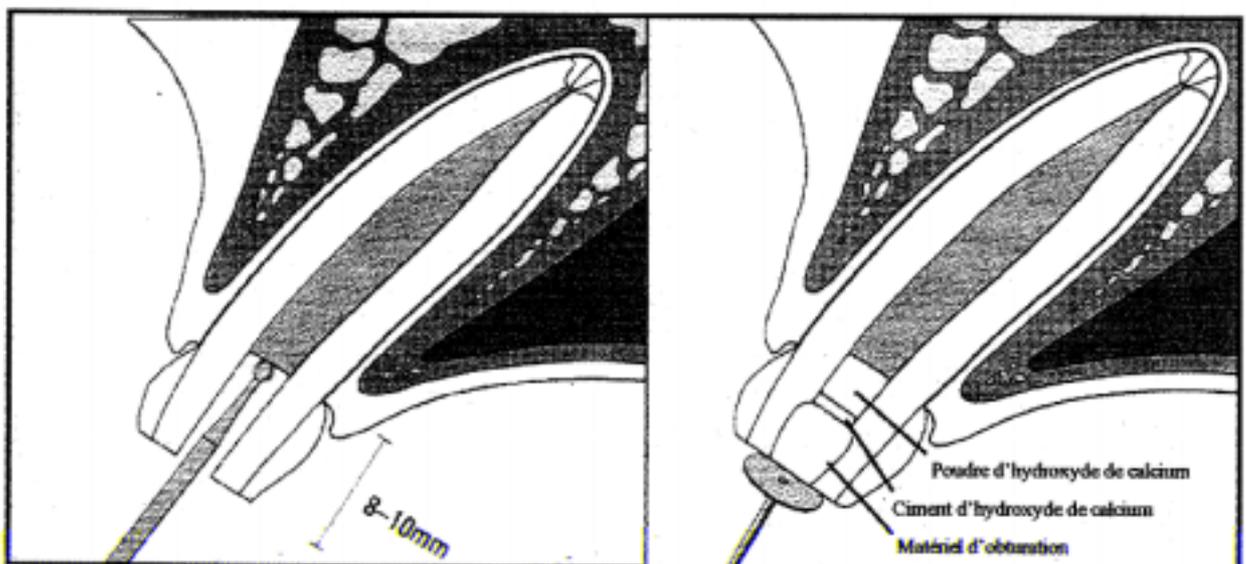


Figure n° 56 : Coiffage pulpaire direct. *D'après EMILY et PENMAN (1990)*

Lorsque la pulpe est infectée (fracture ancienne, datant de plus de cinq jours) ou nécrosée, un traitement endocanalair est effectué. *EMILY et PENMAN (1990), HENNET (1992)*

4.3.2.2 Traitement des fractures radiculaire

On distingue, en fonction de la profondeur du trait de fracture, les fractures coronoradiculaire et les fractures radiculaire simple. Le sort de la dent dépend du risque d'infection pulpaire.

Les fractures corono-radiculaire créent une exposition de la pulpe dentaire. Si le trait de fracture est exposable chirurgicalement (lambeau et ost oplastie), un traitement endocanalair peut être mis en œuvre. Cependant, lorsque la fracture s'étend plus profondément, la dent doit être extraite.

Les fractures radiculaire intra-alvéolaires, profondes, en absence de poches parodontales, n'exposent pas la pulpe dentaire à la flore buccale. Maintenu en place à l'aide d'une attelle dentaire pendant deux à trois semaines, la dent cicatrise grâce à la dentinog nese et aux tissus de l'apex (cément, os). *GRELLET et LAUDENBACH (1985)*

4.3.3 Traitement des luxations

4.3.3.1 Les luxations partielles

Dans le cas d'une luxation partielle sans déplacement, la dent présente une faible mobilité. Sa contention n'est pas nécessaire. Sa vitalité doit, par la suite, être contrôlée. Lors de déplacement, la dent doit être repositionnée sur l'arcade le plus rapidement possible. Elle est maintenue en place à l'aide d'une attelle collée pendant trois à quatre semaines. Elle doit ensuite subir un traitement endodontique. *HENNET (1992)*

4.3.3.2 Les luxations complètes

Un cliché radiographique permet de vérifier s'il s'agit d'une intrusion ou d'une extrusion.

Lors d'extrusion, la dent peut être réimplantée. Elle est conservée dans du sérum physiologique. Sa réimplantation doit avoir lieu le plus rapidement possible : les meilleurs résultats sont obtenus avec un délai de moins d'une demi-heure. Après trépanation, la dent est maintenue en place par une attelle, pendant trois à quatre semaines. Afin d'éviter une résorption radiculaire inflammatoire, la dent fait l'objet d'un traitement endocanalaire dix à quinze jours plus tard. *HENNET (1992)*

Lors d'impaction traumatique, la dent doit être repositionnée sur l'arcade soit chirurgicalement soit orthodontiquement. Elle est alors stabilisée par une attelle. Un traitement endodontique est ensuite entrepris. Lorsqu'il s'agit d'une dent lactéale, le cliché radiographique permet d'évaluer les répercussions éventuelles de l'impaction sur le bourgeon définitif. *GRELLET et LAUDENBACH (1985)*

Les lésions dentaires lors de traumatisme maxillo-facial sont trop souvent ignorées. Situées au niveau du trait de fracture, elles peuvent retarder la cicatrisation (infection, séquestre). Non traitées, elles deviennent une source de douleur ultérieure attribuée, à tort, à un problème osseux. Les signes cliniques de cette souffrance sont peu significatifs : l'animal délaisse les os, les jeux à mâcher, sa langue peut pendre à l'extérieur de la cavité buccale. Les propriétaires constatent une diminution de l'appétit, une irritabilité. Une sensibilité au chaud et au froid est présente mais elle est difficile à mettre en évidence chez l'animal. *SHIELDS HENNEY et al.(1992)*

5. SUIVI POST-OPERATOIRE DE L'ANIMAL

5.1 Alimentation

Le traumatisme, généralement à l'origine des fractures de mâchoires chez l'animal, provoque également un état de choc pouvant entraîner une anorexie de 24 à 48 heures.

La douleur associée à la fracture de la mâchoire, avant et après l'intervention chirurgicale, ainsi que le stress lié à l'hospitalisation concourent à entretenir l'anorexie. Celle-ci peut durer plusieurs jours et être fortement néfaste à l'organisme : déficits immunitaires, diminution des capacités cicatricielles, faiblesse musculaire voire

décompensations organiques multiples et mort de l'animal.

5.1.1 Métabolisme et besoins énergétiques d'un animal traumatisé

5.1.1.1 Particularités du métabolisme de l'animal traumatisé

L'état métabolique d'un animal anorexique à la suite d'un traumatisme ou d'une infection est très différent de celui d'un animal en pleine santé privé de nourriture : son métabolisme est au contraire accru.

Le stress, dû au traumatisme initial puis à la douleur, à l'hospitalisation et à l'intervention chirurgicale, provoque entre autre une libération de catécholamines, de cortisol, ACTH, de glucagon et d'hormone de croissance. Parallèlement, on constate une baisse d'insuline et de testostérone.

Ces réponses au stress induisent une élévation de la glycémie et des acides gras libres. On note une résistance périphérique à l'insuline et un catabolisme accru.

Le cortisol et les catécholamines ont également une action directe sur les fonctions digestives selon *THURMON et al.(1996 a)* :

- le cortisol favoriserait la sécrétion de gastrine, induisant une atonie digestive et une hyperchlorhydrie stomacale à l'origine de gastrite, d'ulcères et de proliférations bactériennes ;
- les catécholamines sont responsables d'une vasoconstriction digestive entraînant une atrophie des villosités, une souffrance de l'entérocyte à l'origine de maldigestion, malabsorption et de proliférations bactériennes.

L'intensité et la durée des perturbations métaboliques sont proportionnelles à la gravité du stress engendré par le traumatisme.

5.1.1.2 Besoins énergétiques

Les besoins énergétiques de l'animal anorexique (B.E.A) peuvent, par exemple, être calculés à partir des besoins énergétiques de repos (B.E.R.) affectés d'un coefficient multiplicateur variant de 0.5 (coma) à 2 (profond traumatisme) en fonction de la clinique

d'après *WOLTER et JEAN (1997)* :

$$\text{B.E.A} = \text{B.E.R.} \times (\text{coefficient pathologique}) \text{ Kcal/j}$$

Avec pour un animal:

- de 2 à 45 kg $\text{B.E.R.} = (30 \times \text{poids vif de l'animal en kg}) + 70$
- de moins de 2 kg ou de plus de 45 kg $\text{B.E.R.} = 70 \times (\text{poids vif en kg})^{0.75}$

L'alimentation de l'animal convalescent doit être riche en lipides et en protéines. En revanche, les glucides risquent de provoquer une hyperglycémie importante. La ration doit donc contenir :

des protéines :

Elles doivent couvrir **35 % des besoins énergétiques** de l'animal. L'apport d'arginine est indispensable pour le chien.

des lipides :

Source énergétique prioritaire chez l'animal en état de stress, ils doivent représenter **40% des apports caloriques**. Le pourcentage d'acides gras insaturés ne doit pas être trop élevé en raison du risque de production de radicaux libres et de peroxydes. Le rapport entre les acides gras essentiels (AGE) de la série $\omega 3$ et $\omega 6$ doit être respecté afin d'obtenir des effets anti-inflammatoires et immuno-stimulants optimums.

des glucides :

Dans la ration entérale, ils sont essentiellement représentés par des fibres solubles, fermentescibles libérant des acides gras volatiles (AGV), nécessaires à la muqueuse intestinale, et non fermentescibles, à effet lubrifiant.

des minéraux :

Les carences en phosphore, magnésium et potassium sont à craindre (phosphorylations, variations de l'insulinémie). Le zinc, cofacteur indispensable de la synthèse protéique, doit être présent. Le cuivre et le sélénium peuvent également être intéressants.

des vitamines :

Dans la mesure du possible, toutes les vitamines doivent être présentes dans la solution entérale.

Les nutriments apportés doivent permettre de limiter les prélèvements de l'organisme dans ses propres tissus. L'hyper-alimentation n'est pas, en revanche, recommandée. Elle peut même être néfaste notamment chez le chat. *BOUVY et al.(1996)*

5.1.2 Alimentation parentérale

La mise en place d'une perfusion intra-veineuse est indispensable dans un premier temps pour rétablir les éventuels déséquilibres hydroélectriques dont souffre l'animal choqué. Elle est constituée d'un soluté isotonique de type chlorure de sodium à 0.9 % supplémenté en potassium et en bicarbonates selon les besoins de l'animal, conformément aux règles usuelles de la fluidothérapie. Elle est maintenue en place au cours de la période post-opératoire mais ne permet pas à elle seule de couvrir les besoins énergétiques de l'animal.

L'alimentation parentérale permet d'assurer les besoins énergétiques de l'animal anorexique, ne pouvant supporter une alimentation entérale par sonde ou lorsque celle-ci est insuffisante (perte de poids supérieure à 10 %). L'apport doit comprendre :

- des acides aminés (AminostabND)
- des glucides, généralement une solution à 50% est utilisée ;
- une source de lipides, solution à 10 ou 20% d'huile de soja mais contenant également des phospholipides (jaune d'œuf) et du glycérol, (ClinéoléicND) ;
- des électrolytes, comme le sodium, le potassium et le chlore si l'alimentation est de courte durée, phosphore, calcium et magnésium sont indispensables au-delà de 10 jours.

Les différents solutés sont réunis dans une poche stérile. La solution est administrée lentement soit en continu, soit sur une période de 12 à 18 heures, plus proche du rythme alimentaire normal.

L'administration d'une telle solution hypertonique dans une veine périphérique conduit rapidement à une thrombose. La pose d'une voie centrale autorise une meilleure tolérance de la part des vaisseaux sanguins car la solution est rapidement diluée par un flot sanguin important. Le cathéter est en effet placé directement dans la veine cave antérieure. Sa pose est délicate et nécessite une asepsie rigoureuse. Des complications d'ordre septique (la solution parentérale constitue un milieu de culture idéal) et métabolique (hyperglycémie, hyperlipidémie) sont à craindre.

De nombreux paramètres chimiques doivent être contrôlés :

- état général ;
- poids corporel ;
- diurèse ;
- glucose urinaire (4 fois par jour) ;
- glycémie (2 fois par jour) ;
- hémocrite ;
- lipidémie macroscopique ;
- ionogramme ;
- urée ;
- créatinine ;
- triglycérides ;
- cholestérol.

La prolongation d'une alimentation parentérale compromet la possibilité de réalimentation normale ultérieure car, en absence de nutriments intraluminaux, les villosités intestinales subissent une atrophie massive. Elle expose également l'organisme à une entérotoxémie et à une septicémie.

La mise en œuvre de tels soins intensifs s'adresse essentiellement aux patients anorexiques pour lesquels la pose d'une sonde d'alimentation entérale est impossible (chirurgie pharyngée, hépatique, pancréatique, digestive...) ou lorsque la vacuité de leur tube digestif est indispensable (atteinte du pancréas, péritonite, vomissements incoercibles...). Elle reste exceptionnelle dans l'exercice vétérinaire en raison des difficultés de sa réalisation, de la surveillance étroite qu'elle nécessite et de son coût. *FUHRER et al.(1990)*

5.1.3 Alimentation entérale

L'alimentation entérale est plus facile et moins onéreuse à mettre en œuvre. Elle permet d'apporter à l'animal la totalité de ses besoins énergétiques tout en maintenant son tube digestif en état fonctionnel. La prise d'aliments peut être simplement assistée ou bien forcée, par l'intermédiaire d'une sonde.

5.1.3.1 Modes d'administration

En fonction d'éventuelles lésions du tractus digestif, une ou plusieurs portions du tube digestif peuvent être shuntées par la mise en place d'une sonde spécifique. Ainsi l'aliment peut être directement distribué dans l'œsophage, l'estomac voire même l'intestin grêle.

le gavage :

Réalisé à la seringue, le gavage est une technique peu recommandée. L'animal contraint de manière répétitive, peut développer une aversion pour la nourriture. La manipulation demande une grande disponibilité de la part du personnel soignant ou du propriétaire. Elle présente un risque de fausse déglutition à l'origine de broncho-pneumonie par corps étranger. Dans le cas de fracture des mâchoires, le gavage est, de plus, douloureux.

On lui préfère l'alimentation manuelle assistée. Celle-ci est réalisable par exemple lors de blocage intermaxillaire, où un espace de quelques centimètres a été ménagé entre les bords tranchants des incisives.

une sonde naso-gastrique ou naso-oesophagienne :

La mise en place d'une sonde par voie nasale est simple et peut être réalisée sur l'animal vigile. Les sondes utilisées sont de type gastrique pédiatrique en PVC. La sonde est introduite à partir de la narine jusqu'à la partie distale de l'œsophage ou dans l'estomac. Cependant, une position gastrique peut être à l'origine de vomissements et présente le risque d'une œsophagite peptique liée aux reflux gastriques.

La longueur à introduire est repérée en mesurant la distance qui sépare l'extrémité de la truffe au septième espace intercostal. La lecture d'une graduation ou un sparadrap permettent de visualiser la limite. Après instillation de quelques gouttes de lidocaïne à 2% dans la narine, la tête de l'animal est maintenue en l'air deux minutes. La sonde est introduite dans la narine dorso-médialement puis poussée ventro-médialement. Lorsque la tête de l'animal est maintenue en position physiologique, sans flexion ni extension, la sonde pénètre naturellement dans l'œsophage.

L'injection de quelques millilitres de sérum physiologique permet de vérifier le bon positionnement : en cas d'introduction dans la trachée, une toux réflexe est immédiatement déclenchée (excepté chez certains chats). Un contrôle radiographique est également possible.

La sonde est fixée par des points cutanés, sur le chanfrein dès la sortie de la truffe, puis sur le front. Un carcan évite un retrait précoce. Une telle sonde est généralement bien tolérée, excepté en cas de lésions étendues de la face. Elle peut être laissée en place dix jours et n'entrave pas la reprise spontanée de l'alimentation. *BOUVY et al.(1996)*

une sonde œsophagienne :

La mise en place d'une sonde directement dans l'œsophage est recommandée lorsque le traumatisme facial a été trop important pour que la voie nasale soit utilisable ou lors de troubles de la déglutition. Elle présente l'inconvénient de nécessiter une anesthésie générale

(fin de l'intervention chirurgicale par exemple) et d'entraver la prise spontanée d'aliments.

Les sondes utilisées sont de même type que les précédentes. Elles aboutissent également dans la partie distale de l'œsophage. Leur positionnement est vérifié de la même manière. Cependant, mieux tolérées, elles peuvent être laissées en place plus longtemps.

Deux voies d'abord sont décrites chez l'animal :

- par pharyngostomie :

La manipulation est identique à celle décrite pour la pose d'une sonde endotrachéale (cf. III 1.1.3). Bien que recommandée par certains auteurs comme *BRINKER et al.(1994)*, elle semble moins bien tolérée que la voie œsophagostomique. On peut en effet lui reprocher d'encombrer le pharynx, d'être à l'origine de pneumonie par aspiration et de présenter un danger pour l'appareil hyoïde, notamment chez le chat et le chien de type brachycéphale. *BOUVY et al.(1996)*, *CROWE (1990)*

-par œsophagostomie :

L'encolure de l'animal est tondue et préparée chirurgicalement. Une pince hémostatique courbe est introduite par la bouche dans la première portion cervicale de l'œsophage. Son extrémité vient tendre la peau du cou permettant ainsi de visualiser le site d'œsophagostomie. Une légère incision est réalisée à l'aide d'une lame de bistouri. Les mors de la pince peuvent alors passer au travers de cette ouverture et saisir l'extrémité distale de la sonde. Celle-ci est tirée jusque dans la cavité buccale puis réintroduite dans l'œsophage. *BOUVY et al.(1996)*, *CROWE (1990)*, *RAWLINGS (1993)*
(cf. photo L)

Le positionnement des sondes est vérifié par un cliché radiographique. Elles sont maintenues en place par des points cutanés. Une attention particulière doit être portée sur la plaie qui doit être nettoyée et désinfectée tous les jours. Après retrait de la sonde, la plaie cicatrise par seconde intention.

une sonde de gastrotomie ou de jéjunostomie :

Ces voies sont également utilisables pour mettre en œuvre une alimentation entérale. Elles ne

La ration journalière est distribuée en trois à quatre bolus. Dans le cas de sonde, celle-ci est rincée à l'eau après chaque distribution afin d'éviter les obstructions.

Dans certains cas, la distribution de l'aliment peut être réalisée à domicile, ce qui permet de diminuer la durée de l'hospitalisation et le stress de l'animal. Le retour dans un environnement familial peut faciliter la reprise d'une alimentation spontanée.

BOUVY et al.(1996)

Lorsque l'animal est capable d'ingérer seul la moitié de sa ration, la sonde est retirée. Le retour à une alimentation normale est réalisé progressivement en réintroduisant petit à petit les aliments classiques.

5.1.3.3 Complications

Le poids des animaux doit être contrôlé quotidiennement. L'état d'hydratation doit également être étroitement surveillé surtout lors de vomissements ou de diarrhée.

La sonde peut être arrachée par l'animal, elle peut également se boucher ou se couder, nécessitant alors son remplacement. Des abcès locaux peuvent survenir.

BOUVY et al.(1996)

5.2 Cicatrisation osseuse

Les os des mâchoires sont des os plats comportant une grande quantité d'os spongieux. Cet os, en raison de sa porosité élevée, cicatrise plus rapidement que l'os cortical. Les éléments cellulaires peuvent circuler très largement en son sein. Cependant, cette cicatrisation ne peut se produire que s'il existe un contact étroit entre les éléments fracturés.

5.2.1 Facteurs influençant la cicatrisation osseuse

5.2.1.1 Facteurs généraux

Un bon état général de l'animal favorise la cicatrisation osseuse, d'où l'importance d'une réalimentation rapide et du contrôle de la douleur. L'âge est un facteur important : plus l'animal est jeune et plus la cicatrisation est rapide (*cf. tableau II*). Des facteurs hormonaux interviennent. L'hormone de croissance stimule la cicatrisation ; en revanche, l'utilisation de

corticoïdes la retarde. En effet, ils possèdent une action inhibitrice sur la différenciation des cellules mésenchymateuses en ostéoblastes et diminuent la synthèse de la matrice protéique. VIATEAU (1994)

La reprise précoce de la fonction masticatoire permet une remise en charge du tissu osseux et en favorise la cicatrisation.

5.2.1.2 Facteurs locaux

Deux facteurs locaux sont déterminant pour la cicatrisation osseuse : le respect de la vascularisation et une immobilisation optimale.

La cicatrisation s'effectue généralement par seconde intention. Le volume du cal fibro-cartilagineux est proportionnel à l'instabilité. Ce cal évolue alors soit vers la formation d'un tissu osseux avec cicatrisation complète, soit, si la mobilité est trop importante, vers une pseudarthrose (*cf. infra*). VIATEAU (1994)

La vascularisation de l'os (médullaire et périostée) et des tissus mous environnants est perturbée par le traumatisme initial et par l'acte opératoire. En effet, certaines techniques comme l'enclouage perturbent fortement la vascularisation médullaire. Une intervention chirurgicale trop délabrante pour les tissus mous compromet la vascularisation périphérique, primordiale pour une bonne cicatrisation osseuse, comme le montrent les travaux de Bell. Dans son étude portant sur des ostéotomies rostrales de la mandibule chez le singe, il met en évidence l'absence de vascularisation et donc de cicatrisation du fragment rostral lorsque celui-ci a été complètement dénudé. En revanche, quand le fragment n'a fait l'objet que d'un décollement d'un lambeau mucogingival, la vascularisation se réorganise rapidement et la cicatrisation a lieu en quelques semaines. BELL et LEVY (1970), ROUSH (1989 a)

L'absence de dent infectée dans le trait de fracture est également primordiale.

L'importance du traumatisme initial interfère avec le bon déroulement de la cicatrisation de l'os. Il provoque, en effet, une diminution du nombre de cellules mésenchymateuses et peut ralentir leur différenciation. Une perte osseuse importante est une entrave à la formation d'un cal. Les bouts fracturaires cicatrisent séparément. Entre les deux, se trouve un tissu fibreux ou cartilagineux, il s'agit alors d'une pseudarthrose. Une greffe d'os spongieux est nécessaire.

La durée de la cicatrisation clinique varie en fonction de la localisation de la fracture. La plupart des fractures mandibulaires cicatrisent en trois à cinq semaines. Les fractures mandibulaires rostrales, par rapport à celles de la région molaire, guérissent plus rapidement. Le délai plus important nécessaire à ces fractures caudales (dix semaines) s'explique en partie par les difficultés d'intervention, la réduction et la stabilisation sont souvent moins bonnes. (cf. tableau 2) *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

LOCALISATION :	TEMPS MOYEN DE CICATRISATION :
Symphyse	5 semaines
Incisive	5 semaines
Canine	8 semaines
Prémolaire	9 semaines
Coronoïde	9 semaines
Molaire	10 semaines
Branche montante	11 semaines
Condyle	11 semaines

Tableau n° 2 : Durée de cicatrisation en fonction de la localisation de la fracture mandibulaire. *D'après UMPHLET et JOHNSON (1990)*

La présence d'une infection osseuse, dentaire ou des tissus mous, retarde la cicatrisation. Dans le cas d'une fracture spontanée sur tumeur, la cicatrisation n'a pas lieu.

5.2.2 Suivi de la cicatrisation osseuse

Le contrôle de la cicatrisation est à la fois clinique et radiologique. La rigidité du site de fracture doit être contrôlée régulièrement ainsi que la vitalité des tissus mous. Des clichés radiographiques sont réalisés à un et deux mois puis tous les mois jusqu'à guérison osseuse, ainsi qu'à chaque fois que la clinique laisse suspecter une anomalie (douleur, déformation, mobilité, infection...). *VIATEAU (1994)*

Contrairement aux plaques vissées, les contentions dentaires ne masquent pas l'os et permettent une meilleure évaluation de la cicatrisation, surtout lorsque des films dentaires

intra-oraux sont utilisés.

Le type de cicatrisation et donc la durée de guérison varient en fonction de la technique utilisée. Une étude expérimentale, utilisant les plaques de Champy chez le chien, a montré une cicatrisation comparable à celle obtenue avec les plaques de type AO. Un cal de fracture complet sur le plan histologique est visible en 4 à 6 semaines avec les plaques AO (fixation rigide) et en 6 à 8 semaines pour les implants de Champy (fixation semi-rigide). Dans un premier temps, on observe un comblement du trait de fracture par de l'os immature avec formation d'un cal endosté et périosté plutôt qu'une cicatrisation angiogène primaire comme cela est le cas pour les os longs. Cette différence pourrait être due aux caractéristiques de l'os des mâchoires, os plat riche en spongieux.

FRIETAG et LANDAU (1996)

L'utilisation d'attelles interdentaires permet également une cicatrisation en 6 semaines. Dès la troisième semaine, une matrice ostéoïde et de l'os néo-formé sont présents sous le périoste. A six semaines, le trait de fracture est de nouveau vascularisé, le périoste est épaissi par un tissu riche en collagène, l'union des deux bouts est complète. *BELL et LEVY (1970)*

En revanche, lors de mise en place de fixateurs externes, le contrôle radiographique révèle une cicatrisation osseuse significativement moins avancée à la quatrième et à la huitième semaine par rapport à une ostéosynthèse par plaque vissée ou à une fixation par contention inter-dentaire. Cette différence n'est plus significative à la seizième semaine. L'évaluation histologique de la cicatrisation d'ostéotomies mandibulaires expérimentales montre la formation d'un cal périosté plus important avec les fixateurs externes et la fixation interdentaire qu'avec une plaque vissée *KERN et al.(1995)*.

5.3 Complications

Les complications post-opératoires du traitement des fractures des mâchoires sont fréquentes, 34% des chiens traités selon l'étude menée par *UMPHLET et JOHNSON (1990)* soit 53 cas sur les 157 traités. Cette étude met également en évidence que ces complications sont plus fréquentes lors de fractures ouvertes (43 sur les 113 fractures ouvertes, 5 des 44 fractures fermées), mais également lorsqu'il y a eu perte de dent (10 complications sur 19 cas avec perte de dents, 43 pour les 138 fractures sans perte de dent).

Lors de fracture de l'os alvéolaire les complications sont beaucoup moins nombreuses lorsque la dent est conservée (10 cas sur 19) que dans le cas contraire (9 cas sur 64).

Les complications apparaissent significativement moins nombreuses en région symphysaire, incisive, du processus coronoïde et du condyle. (*cf. tableau 3*)

L'enclouage centromédullaire s'accompagne plus fréquemment de complications que les autres techniques (11 des 19 cas traités).

Les malocclusions et les ostéomyélites représentent à elles seules plus de la moitié de ces complications.

LOCALISATION :	NOMBRE DE COMPLICATIONS :	% DES FRACTURES DE CETTE REGION :
Symphyse	2	8
Incisive	1	14
Canine	4	36
Prémolaire	24	50
Molaire	13	45
Branche montante	6	32
Coronoïde	1	13
Condyle	1	13

Tableau n° 3: Complication des fractures mandibulaires chez le chien en fonction de leur localisation. (n=53)

D'après UMPHLET et JOHNSON (1990)

5.3.1 Complications classiques des ostéosynthèses

5.3.1.1 Ostéomyélites

Les ostéomyélites représentent la seconde complication des traitements des fractures de mâchoires après les malocclusions, avec 27 % (14 sur 53 complications) d'après UMPHLET et JOHNSON (1990). Leur fréquence s'explique par le fort taux de fractures ouvertes (72% soit 113 sur 157 fractures), ainsi que par une maladie parodontale souvent

sévère.

Afin d'éviter que l'infection s'installe, un grand soin doit être apporté lors de la désinfection et du parage des structures buccales (tissus mous et les dents). Une antibiothérapie précoce diminue significativement les complications.

Lorsque l'ostéomyélite est installée, comme pour tout foyer infectieux osseux, seuls un débridement et un curetage avec retrait des tissus nécrosés suivis d'un rinçage et éventuellement d'un drainage, associés à une antibiothérapie adaptée, permettent la guérison.

5.3.1.2 Pseudarthroses et retards de cicatrisation

Les pseudarthroses et les retards de cicatrisation représentent respectivement 17 % (9 cas sur 53) et 11% (6 cas sur 53) de l'ensemble des complications observées. Elles apparaissent principalement chez les sujets âgés présentant une déminéralisation osseuse ou une maladie parodontale sévère avec lyse de l'os alvéolaire. La stabilité de la réduction peut également être en cause notamment lors d'enclouage ou de cerclage.

Lorsque la pseudarthrose est unilatérale, non douloureuse et sans gêne majeure pour l'animal, elle peut être conservée ainsi. Dans les autres cas, seule la mise en place d'un montage rigide (ostéosynthèse par plaque ventrale) associée à une greffe d'os spongieux permet d'améliorer la cicatrisation. *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

5.3.1.3 Séquestres osseux

La présence d'un séquestre osseux est rare. Elle survient après un traitement trop invasif ayant détruit la vascularisation, mais également dans le cas de réduction instable avec un foyer infectieux et de fixation d'un fragment osseux dévascularisé.

L'exérèse du ou des séquestres osseux est nécessaire ainsi qu'une greffe d'os spongieux. La stabilité du montage doit être reconsidérée. *VIATEAU (1994)*

5.3.1.4 Lâchage d'implants

L'agression mécanique et thermique du tissu osseux, lors de la pose d'implants, induit une nécrose osseuse. Lors de la mise en place de broche, une faible vitesse de rotation, 150 à 300 tours par minutes, permet de limiter ce phénomène. *EGGER (1986), MATTEWS (1984)*

Dans une étude expérimentale menée par *KERN et al. (1995)*, 33% des mandibules de chien ayant subi une ostéosynthèse par fixateurs externes présentaient un lâchage de broche,

radiographiquement visible dès la huitième semaine, bien que celles-ci aient été posées par forage à 150 tours par minute.

5.3.2 Complications propres aux fractures des mâchoires

5.3.2.1 Les malocclusions

Les malocclusions sont les principales complications rencontrées lors du traitement des fractures de mâchoires, (35% des cas de complication de l'étude d'Umphlet, soit 19 des 53). Un faible déplacement peut engendrer de graves troubles de la mastication ainsi que de la douleur. *UMPHLET et JOHNSON (1990)*

La mise en place d'une sonde de pharyngostomie améliore le contrôle per-opératoire et permet de limiter le risque de malocclusion.

Une reprise chirurgicale précoce est souhaitable. Lorsque le diagnostic est tardif un traitement orthodontique peut s'avérer nécessaire, dans certains cas des dents sont extraites. Une correction chirurgicale avec ostéotomie, réalignement et stabilisation peut être indispensable. *VIGUIER (1992)*

5.3.2.2 Déformations de la face

Un traumatisme survenu à l'âge de 3 à 4 mois peut entraîner une croissance asymétrique de la face. Cette déformation, outre le préjudice esthétique, peut s'accompagner de défauts d'occlusion importants. Un traitement orthodontique est alors nécessaire. Chez les chiens de grande race, une ostéotomie suivie d'un rallongement du massif osseux, à l'aide d'un fixateur externe, est à envisager à l'âge de 6 à 7 mois. Cet allongement est corrigé et adapté tout au long de la croissance de l'animal.

5.3.2.3 Lésions dentaires

Les lésions dentaires sont de deux types. En effet, elles peuvent être dues à la fracture elle-même, elles doivent alors faire l'objet d'un traitement approprié (cf. supra). Mais elles peuvent également être consécutives au traitement de la fracture lui-même. Il s'agit

notamment de vis, broche ou cerclage lésant les racines dentaires ou perturbant fortement leur vascularisation à l'apex. (cf. photo M et figure57)

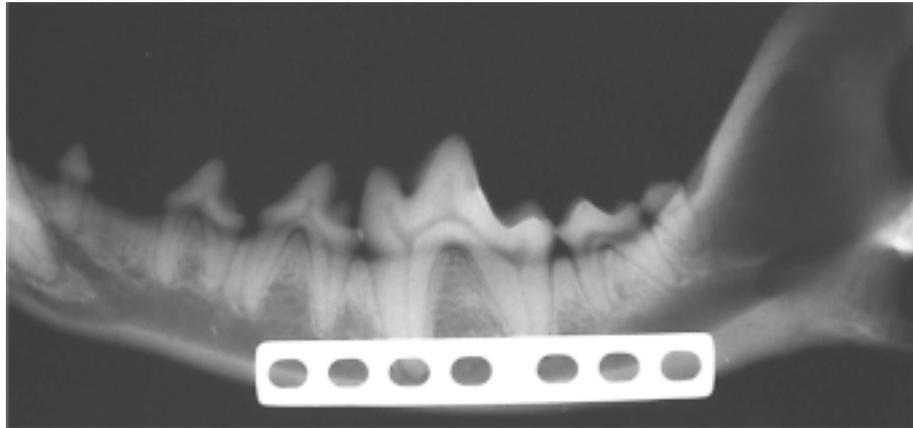


Figure n° 57 : Radiographie d'une miniplaque pour vis de 2.0 mm, superposée à une mandibule de caniche. (Photo. HENNET)

Une étude menée en 1992 par VERSTAETE et LIGTHELM (1992) met en évidence les différentes lésions provoquées par les vis lors de la pose d'une plaque en position dorso-latérale sur des mandibules de chiens. Seules 39% des vis (37 des 95 vis posées) sont situées exclusivement dans l'os et ne créent donc pas de lésion, 12,5% (12 vis) lèsent uniquement le ligament alvéolo-dentaire, 10,5% endommagent le ligament alvéolo-dentaire, le ciment et la dentine, 32,5% (31 vis) touchent la pulpe dentaire et enfin 5,5% (5 vis) perturbent la vascularisation de l'apex des racines. (cf. figure 58)

Ces lésions sont à l'origine de douleur, de déchaussement, voire d'affections pulpaires (congestion, nécrose...) et doivent faire l'objet de traitement endodontique. Ces lésions ne doivent pas être ignorées car une infection dentaire peut être à l'origine d'une infection osseuse ou du foyer de fracture. HENNET et KERDELHUE (1996)

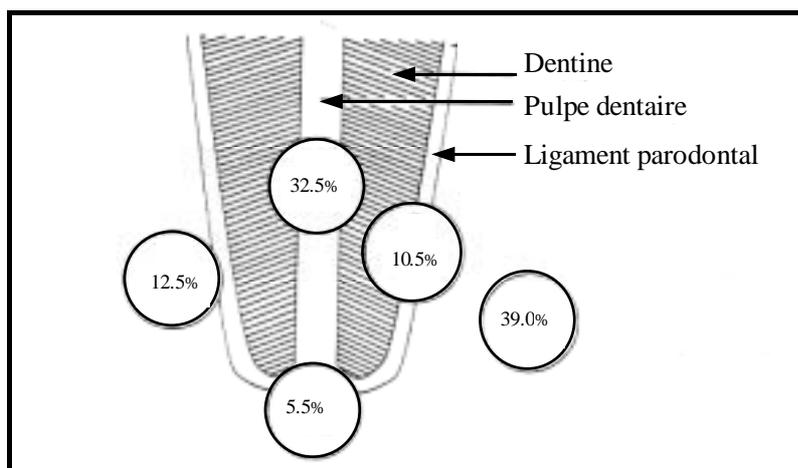


Figure n° 58 : Position des vis par rapport aux racines dentaires lors de pose de plaque sur une mandibule.

D'après VERSTAETE et LIGTHELM (1992)

Chez le chiot, les bourgeons dentaires peuvent être endommagés.

5.3.2.4 Déhiscence des tissus mous

Dans l'étude menée par Verstraete en 1992 sur la pose de plaque en position dorso-latérale, position adéquate sur le plan biomécanique, lors de fracture du corps de la mandibule chez le chien, une érosion de la muqueuse alvéolaire apparaît chez 10 chiens sur 15. Dans certains cas, elle survient deux semaines après l'opération. Les lésions sont dans un premier temps très localisées puis progressent jusqu'à l'exposition complète de la plaque. Lorsque ces lésions n'apparaissent pas, la plaque est recouverte par une muqueuse d'une très fine épaisseur. Les cas d'érosion sévère s'accompagnent de gingivite et de parodontite.

Histologiquement, ces érosions correspondent à des ulcérations superficielles, à la présence d'un tissu de granulation et d'une réaction inflammatoire chronique importante. *VERSTAETE et LIGTHELM (1992)*

5.3.2.5 Fistules oro-nasales

Lors de traumatisme du maxillaire des fistules oro-nasales peuvent survenir. Elles sont principalement en rapport avec des pertes de dents. Elles doivent faire l'objet d'une fermeture par transplantation de lambeaux muqueux.

Chez le chat, les fentes palatines sont fréquentes lors de traumatisme de la face.

5.3.2.6 Ankyloses de l'articulation temporo-mandibulaire

Après une fracture du condyle, une ankylose de l'articulation temporomandibulaire peut survenir. L'animal ne peut plus ouvrir la gueule. Seule une condylectomie libère la mandibule.

**Tableau n° 4: Tableau de synthèse
traitements des fractures mandibulaires en fonction de leur localisation**

I : Indication / CI : Contre-indication / ! : risque particulier

	Disjonction symphysaire	Fracture parasymphysaire	F. rostrale du corps	F. caudale du corps	F. de la br. montante	F. condyloire ! :ankylose.
Plaques Vissées :	/	/	I : F. uni ou bilatérales, chiens de grande taille / animal édenté / greffe de corticospongieux CI : infections/ chien de petite taille avec mandibule atrophique/ faible hauteur de corps andibulaire. ! : lésions dentaires / malocclusions.		I : plaques de reconstruction.	/
Fixateurs externes :	/	/	I : F. complexes bilatérales et/ou avec pertes de substance. ! : risque de lésions dentaires.		/	/
Enclouages:	/	/	/	/	/	/

Sutures osseuses :

I : sutures appuyées sur broches.
! : risques de lésions dentaires.

I : sutures périmandibulaires.
! : un serrage excessif rapproche les canines.

I : associées à un autre moyen de contention (attelles acrylique ou plaque)

Cu3 T3r3CBT/TT3 1 T399 02 367.23 463.6999 T68.543in0.02 296.183 463.6

**Tableau n° 5 : Tableau de synthèse
traitements des fractures maxillaires en fonction de leur localisation**

I : Indication / CI : Contre-indication / ! : risque particulier

	F. de l'extrémité rostrale	F. palatine rostrale	F. palatine caudale	F. maxillo-faciale
Plaques Vissées :	/	/	/	I : plaques tridimensionnelles ou micro-plaques, pour aligner, limiter la gêne respiratoire et l'exophtalmie.
Fixateurs externes :	/	/	/	/
Enclouages:	/	/	/	/
Sutures osseuses :	/	I : seules ou avec un autre moyen de contention (résine acrylique)		I : pour réaligner, limiter la gêne respiratoire et l'exophtalmie.
Blocages intermaxillaires :	I : blocage des canines par la résine, chez le jeune avec les dents déciduales. CI : détresse respiratoire, vomissements.	/	/	/
Ligatures interdentaires :	I : lors d'avulsion d'une canine supérieure, seule ou avec de la résine. ! : un serrage excessif tend à rapprocher les canines.	/	I : rétention augmentée avec de la résine.	/
Atelles acryliques interdentaires :	<u>Arc vestibulaire</u> ou <u>palais en résine</u> .	<u>palais en résine</u> lors de fracture instable.	<u>attelles</u> sur les deux arcades dentaires éventuellement associées un palais en résine.	/

PLANCHE PHOTO I
(Photos P. HENNET)

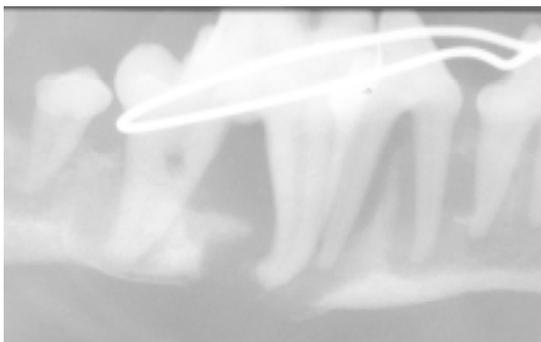


Figure A : Fracture spontanée de la mandibule, chez un chien présentant un syndrome d'hyperparathyroïdie.



Figure B : Intubation endotrachéale par pharyngostomie.



Figure C : Système A.P.E.F.



Figure D : muselière souple.



Figure E : Blocage intermaxillaire à l'aide de résine.



Figure F : Mordançage des couronnes dentaires. Le gel est laissé en place une minute puis rincé.

PLANCHE PHOTO II

(Photos P. HENNET)



Figure G : Attelle acrylique sur le corps d'une mandibule.



Figure H : Palais acrylique permettant de traiter une fracture complexe du maxillaire



Figure I : fracture du bloc incisif chez un jeune chien de moins d'un an



Figure I' : Contention de la fracture de la figure I par mise en place d'une attelle métallique collée sur la face vestibulaire des dents. Contrôle après un mois.



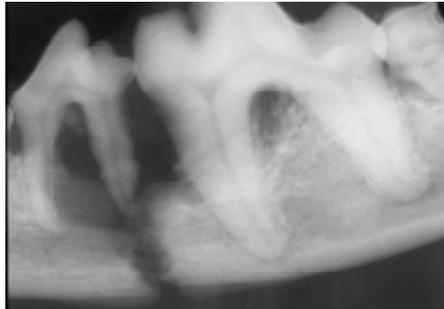
Figure J : Cerclage périmandibulaire sur mandibule édentée.



Figure K : Sonde oesophagienne par pharyngostomie.

PLANCHE PHOTO III

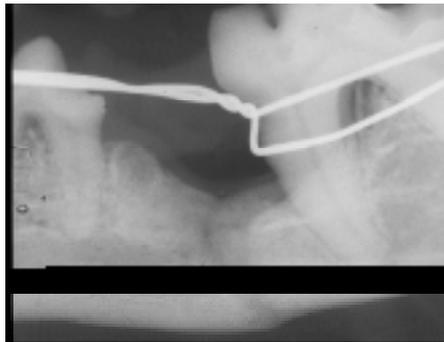
(Photos P. HENNET)



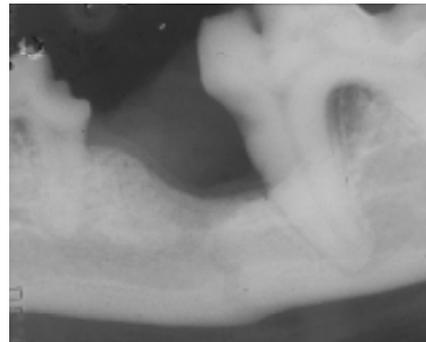
Lésion endo-parodontale de la racine distale de la quatrième prémolaire inférieure (PM4), à l'origine de la fracture spontanée.



Extraction de PM4 et traitement de la fracture par confection d'une attelle



Contrôle à un mois : cal visible.



Contrôle à deux mois : cicatrisation clinique, retrait de l'attelle.

Figure L : fracture spontanée chez un teckel de dix ans.

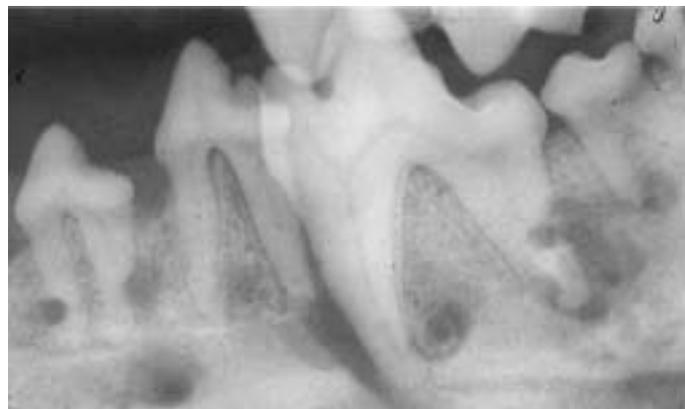
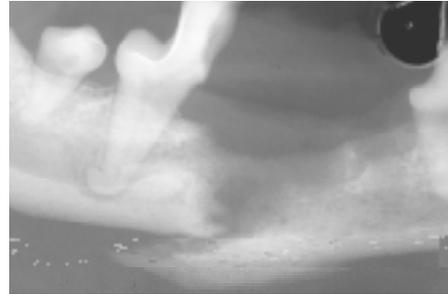


Figure M : lésions occasionnées dans les racines dentaires par les vis d'une plaque d'ostéosynthèse sur une mandibule de chien.

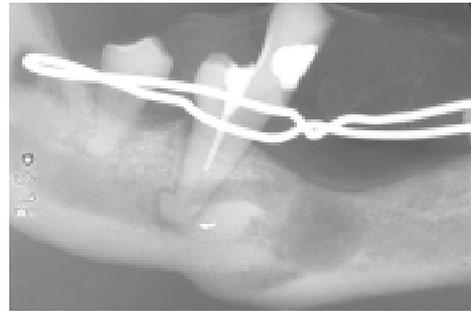
PLANCHE PHOTO IV
(Photos P. HENNET)



Hemisection de la carnassière, extraction de la racine lésée et de la quatrième prémolaire inférieure.



Dévitalisation de la racine distale de la carnassière, mise en place d'une attelle acrylique interdentaire renforcée par le passage dans un forage osseux.
Un matériau de comblement osseux est mis en place au sein du trait de fracture sur la face alvéolaire.



Contrôle à deux mois et demi : l'attelle est retirée, la racine de la carnassière présentant une mobilité et désormais inutile est extraite.

Figure N : fracture spontanée chez un yorkshire de huit ans.

CONCLUSION

Dans cette étude, nous nous sommes attachés à considérer l'os des mâchoires comme un os à part. Il présente la particularité de renfermer en son sein des structures vivantes, les dents, qui doivent être respectées. Nous avons rappelé que les racines de ces dents et le canal dentaire occupaient un important volume de l'os et que le peu d'espace disponible était malheureusement situé sur la face de compression de l'os fracturé.

Ainsi, avons nous pu voir que les moyens de contention classiques, inspirés de l'ostéosynthèse des os longs, sont souvent mal adaptés aux mâchoires et ne devraient garder que des indications très ponctuelles.

En revanche, nous avons décrit de nouvelles techniques chirurgicales non sanglantes mises au point grâce au développement de la dentisterie vétérinaire. Celles-ci s'avèrent très intéressantes car, tout en répondant parfaitement aux exigences biomécaniques des fractures des mâchoires, elles respectent l'ensemble des structures buccales. Elles permettent une reprise rapide de l'alimentation. Leur facilité de mise en œuvre ainsi que les résultats obtenus leur promettent un bel avenir en chirurgie maxillo-faciale vétérinaire.

Rapport-Gratuit.com

BIBLIOGRAPHIE

ALBERTO F. (1995) *Mesures du volume osseux disponible sur pièces anatomiques édentées*. Thèse Chir. Dent., Lyon 1, n°023.

BAKER L.W. (1922) The influence of the forces of occlusion on the development of the bones of the skull. *The international journal of orthodontia, oral surgery and radiography*, **VIII**, 5, 259-281.

BARONE R. (1996) a *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1 : ostéologie*. Paris : Ed. Vigot Frères, 761p.

BARONE R. (1996) b *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 5 : angiologie*. Paris: Ed. Vigot Frères, 904p.

BELL W. H., LEVY B. M. (1970) Revascularization and bone healing after anterior mandibular osteotomy. *J. Oral Surgery*, **28**, 196-203.

BENNETT J.W., KAPATKIN A.S., MARRETTA S.M. (1994) Dental Composite for the Fixation of Mandibular Fractures and Luxations in 11 Cats and 6 Dogs. *Vet. Surg.* , **23**, 190-194.

BERT M. (1987) *Les implants dentaires*. Paris : CDP, 302p.

BILLET J-P. (1994) *Les luxations de la mandibule chez le chien*. Thèse Méd. Vét. , Nantes, n°83.

BOUDRIEAU R.J., KUDISCH M. (1996) Miniplate fixation for repair of mandibular and maxillary fractures in 15 dogs and 3 cats. *Vet. Surg.* , **25**, 277-291.

BOUVY B., RICHARD E., DUPRE G. (1996) Applications cliniques de l'alimentation entérale assistée chez le chien et le chat : à propos de 85 cas. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.* , **31**, 401-409.

BRADLEY J.C.(1972) Age changes in the vascular supply of the mandibule. *Brit. dent. J.*, **132**, 142-144.

BRINKER W. O., PIERMATTEI D. L., FLO G. L. (1994) *Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux*. 2nd ed., Paris : Ed. Point Vétérinaire, 560p.

CADENAT H., BARTHELEMY R., COMBELLES R., FABIE M. (1972) Importance de la vascularisation mandibulaire en chirurgie maxillo-faciale. *Rev. Stomatol.* , **73**(1), 60-65.

CAVAILLON J.P, GIRARD P., NOTO R. (1988) *Manuel des urgences en pratique odonto-stomatologique*. Paris : Masson, 410p.

CAVEZIAN R., PASQUET G., BEL G. (1995) *Imagerie dento-maxillaire : Approche radio-clinique*. Paris : Masson, 271p.

CECHNER P.E. (1980) Malocclusion in the dog caused by intramedullary pin fixation of mandibular fractures: two case reports. *J. Amer. Anim. Hosp. Assn.* , **16**(4), 79-85.

CHAMBERS J.N. (1981) Principles of management of mandibular fractures in the dog and cat. *J. Vet. Orthopedics*, **2**(2), 26-36.

CHAMPY M., LODDE J.P., SCHMIDT R., JAEGER J.H., WILK A. (1976) a
Ostéosynthèses mandibulaires selon la technique de Michelet. I. Bases biomécaniques. *Rev. Stomat.* , **77**(3), 569-576.

CHAMPY M., LODDE J.P., SCHMIDT R., JAEGER J.H., GERBER J.C. (1976) b
Ostéosynthèses mandibulaires selon la technique de Michelet. II. Présentation d'un nouveau matériel. *Rev. Stomat.* , **77**(3), 577-582.

CHAMPY M., LODDE J.P., SCHMIDT R., JAEGER J.H., MUSTER D. (1978)
Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *J. Max-fac. Surg.*, **6**, 14-21.

COPPENS P. (1994) Eléments d'anesthésie des carnivores domestiques. *Dépêche Vét.*, supplément technique, n°36, 31-32.

CRAIG R.G., O'BRIEN W.J., POWERS J.M. (1992) *Dental materials : properties and manipulation*. 5th ed. , Saint Louis: Mosby-Year Book, 328p.

CROWE D.T. (1990) Nutritional support for the hospitalized patient : an introduction to tube feeding. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* , **12**(12), 325-334.

DAVIDSON J.R., BAUER M.S. (1992) Fractures of the Mandibule and Maxilla. *Vet. Clin. N. Amer.* , **22**(1), 109-119.

DAVIDSON J.R. (1993) Traitement des fractures de la mandibule et du maxillaire supérieur chez le chien et le chat. *Waltham Int. Focus*, **3**(3), 9-16.

DENOIX J.M. (1993) Cours magistral : anatomie de la tête et du cou. E.N.V.A..

EGGER E. L. (1993) Skull and mandibular fractures. *In: SLATTER D.H. Textbook of Veterinary Surgery*. 2nd ed., Philadelphia: W.B. Saunders, 1910-1921.

EGGER E.L., HISTAND M.B., BLASS C.E., POWERS B.E. (1986) : Effects of fixation of pin insertion on the bone-pin interface. *Vet. Surg.* , **15**, 246-252.

EMILY P., PENMAN S. (1990) : *Dentisterie du chien et du chat*. Maisons-Alfort : Ed. Point Vétérinaire, 201p.

EVANS H.E., CHRISTENSEN G.C. (1979) : *Miller's anatomy of the dog*. 2nd ed. . Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1181p.

FARMAND M., DUPOIRIEUX L. (1992) : Intérêt des plaques tridimensionnelles en chirurgie maxillo-faciale. *Rev. Stomatol. Chir. maxillofac.* , **93**(6), 353-357.

FOSSUM T.W. *et al.* (1997) : *Small Animal Surgery*. Saint-Louis: Mosby, 1194p.

FRIETAG V., LANDAU H. (1996) : Healing of dentate or edentulous mandibular fractures treated with rigid or semirigid plate fixation – an experimental study in dogs. *J. Craniomaxillofac. Surg.* , **24**, 83-87.

FUHRER L., REYNOLDS A., MAULDIN G., KALLFELZ F., FUHRER R. (1990) : L'alimentation parentérale chez les carnivores domestiques. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.*, **25**, 573-584.

GALLOIS-BRIDE H., BEGON D. (1995) : Radiographie du crâne : quelles projections choisir? *Rec. Méd. Vét.* , **171**(4), 340-346.

GOLA R., CHEYNET F. (1994) a : Fractures de la mandibule. Editions techniques. *Encycl. Méd. Chir.* Paris. France. Stomatologie-odontologie I, 22-070-A-10, 14p.

GOLA R., CHEYNET F. (1994) b : Bases du traitement des fractures de la mandibule. Editions techniques. *Encycl. Méd. Chir.* Paris. France. Stomatologie-odontologie I, 22-070-A-20, 14p.

GOLA R., CHEYNET F., CARREAU J.P., AMROUCHE M. (1996) : Proposition d'une nouvelle classification topographique des fractures de la mandibule. *Rev. Stomatol. maxillofac.* , **97**(2), 59-71.

GREENBERG A.M. (1993) : Basics of AO/ASIF Principles and stable interneale Fixation of Mandibular fracture. *In: Craniomaxillofacial fractures.* New-York : Springer-Verlag, 41-65.

GRELLET M., LAUDENBACH P. (1985) : *Thérapeutique stomatologique et maxillo-faciale.* Paris : Masson, 182p.

HARVEY C.E. (1985) : *Veterinary Dentistry.* Philadelphia: W.B. Saunders Company, 322p.

HARVEY C.E., EMILY P.P. (1993) : *Small Animal Dentistry.* Philadelphia: Mosby, 400p.

- HENNET P. (1991) : Endodontie vétérinaire chez les carnivores domestiques. *Rec. Méd. Vét.*, **167** (10/11), 1041-1053.
- HENNET P. (1992) : Conduite à tenir devant une dent cassée. *Point Vét.* , **24**(148), 47-53.
- HENNET P. (1993) : Approche diagnostic des malocclusions chez le chien. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.* , **28**, 131-139.
- HENNET P. (1995) : Radiographie des affections de la cavité buccale. *Rec. Méd. Vét.* ,**171** (4/5), 347-358.
- HENNET P. (1996) : Nouveau traitement orthopédique non chirurgical des fractures des mâchoires. *Action Vét.* , n°1385, 25-31.
- HENNET P. (1998) a : Fractures des mâchoires : ostéosynthèse et traitements orthopédiques non chirurgicaux. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.* , **33**(2), 133-144.
- HENNET P. (1998) b : Conduite à tenir devant un traumatisme maxillo-facial. *Point Vét.* , **29** (numéro spécial), 631-637.
- HENNET P., KERDELHUE B. (1996) : Traitement odontologique d'une fracture mandibulaire : à propos d'un cas clinique chez le chien. *Point Vét.* , **28**(177), 63-68.
- HUCKEL B. (1996) : *L'ostéosynthèse mandibulaire par plaques vissées : évolution des idées*. Thèse Méd., Strasbourg 1, n° 96STR11074.
- JOSS U., MEYER U., TKOTZ T., WEINGART D.(1999) : Use of a Mandibular Fracture Score to Predict the Development of Complications. *J. Oral Maxillofac. Surg.* , **57**(?), 2-5.
- JOURDE J., VANNEUVILLE G. (1971) : Etude de la structure osseuse de la branche horizontale du maxillaire inférieure : apport des techniques radiographiques. *Rev. Stomatol.* , **72**(1), 13-26.

- KARASZ I. , KÖRÖNDI L., SZABŐ G. (1986) : Photoelastic stress analysis on mandibular osteosynthesis. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.* **15**, 259-262.
- KERN D.A., SMITH M.M., STEVENSON S., MOON M.L., SAUNDERS G.K., IRBY M.H. *et al.* (1995) : Evaluation of three fixation techniques for repair of mandibular fractures in dogs. *J. Am. Vet. Med. Ass.* , **206**(12), 1883-1890.
- LAMBOTTE A. (1913): Chirurgie opératoire des fractures. Paris : Masson, 122-123.
- LATTE Y. (1993) : Classification des montages de fixation externe. *Prat. Méd. Anim. Comp.* , **28**(1), 21-29.
- LATTE Y., MEYNARD J.A. (1997) : *Manuel de fixateurs externes : Applications au chien et au chat.*, Paris : Ed. PMCAC, ?p.
- LE BRECH C. (1993) : *Contribution à l'étude des fractures des crocs chez les chiens militaires.* Mémoire DEA Biomécanique de l'appareil locomoteur et biomatériaux de substitution. Univ. Paris VII.
- LEZY J.P. (1997) : *Pathologie maxillo-faciale et stomatologie.* Paris: Masson, 185p.
- LIGNEREUX Y. (1991) : Bases structurales de la dentisterie vétérinaire chez les carnivores domestiques. *Rec. Méd. Vét.* , **167** (10/11), 955-974.
- LINDHE J., KARRING T. (1998) : Anatomy of the periodontium. *In* : LINDHE J., KARRING T., LANG.N.P., editors. *Clinical periodontology and implant dentistry.* 3th ed., Copenhagen: Munksgaard, 52-60.
- LINDNER D.L., MARRETTA S.S., PIJANOWSKI G.J. *et al.* (1995) : Measurement of bite force in dogs : a pilot study. *J. Vet. Dent.* **12**(2), 49-52.
- MATTEWS L.S., GREEN C.A., GOLDSTEIN S.A. (1984) : The thermal effects of skeletal fixation-pin insertion in bone. *J. Bone J. Surg*, **66-A**, 1077-1083.

MAUNG AUNG T., BROOK I.M., CROFTS C.E., TROWBRIGE E.A. (1990) : An introduction to the “Mennen Plate” and its use in treatment of fractures of the edentulous mandible. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* , **28**, 260-263.

MORENO J.C., FERNANDEZ A. , ORTIZ J.A., MONTALVO J.J. (2000) : Complication Rates Associated With Different Treatments for Mandibular Fractures . *J.Oral Maxillofac. Surg.* , **58**, 273-280.

PEETERS M.E. (1993) : *Atlas de chirurgie des petits animaux*. Paris: Van Sluijs F.J. – Ed. Vigot Frères, 141p.

PHILLIPS R. W. (1991) : *Skinner’s science of dental materials*. 9th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 597 p.

POTARD G. (1996) : *Schémas et indications thérapeutiques dans les fractures mandibulaires de l’adulte : expérience du service d’O.R.L. du C.H.U. de Brest*. Thèse Méd., Brest, n°96BRES3048.

QUERESHY F.A., GOLDSTEIN J.A., GOLDBERG J.S., BEG Z. (2000) : The Efficacy of Bioresorbable Fixation in the Repair of Mandibular Fractures : An Animal Study. *J. Oral. Maxillofac. Surg.* , **58**, 1263-1269.

RAWLINGS C.A (1993) : Percutaneous Placement of a Midcervical Esophagostomy Tube : New Technique and Representative Cases. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* , **29**, 526-530.

ROUSH J.K., WILSON J.W. (1989) : Healing of Mandibular body osteotomies after plate and intramedullary pin fixation. *Vet. Surg.* , **18**(3), 190-196.

ROUSH J.K., HOWARD P.E., WILSON J.W. (1989) : Normal blood supply to the canine mandible and mandibular teeth. *Am. J. Vet. Res.* , **50**(6), 904-907.

RUDY R.L., BOUDRIEAU R.J. (1992) : Maxillofacial and mandibular fractures. *Sem. Vet. Med. Surg. (small animal)*, **7**(1), 3-20.

- SCAPINO R.(1965) : The third joint of the canine jaw. *J. Morphol.* ,**116**, 23-50.
- SCHLOSS A., MANFRA-MARETTA S. (1990) : Prognostic factors affecting teeth in the line of mandibular fractures. *J. Vet. Dent.* , **7**(7), 7-9.
- SCHORTINGHUIS J., BOS R.R.M., VISSINK A. (1999) : Complications of internal Fixation of Maxillofacial Fractures with Microplates. *J. Oral Maxillofac. Surg.* , **57**, 130-134.
- SCHROEDER H. E. (1991) : *Oral structural biology*. Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag, 424 p.
- SEGAL O. (1997) : *Contribution à l'étude des résines méthacryliques chémo-polymérisables. Intérêt en odonto-stomatologie canine*. Thèse Méd. Vét. , LYON, n°90.
- SHETTY V., McBREARTY D., FOURNEY M., CAPUTO A.A. (1995) : Fracture Line Stability as a fonction of the Internal Fixation System : an in Vitro Comparison Using Mandibular Angle fracture Model. *J. Oral. Maxillofac. Surg.* , **53**, 791-801.
- SHIELDS HENNEY L. H., GALBURT R. B., BOUDRIEAU R. J. (1992) : Treatment of dental injuries following craniofacial trauma. *Semin. Vet. Med.Surg. (Small Anim.)*, **7**(1), 21-35.
- THURMON J.C., TRANQUILLI W.J., BENSON G.J. (1996) a : Nervous system : the central nervous system. *In Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. 3rd ed, Baltimore: Williams, 148-181.
- THURMON J.C., TRANQUILLI W.J. et BENSON G.J. (1996) b : Preanesthetics and Anesthetic Adjuncts. *In Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*, 3rd Ed, Baltimore: Williams and Wilkins, 183- 209.
- TOMLINSON J.L., CONSTANTINESCU G.M. (1991) : Acrylic External Skeletal Fixation of Fractures. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* , **13**(2), 235-240.

- UMPHLET R. C., JOHNSON A. L. (1988) : Mandibular fractures in the Cat : a retrospective study. *Vet. Surg.* , **17**, 333-337
- UMPHLET R. C., JOHNSON A. L. (1990) : Mandibular fractures in the Dog : a retrospective study of 157 cases. *Vet. Surg.* , **19**, 272-275.
- VERSTRAETE F., LIGTHELM A. J. (1992) : Dental trauma caused by screws in internal fixation of mandibular osteotomies in the dog. *Vet. Orth. Comp. Traumatol.* , **5**, 104-108.
- VIATEAU V. (1994) : Cours magistral : traitement général des fractures. E.N.V.A..
- VIGUIER E. (1991) : Les fractures du maxillaire et de la mandibule. *Rec. Méd. Vét.*, **167**(12), 1107-1119.
- VIGUIER E. (1992) : Les complications des ostéosynthèses de la cavité buccale. *In : Comptes rendus du Congrès annuel de la CNVSPA*, Paris, 21 Novembre 1992, Paris : CNVSPA, 323-325.
- WIGGS R.B. (1989) : Canine oral anatomy and physiology. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.* , **11**(12), 1475-1482.
- WIGGS R. B., LOBPRISE H. B (1997) : Oral Fracture Repair. *In: Veterinary Dentistry Principles & Practice*. Philadelphia: Lippincott Raven, **10**, 259-279.
- WOLTER R., JEAN C. (1997) : Diététique du carnivore traumatisé et alimentation entérale assistée. *Prat. Méd. Chir. Anim. Comp.* , **32**(5), 437-452.
- ZETNER K. (1987) : Die Behandlung von Kieferfrakturen der Katze mit der Parapulpärstift – Composite-Brücke. *Kleintierpraxis*, n°32, 5-12.