

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2013

THESE N° 2013 LYO 1D 070

T H E S E
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 19 décembre 2013

par

KOEHRER ALEXIS

Né le 10 juillet 1989 à Chenôve (21)

Les barotraumatismes dentaires en milieu hypobare

JURY

M. MALQUARTI Guillaume

Président

M. LUCCHINI Marion

Assesseur

M. RICHARD Beatrice

Assesseur

M.BESANCON Emilie

Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université
Vice-Président du Conseil Scientifique
Vice-Président du Conseil des Etudes et de Vie Universitaire
Directeur Général des Services

M. le Professeur F-N. GILLY
M. le Professeur P-G. GILLET
M. le Professeur P. LALLE
M. A. HELLEU

SECTEUR SANTE

Comité de Coordination des Etudes Médicales	Président : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur. J. ETIENNE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. le Professeur Y. MATILLON
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directeur : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies	Directeur : M. le Professeur F. DE MARCHI
UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. le Professeur C. COLLIGNON
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. C. VITON, Maître de Conférences
Ecole Polytechnique Universitaire de l'Université Lyon 1	Directeur : M. P. FOURNIER
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : Mme la Professeure V. MAUME DESCHAMPS
Institut Universitaire de Formation des Maîtres De l'Académie de Lyon (IUFM)	Directeur : M. A. MOUGNIOTTE
Observatoire de Lyon	Directeur : M. B. GUIDERDONI, Directeur de Recherche CNRS
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique	Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Denis BOURGEOIS, Professeur des Universités
Vice-Doyen : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

SOUS-SECTION 56-01:

PÉDODONTIE

Professeur des Universités :
Maître de Conférences :

M. Jean-Jacques MORRIER
M. Jean-Pierre DUPREZ

SOUS-SECTION 56-02 :

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences :

M. Jean-Jacques AKNIN, Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY,
Mme Claire PERNIER, Mme Monique RABERIN

SOUS-SECTION 56-03 :

PRÉVENTION - EPIDÉMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE

Professeur des Universités
Professeur des Universités Associé :
Maître de Conférences

M. Denis BOURGEOIS
M. Juan Carlos LLODRA CALVO
M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 :

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences :

Mme Kerstin GRITSCH, M. Pierre-Yves HANACHOWICZ,
M. Philippe RODIER,

SOUS-SECTION 57-02 :

CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION

Maître de Conférences :

Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
M. Jean-Pierre FUSARI

SOUS-SECTION 57-03 :

SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités :
Maîtres de Conférences :

M. J. Christophe FARGES
Mme Odile BARSOTTI, Mme Béatrice RICHARD,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 :

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE

Professeur des Universités :
Maîtres de Conférences :

M. Pierre FARGE, M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Dominique SEUX
Mme Marion LUCCHINI, M. Thierry SELLI, M. Cyril VILLAT

SOUS-SECTION 58-02 :

PROTHÈSE

Professeurs des Universités :
Maîtres de Conférences :

M. Guillaume MALQUARTI, Mme Catherine MILLET
M. Christophe JEANNIN, M. Renaud NOHARET, M. Gilbert VIGUIE,
M. Stéphane VIENNOT, M. Bernard VINCENT

SOUS-SECTION 58-03 :

SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur des Universités :
Maîtres de Conférences :
Maître de Conférences Associé :

Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Olivier ROBIN
M. Patrick EXBRAYAT, Mme Sophie VEYRE-GOULET
Mme Doris MOURA CAMPOS

REMERCIEMENTS

A notre président du jury,

Monsieur le professeur Guillaume MALQUARTI

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Chef de Service du Service d'Odontologie de Lyon

Habilité à Diriger des Recherches

Nous vous sommes reconnaissants de nous faire l'honneur de présider notre jury.

Nous vous remercions de votre bienveillance et de votre disponibilité que vous accordez années après années aux étudiants.

Veuillez trouver dans ce travail l'expression de nos sincères remerciements et le témoignage de notre profond respect.

A notre directeur de thèse,

Madame le docteur Emilie BESANCON

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Docteur en Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger cette thèse,

Vous avez su nous guider dans l'exercice de notre art avec sérieux et rigueur, conscience et bienveillance.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

A notre juge,

Madame le docteur Béatrice RICHARD

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Bordeaux 2

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi nos juges.

Nous vous assurons du bon souvenir que nous garderons de votre enseignement, de votre sympathie et de vos conseils avisés.

Nous vous prions de croire en notre profonde reconnaissance.

A notre juge,

Madame le docteur Marion LUCCHINI

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Vous avez accepté avec gentillesse de juger notre travail et nous vous en remercions.

Nous garderons en mémoire votre grande gentillesse ainsi que votre disponibilité à tout moment envers les étudiants.

Veuillez trouver en cette thèse l'expression de notre sincère reconnaissance.

Les barotraumatismes dentaires en milieu hypobare

SOMMAIRE

1. Introduction	4
2. Bases et lois physiques du milieu hypobare	5
2.1. Les contraintes physiques de la haute altitude	5
2.1.1. La pression	5
2.1.1.1 Définition.....	5
2.1.2. Physique des gaz.....	7
2.1.2.1. Loi de BOYLE-MARIOTTE (Physics. Calculus by Eugene Hecht).....	7
3. Généralités sur les barotraumatismes en milieu hypobare	9
3.1. Principes généraux	9
3.2. Les différents barotraumatismes	9
3.2.1. Les barotraumatismes intestinaux	9
3.2.2. Les Barotraumatismes sinusiens	10
3.2.2.1. Définition	10
3.2.2.2. Mécanismes	10
3.2.2.3. Formes cliniques et fréquence.....	11
3.2.3. Les barotraumatismes de l'oreille interne	13
3.2.3.1 Définition.....	13
3.2.3.2. Mécanismes	13
4. Rappels anatomo-physiologiques sur la pulpe dentaire et les mécanismes périphériques de la sensibilité pulpo-dentinaire	15
4.1. Rappels anatomo-physiologiques sur la pulpe dentaire	15
4.1.1. Vascularisation de la pulpe dentaire	15
4.1.2. Paramètres hémodynamiques	16
4.1.3. Innervation de la pulpe dentaire.....	16

4.1.3.1. Innervation sensitive	16
4.1.3.2. Innervation neurovégétative	17
4.2. Mécanismes périphériques de la sensibilité pulpo-dentinaire	18
4.2.1. Données histologiques sur le complexe dentino-pulpaire	18
4.2.2. Données physiologiques sur le complexe dentino-pulpaire.....	19
4.2.2.1. Physiologie des fibres nerveuses pulpaire	19
4.2.2.2. Physiologie de la sensibilité dentinaire.	20

5. Physiopathologie des barotraumatismes dentaires relatifs au milieu hypobare..... 21

5.1. Historique.....	21
5.2. Définition	22
5.3. Etiologie et facteurs prédisposants	22
5.3.1 Etiologie	22
5.3.2. Facteurs favorisants	23
5.3. Diagnostic positif et différentiel.....	24
5.3.1 Diagnostic positif.....	24
5.3.1.1 Classification.....	24
5.3.1.2. Exemple de cas de classe 4 : pathologie péri-apicale.....	26
5.3.2 Diagnostic différentiel.....	28
5.3.3 Fréquence de survenue des barodontalgies.....	29
5.4. Fractures dentaires et fractures des restaurations	31
5.5. Effets sur la rétention des prothèses.....	34
5.5.1. Prothèse conjointe.....	34
5.5.2. Prothèse amovible	34

6. Prévention et traitements des barotraumatismes dentaires.....	35
6.1. Prévention.....	35
6.2. Traitements.....	36
6.2.1. Odontologie restauratrice.....	36
6.2.2. Endodontie	37
6.2.3. Traitements prothétiques.....	37
6.3. Restriction de vol.....	38
 7. CONCLUSION.....	 39
 BIBLIOGRAPHIE.....	 41

1. Introduction

L'apparition de l'aviation au début du XX^{ème} siècle confronte les pilotes à des altitudes élevées qui vont entraîner des phénomènes physiologiques et pathologiques.

Des conséquences bucco-dentaires en rapport avec les variations de pression sont alors reportées et les termes de barotraumatismes dentaires et de barodontalgies, lorsqu'une douleur est présente, apparaissent.

Ces barotraumatismes dentaires sont dus aux variations de pression barométrique et à un terrain de survenue bucco-dentaire prédisposant.

Les mécanismes de survenue restent grandement inexpliqués, leur fréquence est faible mais les conséquences délétères sur la concentration et les performances des pilotes et du personnel navigant, notamment dans le domaine militaire, doivent nous amener à étudier ces phénomènes de barotraumatismes afin de pouvoir les traiter. Les patients appartenant au personnel navigant ne doivent pas être considérés comme des patients lambda, ils nécessitent une prise en charge spécifique en terme de prévention, de traitements et de tenue des dossiers dentaires.

2. Bases et lois physiques du milieu hypobare

2.1. Les contraintes physiques de la haute altitude

2.1.1. La pression

2.1.1.1 Définition

La pression correspond à la force qui s'exerce par unité de surface.

$$p = \frac{F}{S}$$

La force s'exprime en Newton, la surface en m² et la pression en Pascal (Pa).

Mais elle peut s'exprimer aussi en bars car :

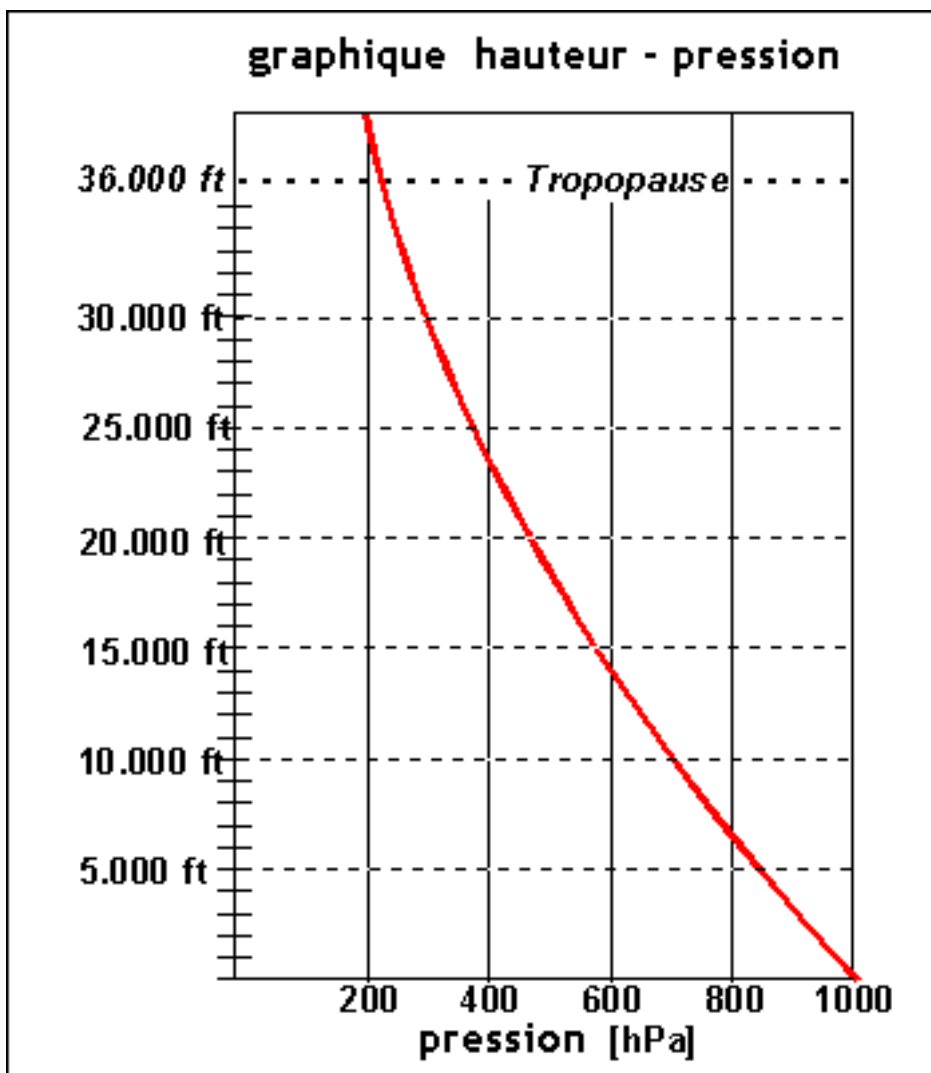
$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ KPa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ Atm}$$

A noter que la pression standard au niveau de la mer est de 1,013 bar soit une atmosphère (1 atm)

Avec l'altitude, on observe une baisse de pression atmosphérique de 1hPa par 28 pieds (ft).

A noter : 1 ft = 0.3048 m

Tableau avec la pression barométrique en fonction de l'altitude en pieds.(Physics. Calculus by Eugene Hecht)



2.1.2. Physique des gaz

2.1.2.1. Loi de BOYLE-MARIOTTE (Physics. Calculus by Eugene Hecht)

Elle dérive de la loi des gaz parfaits :

$$P.V=n.R.T$$

P= pression (Pa)

V= Volume (m)

n= nombre de moles occupant le volume V

R = constante universelle des gaz ($8,317 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)

T = température absolue (K°)

A température constante, le produit de la pression qu'exerce un gaz par son volume est constant. Ainsi on obtient l'équation suivante :

$$P.V= \text{Constante}$$

La pression et le volume d'un gaz sont donc inversement proportionnels.

Autrement dit, quand la pression décroît, le volume augmente ; la dilatation des gaz dans un espace clos ou semi-clos entraîne l'augmentation de la pression dans ces espaces.

2.1.2.2 L'oxygène et la loi de Dalton (Physiology of sport and exercise. 4th edition. 2008 by Wilmore, Costill and Kenney)

Le manque d'oxygène est le plus grand danger qui guette le corps humain aux altitudes élevées à cause de l'importance de la baisse de la pression atmosphérique et des températures. Le manque d'oxygène dans le corps humain a pour conséquence une condition appelée hypoxie.

Quand un pilote monte en altitude, la pression atmosphérique ambiante diminue, ce qui résulte en une baisse de la pression partielle en oxygène dans l'air ambiant. Nous savons déjà que l'atmosphère comporte 21% d'oxygène. Selon la loi sur les gaz de Dalton, ceci se traduit par une pression partielle en oxygène de 160 mmHg au niveau de la mer.

$$p(\text{oxygène}) = 760 \text{ mmHg} \times 21 / 100 = 160 \text{ mmHg}$$

De plus la pression partielle en oxygène décroît avec l'altitude :

- Pression partielle en oxygène au niveau de la mer: 160 mmHg (pression atmosphérique totale: 760 mmHg).
- Pression partielle en oxygène à 12500ft: 105 mmHg (pression atmosphérique totale: 490 mmHg).
- Pression partielle en oxygène à 18000ft: 80 mmHg (pression atmosphérique totale: 380 mmHg).
- Pression partielle en oxygène à 34000ft: 40 mmHg (pression atmosphérique totale: 160 mmHg).

Avec l'altitude, il n'y a plus assez de pression atmosphérique pour faire transiter les quantités normales d'oxygène au travers des membranes pulmonaires dans le sang. Moins d'oxygène est transféré à l'hémoglobine donc moins d'oxygène sera amené aux tissus. On dit que la saturation en oxygène du sang diminue.

3. Généralités sur les barotraumatismes en milieu hypobare

3.1. Principes généraux

Les accidents mécaniques, ou barotraumatismes, sont la conséquence du non respect de la loi de Boyle-Mariotte. Ils se définissent comme toutes lésions traumatiques d'un organe consécutives à une variation de la pression ambiante.(1)

Les déplacements en avion induisent des variations rapides de pression entre l'air ambiant et les cavités corporelles semi-closes.

A 18000 ft (5000m), la pression ambiante est moitié moindre qu'au niveau de la mer et les volumes gazeux sont multipliés par deux.

3.2. Les différents barotraumatismes

3.2.1. Les barotraumatismes intestinaux

Notre intestin contient des gaz en quantité variable. Ces bulles de gaz vont se dilater lors de la montée (Boyle-Mariotte), pour se recomprimer à la descente. La dilatation provoquée par la baisse de pression ambiante, peut entraîner une distension de la paroi intestinale et donner des sensations de ballonnement, des douleurs, et parfois des coliques avec des envies impérieuses d'aller à la selle.

Les barotraumatismes intestinaux apparaissent à la montée, l'altitude d'apparition est de plus de 14800 ft (4500 m) sauf chez les sujets prédisposés (repas inadapté avant le vol, "fragilité" intestinale) qui peuvent souffrir de barotraumatismes intestinaux à des altitudes moins élevées.

3.2.2. Les Barotraumatismes sinusiens

3.2.2.1. Définition

Ce barotraumatisme est la traduction d'un défaut d'équipression entre les fosses nasales et les sinus de la face lors de variations rapides de la pression ambiante.(1)

Lors de vols commerciaux la pressurisation de la cabine est de l'ordre de 2500m avec une vitesse de descente approximative de 150m par minute. Les variations de pression sont plus lentes qu'en plongée sous marine, excepté pour les avions militaires en particulier de chasse où la pression est régulée différemment de celle des vols commerciaux.

3.2.2.2. Mécanismes

Les sinus maxillaires et sphénoïdaux se drainent dans les fosses nasales par des ostia et les sinus frontaux par le canal nasofrontal. Ce dernier est le plus long de l'ordre de 15 à 20 mm, l'ostium du sinus maxillaire est de l'ordre de 5 à 8mm et enfin l'ostium du sinus sphénoïdal est le plus court mesurant 2 à 4mm.(1)

Ces différences anatomiques expliquent la localisation préférentielle des barotraumatismes au niveau du sinus frontal puis du sinus maxillaire et enfin la rareté de l'atteinte du sinus sphénoïdal.

Si la perméabilité ostiale est compromise, les sinus sont isolés des variations de la pression ambiante, ils sont alors en situation de réaliser un barotraumatisme.

La céphalée est le symptôme le plus récurrent qui peut être d'intensité variable et localisée en regard du sinus concerné.

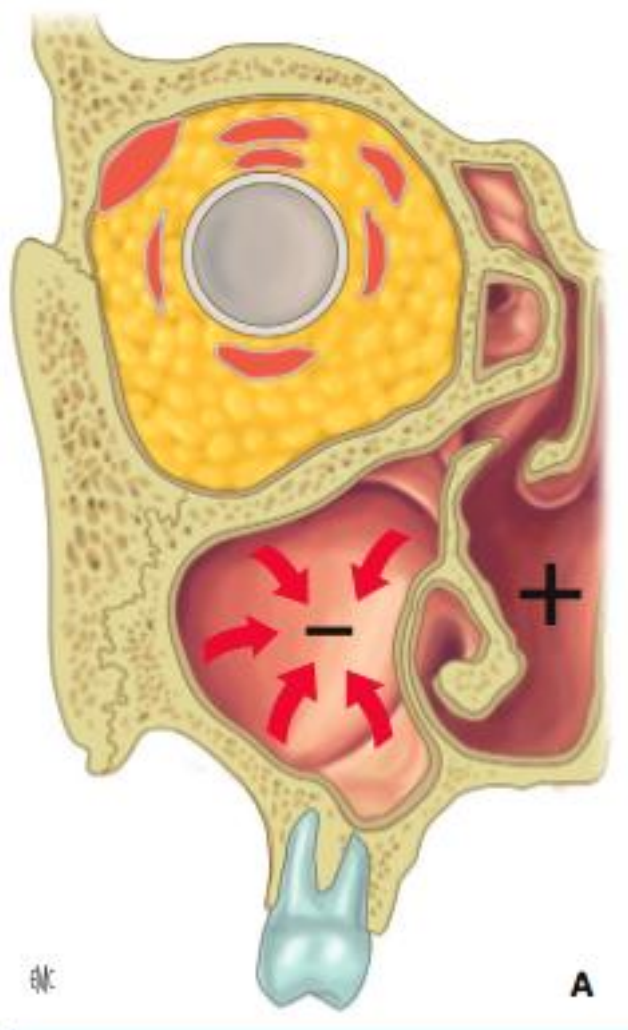
3.2.2.3. Formes cliniques et fréquence

Il est très important de différencier deux formes cliniques des barotraumatismes :

- **les barotraumatismes accidentels** qui sont les plus fréquents et posent peu de problème, ils surviennent généralement chez un aviateur ou un plongeur, le plus souvent au décours d'une infection virale des voies aériennes supérieures ou d'une rhinite aiguë.
- **les barotraumatismes récidivants**, cette forme peut contre-indiquer la pratique de l'aéronautique ou de la plongée, elle nécessite un bilan naso-sinusien approfondi afin d'aboutir à un diagnostic étiologique précis dans un but thérapeutique.(1)

Enfin 90% de ces barotraumatismes surviennent à la descente (figure A).(1)

Figure A : Forme implosive : en cas d'obstruction ostiale lors de la descente, la dépression relative dans le sinus par rapport à la pression ambiante dans la fosse nasale entraîne un collapsus de la muqueuse sinusienne.(1)



(1. Verdalle P, Morvan JB. Barotraumatismes sinusiens, février 2013)

3.2.3. Les barotraumatismes de l'oreille interne

3.2.3.1 Définition

Appelés également **otopathies dysbariques**, les barotraumatismes de l'oreille interne se définissent comme des affections otologiques résultant de variations lentes des pressions de l'oreille moyenne. (O. Coulet, P. Louge, J.-A. Joseph, Otopathies dysbariques, 2010)

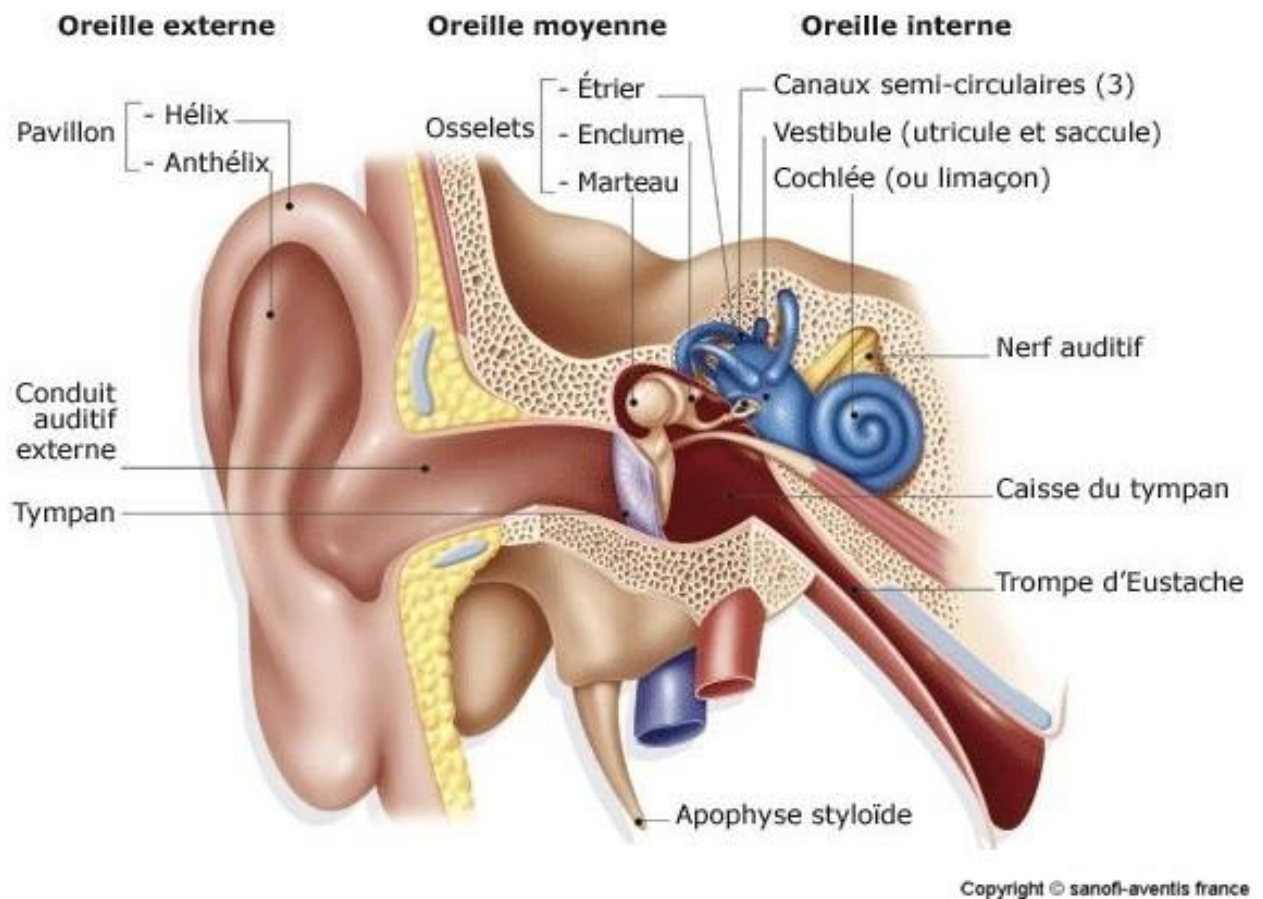
L'oreille moyenne est une cavité gazeuse séparée de l'oreille externe par une cloison souple et étanche : la membrane tympanique. Cette cavité est en communication avec la cavité buccale par un canal : la trompe d'Eustache. Cette dernière va permettre l'équilibration de la pression ambiante au niveau de la cavité buccale avec l'oreille moyenne.

3.2.3.2. Mécanismes

Lors de la décompression, c'est-à-dire au décollage de l'avion, les sujets passent à une pression ambiante moins élevée par rapport à celle de l'oreille moyenne. L'air dans la caisse du tympan prend donc de l'expansion, ce qui entraîne une surpression relative dans la caisse du tympan et donc une sensation d'oreilles bouchées. Un équilibre passif des pressions se produit, il est alors conseillé d'avaler sa salive afin de favoriser l'ouverture des trompes d'Eustache.

Lors de la compression, à l'atterrissage de l'avion, les sujets passent à une pression ambiante plus élevée, l'air dans la caisse du tympan diminue donc de volume. La dépression relative de la caisse du tympan provoque alors une rétraction tympanique et un effet de vide si la trompe d'Eustache n'arrive pas à rétablir l'équilibre des pressions. L'effet de vide entraîne de l'œdème, une congestion, une hyperhémie et enfin un épanchement séreux exsudatif ou hémorragique dans l'oreille moyenne : c'est **l'otite barotraumatique**. Il faut alors réaliser la manœuvre de Valsalva à plusieurs reprises lors de la descente de l'avion. Elle consiste à prendre une grande inspiration puis à expirer fortement en fermant la bouche et en bouchant le nez pour empêcher l'air de sortir, il se produit une augmentation de la pression aérienne dans le thorax et également dans l'oreille moyenne.

Figure B: Schéma oreille externe, moyenne et interne (CHU Pitié-salpêtrière, service ORL, 2002)



4. Rappels anatomo-physiologiques sur la pulpe dentaire et les mécanismes périphériques de la sensibilité pulpo-dentinaire

4.1. Rappels anatomo-physiologiques sur la pulpe dentaire

La pulpe dentaire est un tissu richement vascularisé et innervé. Elle est contenue à l'intérieur de la dent dans une cavité dont les parois sont inextensibles.

4.1.1. Vascularisation de la pulpe dentaire

Le système sanguin permet l'apport des éléments nutritionnels aux cellules des tissus de l'organisme, il permet également d'éliminer les produits de leur catabolisme.

La pulpe dentaire possède une circulation sanguine terminale. Les capillaires sont composés d'une seule couche de cellules endothéliales ce qui explique leur relative vulnérabilité. De plus ce réseau vasculaire est pratiquement démunie de circulation collatérale.

L'irrigation artérielle de la pulpe est assurée par une ou deux artérioles principales qui pénètrent au niveau du foramen apical et des canaux latéraux. Ces artérioles sont issues de l'artère alvéolaire, elle-même issue de l'artère maxillaire, branche de la carotide externe.

Au niveau de la pulpe camérale, les artérioles pulpaire se divisent en artérioles secondaires d'où naissent les capillaires qui s'organisent en un réseau dense à la périphérie de la chambre pulpaire, au contact des odontoblastes, dont ils assurent la nutrition.

Le retour veineux est assuré par les veinules post-capillaires puis par deux ou trois veinules collectrices.

On note aussi l'existence de shunts artério-veineux qui court-circuitent le réseau capillaire et permettent ainsi de réguler la microcirculation pulpaire.

4.1.2. Paramètres hémodynamiques

On observe un ralentissement du débit sanguin pulpaire depuis les artéioles vers les capillaires, où il est minimal afin de permettre les échanges. Ceci explique la vulnérabilité de la pulpe, car la diminution du flux sanguin local, ne permet pas d'obtenir une réaction immunologique suffisante pour contrer les différentes agressions, surtout si elles font intervenir des éléments infectieux.

L'ancienne théorie de « l'étranglement » des vaisseaux sanguins au niveau du foramen apical, suivi d'une nécrose pulpaire est remise en cause.

Les altérations tissulaires, liées aux processus inflammatoires, restent initialement localisées à la région pulpaire concernée par l'agression. Elles ne provoquent donc pas un arrêt de la circulation dans la totalité de la pulpe. Ainsi, l'inflammation peut rester localisée tant que l'agression qui l'entretient est discrète. Sa suppression peut être suffisante pour obtenir une guérison. Par contre, si l'inflammation est chronique ou exacerbée par un facteur extérieur, elle peut gagner l'ensemble de la pulpe en s'accompagnant de signes de pulpite précédant une nécrose pulpaire éventuelle, en absence de traitement.

4.1.3. Innervation de la pulpe dentaire

D'un point de vue quantitatif, la pulpe dentaire est un tissu richement innervé (JOHNSON et JOHNS, 1978) : environ 2000 fibres nerveuses pénètrent à l'apex de la dent.

4.1.3.1. Innervation sensitive

Les fibres nerveuses pulpaires sont issues des nerfs alvéolaires supérieurs et inférieurs, branches des nerfs maxillaire et mandibulaire qui constituent deux des trois branches du nerf trijumeau (V).

Le nerf alvéolaire qui chemine le long des apex dentaires va donner deux contingents de fibres :

- les fibres de l'endodonte qui vont se ramifier dans la dent.
- les fibres parodontales destinées à l'innervation du desmodonte, du périoste et de la gencive.

On note deux types de fibres nerveuses pulpaire :

- les fibres myéliniques avec un diamètre compris entre 1 et 4 micromètre avec une vitesse de conduction moyenne de 13m/s. Elles appartiennent au groupe des fibres A qui transmettent les informations thermiques et algiques(douleur épiceritique).
- les fibres amyéliniques, dont le diamètre est compris entre 0,1 et 1 micromètre, avec une vitesse de conduction de 0,5 à 2m/s. Elles appartiennent au groupe des fibres C. Leur seuil d'activation est plus élevé que celui des fibres A. Elles sont aussi impliquées dans la sensibilité nociceptive (douleur protopathique).

4.1.3.2. Innervation neurovégétative

Elle est uniquement orthosympathique, et les corps cellulaires sont situés dans le ganglion cervical supérieur. L'absence de vasodilatation d'origine parasympathique éviterait les perturbations circulatoires au sein de la pulpe étant donné les caractéristiques particulières de la chambre pulpaire (parois inextensibles).

Ce sont des fibres amyéliniques et principalement noradrénergiques. Elles suivent le trajet des artérioles pulpaire sur lesquelles elles exercent une action vasoconstrictrice, et participent donc à la régulation du débit sanguin pulpaire. Par contre, la dilatation des capillaires est un phénomène passif lié à l'augmentation de la pression artérielle ou à une réponse tissulaire inflammatoire.

Néanmoins, il a été montré que la noradrénaline n'est pas le seul neuromédiateur utilisé par les fibres sympathiques pulpaire. D'autres substances, des neuropeptides, ont effectivement été mis en évidence dans la pulpe (WAKISAKA, 1990) notamment :

- le neuropeptide Y qui aurait une origine et des effets identiques à ceux de la noradrénaline.

- le VIP (peptide intestinal vasoactif), dont les origines sont inconnues. Son action vasodilatatrice pourrait contre balancer le tonus vasoconstricteur entretenu par les fibres sympathiques.

4.2. Mécanismes périphériques de la sensibilité pulpo-dentinaire

4.2.1. Données histologiques sur le complexe dentino-pulpaire

La pulpe dentaire est constituée de nombreux éléments cellulaires spécifiques ou non à ce tissu. L'odontoblaste, cellule post-mitotique différenciée issue des crêtes neurales, se retrouve spécifiquement dans la pulpe dentaire et se situe à la périphérie de celle-ci, au contact de la dentine. Cette cellule est polarisée, son noyau se situe en position basale, son corps cellulaire est situé dans la pulpe tandis que le prolongement odontoblastique pénètre dans un tubulus dentinaire.

Les fibres nerveuses pulpaire nociceptives se terminent à la périphérie de la pulpe, voire dans la dentine, en un réseau dense appelé plexus de RASCHKOW.

La dentine est parcourue, depuis la chambre pulpaire jusqu'à l'émail, par des canalicules dont le diamètre moyen est de 2,5micromètres. La densité moyenne de canalicules par mm² est de 30 000, mais varie suivant la zone de dentine concernée et le type de dent. Généralement, le nombre de tubuli et leurs diamètres diminuent depuis la jonction pulpo-dentinaire jusqu'à la jonction amélo-dentinaire.

Si on observe une coupe de canalicule dentinaire, on note plusieurs éléments :

- le prolongement odontoblastique dont le rôle est d'assurer le transport des produits synthétisés dans le corps cellulaire,
- le fluide dentinaire, exsudat de la circulation sanguine pulpaire,
- une fibre nerveuse dentinaire en contact étroit avec le prolongement odontoblastique. Néanmoins, cette innervation est variable suivant la zone de dentine, la dent et l'individu. En effet, on observe une fibre nerveuse dentinaire

pour 200 à 2000 canalicules et son extension dans la dentine reste limitée à 200 micromètres en moyenne.

4.2.2. Données physiologiques sur le complexe dentino-pulpaire

4.2.2.1. Physiologie des fibres nerveuses pulpaire

Il est possible d'étudier la physiologie des fibres nerveuses pulpaire à l'aide de différentes méthodes pour mettre en évidence leurs réponses à diverses stimulations.

La stimulation électrique nous montre que les fibres nerveuses pulpaire ont des vitesses de conduction et des seuils d'excitabilité différents. Les fibres A sont beaucoup plus sensibles à ce stimulus que les fibres C.

La stimulation thermique : les fibres nerveuses A et C répondent à ces stimuli :

- au chaud, si la température est supérieure à 44°C,
- au froid, si la température est inférieure à 13°C.

La réponse à une stimulation thermique intense est diphasique.

La stimulation mécanique : toute excitation des fibres mécanosensibles A entraîne une réaction douloureuse, à la base de la théorie hydrodynamique de la sensibilité dentinaire (Brännström et Aström, 1972).

La stimulation chimique : elle concerne les fibres C qui sont mises en jeu lors des processus inflammatoires pulpaire au cours desquels on note la libération de médiateurs chimiques qui exercent :

- une vasodilatation, entraînant une augmentation de la pression intrapulpaire,
- à plus forte concentration, un effet algogène en favorisant l'activation des fibres C soit de manière directe par l'histamine, la bradykinine et le potassium, soit indirectement par les prostaglandines et la sérotonine qui sensibilisent les nocicepteurs.

Ainsi au cours du processus inflammatoire, on note une modification de la physiologie des fibres nerveuses pulpaire A et C qui répondent différemment aux conséquences de la vasodilatation artériolaire : augmentation de la pression intrapulpaire et hypoxie. En effet, les fibres C vont résister davantage que les fibres A à ces variations hémodynamiques, ce qui explique la nature protopathique des douleurs de pulpite aigue.

4.2.2.2. Physiologie de la sensibilité dentinaire.

Bien qu'évidemment existant les mécanismes physiologiques de la sensibilité dentinaire ne sont pas encore clairement élucidés. Trois conceptions sont classiquement décrites :

- la conception nerveuse : elle repose sur la présence de fibres nerveuses intracaniculaires et leur activation directe par les stimuli dentinaires. Mais la pénétration limitée (200 micromètres) de ces fibres ne permet pas d'expliquer la sensibilité de la dentine dans sa région moyenne, encore moins périphérique.
- La conception hydrodynamique : le déplacement rapide d'une quantité de fluide dentinaire consécutif à une stimulation, provoque une distorsion de la pulpe qui active les fibres nerveuses A mécanosensibles (Brännström et Aström, 1972). La présence de ce fluide dans l'ensemble de la dentine et surtout les nombreuses expériences de Brännström ont abouti à cette théorie qui permet d'expliquer la sensibilité de toute la dentine, ainsi que le rôle joué par l'état de surface dentinaire. Pour ces raisons, la conception hydrodynamique est celle qui recueille la plus large audience.
- La conception odontoblastique : l'odontoblaste, par l'intermédiaire de son prolongement intracaniculaire, serait une cellule sensorielle réceptrice capable de transmettre les stimulations appliquées sur la dentine aux terminaisons nerveuses pulpaire avec lesquelles il est étroitement en contact.

5. Physiopathologie des barotraumatismes dentaires relatifs au milieu hypobare

5.1. Historique

Ce problème a été reporté pour la première fois chez des pilotes et prit le nom d'**aérodontalgie**. Ces aérodontalgies sont les premiers symptômes dentaires décrits spécifiquement chez les sujets volant à haute altitude. Elles prirent notamment le nom de « *flyer'stoothache* », la douleur dentaire du pilote et de **barodontalgies**.

Durant les années 1940, les pilotes militaires furent soumis à des variations de pression majeures dans des avions alors non pressurisés. Ces douleurs dentaires furent reportées avec pour conséquence une diminution des performances du pilote. Ceci a donc stimulé la recherche sur ces barodontalgies.

L'aérodontalgie est décrite par l'US Air Force Flight Surgeons Guide comme l'une des 8 sources de contraintes physiologiques liées au vol avec la diminution de la pression partielle d'oxygène, le bruit, les vibrations, les facteurs de charge, les changements thermiques, la diminution du taux d'humidité et la fatigue. Ces douleurs ont été décrites par l'US Air Force comme le troisième motif d'interruption du simulateur d'altitude en caisson hypobare.

La majorité des données existantes sont issues d'études militaires car les pilotes civils effectuent des manœuvres moins rapides et dans des situations moins extrêmes que leurs collègues militaires. Il apparaît alors qu'ils sont moins susceptibles de présenter ces symptômes résultant de changements rapides de pression atmosphérique.

Plus récemment, ces douleurs dentaires ont également été observées lors de plongées. Désormais on a défini un terme de barodontalgie pour inclure une algie provenant d'une augmentation ou diminution de pression barométrique.

5.2. Définition

En présence d'une douleur, le barotraumatisme dentaire prend le nom de **barodontalgie**.

La barodontalgie est un symptôme plus qu'une pathologie, il s'agit d'un réveil d'une pathologie pré-existante subclinique, oral-maxillofacial, causé par un changement rapide de pression. (2) (3)

Nous savons désormais que les barotraumatismes dentaires peuvent se manifester sous différentes formes :

- pathologies pulpaire et emphysème,
- fracture de l'odonte et des obturations dentaires,
- effets sur la rétention des prothèses.

5.3. Etiologie et facteurs prédisposants

5.3.1 Etiologie

L'étiologie de ces douleurs a été longuement recherchée et si la pression barométrique est le facteur initialement connu, les mécanismes d'apparition des barodontalgies sont discutés depuis plus de 60 ans.

Plusieurs hypothèses ont été formulées quant aux mécanismes rendant une dent susceptible d'être à l'origine de barodontalgie :

- La perturbation de la circulation sanguine au sein de la pulpe dentaire. (2)
- La déformation des nocicepteurs par des bulles d'air en expansion se trouvant dans le complexe pulpaire ou au contact de la dentine. (4)
- La théorie hydrodynamique de Brännström où les variations de pression barométrique provoqueraient au niveau des tubuli dentinaires exposés un

déplacement de fluide pulpaire ; suite à ce processus, les fibres nerveuses conduisant à la pulpe seraient irritées, ce qui provoquerait la douleur.

- La dilatation de gaz intra-pulpaire produits au niveau des tissus inflammatoires.
- Les hyperhémies pulpaire.

Par ailleurs, la NASA et l'US Air Force affirment que les barodontalgies ne sont en aucun cas liées à des températures froides (5). En effet, Harvey (6) a démontré qu'une température extérieure de -30°C à -40°C provoquait une chute de température de la dent à 22,8°C au niveau de la canine mandibulaire. Les dents plus postérieures sont moins affectées par la baisse de température du fait de leur proximité avec la langue. Harvey a donc conclut qu'une boisson glacée produit une baisse de température dentaire supérieure à la haute altitude.

5.3.2. Facteurs favorisant

Il existe une relation étroite entre la survenue des barotraumatismes et le terrain buccodentaire qui peut comporter :

- Des pathologies bucco-dentaires pré-existantes sub-cliniques telles que des caries, des pathologies pulpaire, des abcès dentaires ou parodontaux, des parodontites apicales...
- Des soins dentaires inadéquats : traitement endodontique incomplet, éviction carieuse incomplète, obturation défectueuse, obturation avec faible rétention, reprise carieuse sous obturation...
- Du bruxisme.

Il n'existe de nos jours aucun consensus quant à la physiopathologie exacte des barodontalgies. Les auteurs se contredisent quant aux possibles étiologies mais il s'accordent tout de même sur le fait que deux facteurs doivent impérativement être présents pour que survienne une barodontalgie :

- **un gradient de pression atmosphérique** : les barodontalgies sont connues pour survenir durant des vols à une certaine tranche d'altitude généralement admise entre 5000 et 35000 pieds avec une fréquence plus importante entre 9000 et 27000 pieds. La barodontalgie est plus commune lors de l'ascension avec un début des douleurs survenant entre 5000 et 15000 pieds. Une étude saoudienne montre qu'au sein des barodontalgies recensées, 30,4% des pilotes l'ont ressenties à l'ascension et 19,3% lors de la descente. Le pourcentage le plus élevé des barodontalgies survient entre 11000 et 20000 pieds. (7)
- **un terrain de survenue bucco-dentaire prédisposant.** (7)

Weiner, dans *Barodontalgia: caught between the clouds and the waves* (2002), adopte une position plus large en donnant pour étiologie des barodontalgies, l'impact des modifications de pression sur l'ensemble des gaz et liquides contenus dans l'organisme.

5.3. Diagnostic positif et différentiel

5.3.1 Diagnostic positif

5.3.1.1 Classification

Le diagnostic de barotraumatisme dentaire doit être évoqué si le patient se plaint de douleurs dentaires durant les vols. Une anamnèse, un examen dentaire complets et approfondis doivent être réalisés.

Une classification a été mise en place par la Fédération Dentaire Internationale (4) (8), afin d'aider les praticiens dans la recherche de l'étiologie. Elle expose l'étiologie de la barodontalgie en fonction des symptômes et des moments de survenue. (Tableau 1)

TABLE 1. Classification of Dental-Induced Barodontalgia

Class	Cause	Symptoms
I	Nonreversible pulpitis	Sharp momentary pain on ascent
II	Reversible pulpitis	Dull throbbing pain on ascent
III	Necrotic pulp	Dull throbbing pain on descent
IV	Peri-apical pathosis	Severe persistent pain on ascent and descent

La classe 1 définit une douleur aigüe momentanée à l'ascension qui traduit une pulpite irréversible.

La classe 2 définit une douleur sourde à l'ascension qui traduit une pulpite réversible.

La classe 3 définit une douleur sourde à la descente qui traduit une nécrose pulpaire.

La classe 4 définit une douleur importante et persistante à l'ascension et à la descente traduisant une pathologie péri-apicale.

Par ailleurs cette classification n'inclut pas les fractures dentaires ou d'obturation ni la présence de carie sous jacente qui peuvent également causer des douleurs.

L'origine de la douleur est très souvent difficile à localiser, ce qui rend le diagnostic difficile.

Lorsque des doutes persistent quant à la détermination de la dent causale, le passage du patient en caisson hypobare peut permettre de confirmer ou d'infirmer le diagnostic en reproduisant les symptômes perçus par le patient en condition de vol.

La dent suspecte peut être anesthésiée avant le passage dans le caisson, ceci permettant d'écarter ou au contraire de désigner cette dent comme dent causale. A cette fin Morlang (9) recommande une simulation de montée en altitude à 10000 pieds.

5.3.1.2. Exemple de cas de classe 4 : pathologie péri-apicale

Zadik (10) a étudié le cas d'un homme de 28 ans, pilote d'hélicoptère Cobra dans l'armée de l'air israélienne, qui souffrit pour la première fois d'une sévère douleur dentaire dans la région antérieure mandibulaire. La douleur est apparue lors de la descente d'un vol commercial entre Tel Aviv et Sydney dont la cabine était pressurisée à 7000ft. La douleur cessa trois jours plus tard sans l'intervention d'un chirurgien-dentiste. Le patient ne prit aucun traitement et la douleur ne se réitéra pas lors du vol retour.

Le pilote consulta un mois après l'apparition de la douleur. A l'examen la dent et les tissus environnants étaient asymptomatiques, pas de poches parodontales et aucune mobilité de la dent. On ne put reproduire la douleur avec les méthodes cliniques habituelles : percussion, palpation gingivale, test au froid, au chaud ou stimulus électrique. Par ailleurs ces tests révélèrent que la dent 31 (première incisive inférieure gauche) était non vitale.

Une radiographie rétro-alvéolaire (photo C) fut réalisée et elle montra une calcification du canal pulpaire de la racine ; une image radio claire de type kyste était également présente autour de l'apex de la dent.

Un diagnostic clinique de parodontite apicale due à une nécrose pulpaire de la 31 était établi.

Photo C: Radiographie rétro-alvéolaire 31



Fig. 1. An X-ray image of the front lower teeth. The first left incisor has a calcified root canal and a peri-radicular cyst-like lesion.

(10. Zadik Y. Barodontalgia due to odontogenic inflammation in the Jawbone. 2006)

5.3.2 Diagnostic différentiel

Lorsque l'examen dentaire ne permet pas d'identifier l'étiologie des douleurs, une consultation médicale doit être menée afin de rechercher les autres étiologies.

Lorsque les douleurs proviennent des molaires maxillaires, dont les racines sont en contact étroit avec le plancher des sinus maxillaires, la possibilité d'une sinusite barotraumatique doit être évoquée.

En effet, Holowatyj (11) a étudié un patient qui présentait des douleurs, durant un vol commercial et un entraînement avec un jet, dans la zone infra-orbitaire gauche et également au niveau de la canine maxillaire gauche et de la première molaire maxillaire gauche. Aucune pathologie dentaire n'était présente, le patient souffrait d'une congestion du sinus maxillaire gauche dont la douleur se répercutait au niveau de la canine et de la molaire.

De même, lors de l'analyse de 28 cas de barodontalgies, Kollmann a mis en évidence une sinusite maxillaire comme étiologie chez 2 patients.

Il faut bien retenir que la sinusite barotraumatique se distingue de la barodontalgie car elle se produit dans 90% des cas lors de la descente.

Les autres diagnostics différentiels moins fréquents :

- douleur de l'articulation temporo-mandibulaire
- pathologie salivaire
- névralgie faciale

5.3.3 Fréquence de survenue des barodontalgies

L'incidence des barodontalgies chez le personnel navigant varie selon les auteurs (7) de 0.26% à 9% avec une prévalence plus importante chez les pilotes de chasse que chez les pilotes d'hélicoptère ; les pilotes de transport viennent en dernier.

Une étude rétrospective menée par l'US Air Force en 1946 dans Bureau of Medicine and Survey News, chez 12000 sujets ayant subi des tests de décompression, a montré une incidence des barodontalgies de 1,63%. Harvey quant à lui reporte une incidence de ces douleurs de 0,8% sur une population de 5711 personnes soumises à des tests de décompression.

Gonzales, Santiago, Mdel et al ont mené une étude en Espagne entre 1995 et 2000 sur 506 patients faisant partie du personnel navigant dans l'armée de l'air (Mando Aéro del Estrecho, MAEST). Les résultats ont révélé une incidence des barodontalgies de 2,4% durant les vols. (12)

Sipahi et Al. en 2007 ont montré une prévalence des barodontalgies de 0,3% sur 10651 vols en Turquie. (13)

Zadik en 2007 a révélé une incidence de 8,2% sur 331 pilotes israéliens. (8)

L'étude menée en Israël n'a mis en évidence aucune différence d'incidence des barodontalgies entre les pilotes d'hélicoptère non pressurisé, les pilotes d'avion de chasse semi-pressurisé et les pilotes de transport pressurisé (respectivement 8,0%, 9,0% et 7,0%). (13)

Aujourd'hui l'incidence des barodontalgies durant les vols n'est que légèrement inférieure à celle de la première moitié du XX^{ème} siècle et ceci en dépit de la présence de cabine pressurisée, de la qualité des soins dentaires et de l'amélioration de la prévention et de la santé bucco-dentaire de la population.

La NASA estime qu'au moins 20% des pilotes de chasse ressentent des barodontalgies au moins une fois dans leur carrière. (14)

En 2006, Al-Hajri et Al-Madi ont montré que 49,6% des 135 pilotes de chasse avaient été sujets au moins une fois à des barodontalgies dans leur carrière.

Nous voyons donc qu'il apparaît de grandes disparités de prévalence des barodontalgies en fonction du type d'étude réalisée. D'une part la NASA et l'étude menée par Al-Hajri au Koweït recherchent le pourcentage de pilotes ayant déjà ressenti une barodontalgie (20% et 49,6% respectivement). D'autre part les études menées en Turquie, en Espagne, en Israël et aux USA ont mis en évidence les taux de barodontalgies en général pour 1000 vols.

Il en résulte donc que lorsqu'une incidence de 0,3% est donnée pour l'armée de l'air turque, les auteurs traduisent cela par le fait que 3 barodontalgies surviennent tous les 1000 vols.

Il faut également prendre en compte le fait que les pilotes sous-déclarent la survenue de ce type de symptômes afin de ne pas perdre leur aptitude au vol.

En résumé, ceci indique que si l'incidence des barodontalgies reste faible (entre 1 et 90 cas pour 1000 vols), le nombre de vols par pilote au cours d'une carrière est suffisant pour que la prévalence de ces douleurs soit importante puisque 20% à 50% des pilotes éprouvent ces douleurs au moins une fois dans leur carrière aéronautique.

5.4. Fractures dentaires et fractures des restaurations

Il y a 3 facteurs environnementaux relatifs à la haute altitude susceptibles de causer des fractures des restaurations dentaires pendant les vols :

- les variations de la pression atmosphérique et la présence d'une bulle d'air au sein de la restauration mais il y a peu de données scientifiques.
- une augmentation du taux d'oxygène par inhalation d'oxygène pur pourrait entraîner une corrosion électrochimique de l'amalgame dentaire.
- Les basses températures et l'oxygène froid inhalé pourraient entraîner des différences de contraction thermique entre l'amalgame et la dent pouvant aller jusqu'à 2,5 fois.

Calder et Ramsey (6) étudièrent dans les années 1980 les effets des variations de pression atmosphérique en caisson sur dents extraites. Ils ont fait subir une pression de 1035kPa pendant 2 minutes sur 86 dents.

5 dents ont subi des fractures. Elles comportaient des amalgames avec des hiatus important et des caries sous jacentes.

Les 81 dents restantes intactes présentaient soit aucune obturation avec des caries ou une obturation satisfaisante.

Jusqu'à aujourd'hui il s'agit de la seule étude publiée sur les fractures dentaires relatives à la haute altitude.

Calder et Ramsey ont donc défini le terme d'**odontocrexis** pour décrire la détérioration physique d'une dent avec une obturation défectueuse consécutive au changement de pression atmosphérique.

Zadik (16) a étudié 2 cas sur ce sujet :

- le premier était un homme de 21 ans qui expérimenta un simulateur d'avion en caisson hypobare pour la première fois avec une altitude maximale de 25000 ft. A la descente, il ressentit une douleur à l'oreille gauche; une otite barométrique fut diagnostiquée. Puis il eu une douleur dentaire en haut à gauche (secteur 2). Cette douleur était toujours présente une semaine après le simulateur ; la consultation dentaire révéla un amalgame fracturé sur 26 (1^{ère} molaire supérieure gauche) avec une carie sous jacente (Photos D et E). Un hydroxyde de calcium et un nouvel amalgame furent mis en place et le patient ne ressentit plus aucun symptôme. A noter que le patient ne présentait pas de bruxisme ni de désordre occlusal.
- le second cas est un pilote d'hélicoptère de 41 ans de l'armée israélienne qui, lors d'un vol à une altitude de 18000 ft en condition non pressurisée, a ressenti une fracture dentaire en haut à droite (secteur 1) mais avec aucune douleur associée. La consultation dentaire révéla une fracture de la cuspide disto-palatine de la 17 (2^{ème} molaire supérieure droite). La dent présentait un amalgame avec une carie sous jacente importante et répondait positivement au test de vitalité. Le pilote dit ne présenter aucune parafunction et les surfaces occlusales n'en présentaient aucun signe. Un hydroxyde de calcium et un amalgame furent mis en place et le pilote continua sa carrière militaire sans symptômes dentaires.

Dans les deux cas, des lésions carieuses ont été retrouvées sous des amalgames. Ces observations corroborent avec l'étude de Calder et Ramsey sur le fait que lors de variations de pression atmosphérique, les fractures dentaires ou des restaurations se produisent seulement lorsque la dent présente une restauration défectueuse avec une carie sous jacente.

Photo D : fracture de l'amalgame sur 26

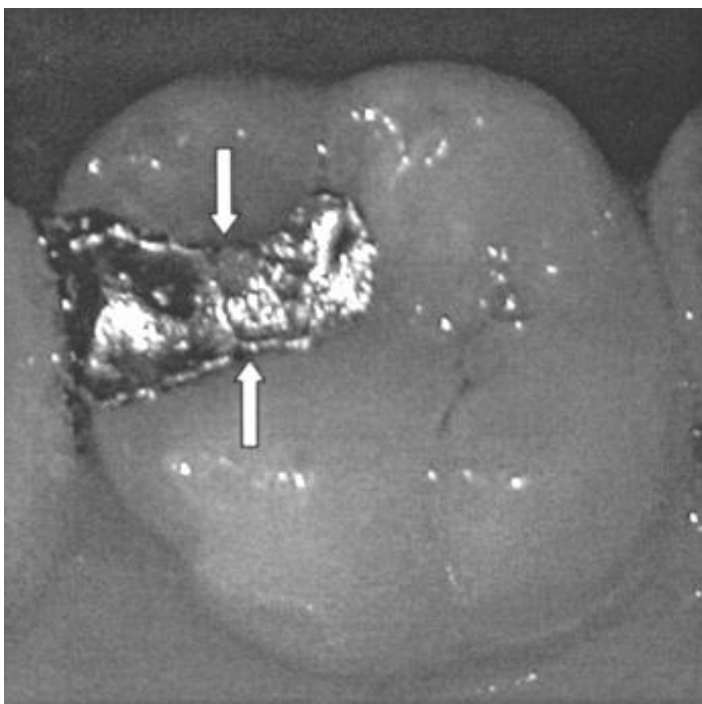
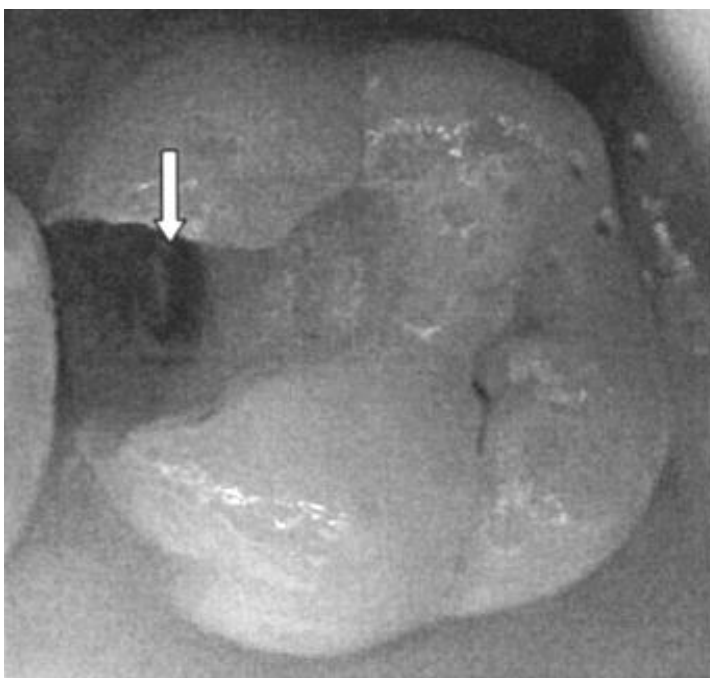


Photo E : Carie sous jacente sur 26



(Zadik Y Dental fractures on acute exposure to high altitude. 2006)

5.5. Effets sur la rétention des prothèses

5.5.1. Prothèse conjointe

Les variations de pression au niveau des bulles d'air microscopiques contenues dans les ciments de scellement des prothèses conjointes (couronnes, bridge, etc.) peuvent entraîner une diminution significative de la rétention de ces dispositifs prothétiques par fissuration allant jusqu'au descellement. Ceci est spécialement vrai si le ciment utilisé est à base de phosphate de zinc, un peu moins pour les ciments verre-ionomère et pas du tout pour les ciments résines.

Lyons et coll. (17) ont étudié les effets de modifications cycliques de la pression atmosphérique (jusqu'à 3 atm) sur la rétention de couronnes scellées sur dents extraites. Un nombre significatif de couronnes scellées avec des ciments à base de phosphate de zinc ou de ciments verre-ionomère présentait une diminution de leur rétention (respectivement 90% et 50%). Par contre, aucune diminution de la rétention n'était à noter au niveau des couronnes scellées avec des ciments résines. Des micro-fissures étaient visibles au niveau de tous les ciments à base de phosphate de zinc ou de ciments verre-ionomère, aucune n'était visible au niveau des ciments résine.

5.5.2. Prothèse amovible

Selon Snider et coll. (18), la rétention des appareils amovibles peut également être diminuée lors de diminution de la pression atmosphérique, spécialement pour les appareils complets maxillaires. Les variations de pression auraient un impact beaucoup moins important au niveau de la rétention des appareils amovibles mandibulaires où une diminution de pression de 70% entraînerait une diminution de la rétention de 50%. Nous utilisons le conditionnel ici car il n'y a aucun consensus à ce sujet et les travaux sont peu nombreux.

6. Prévention et traitements des barotraumatismes dentaires.

Les pilotes civils avec le personnel navigant et plus spécifiquement les pilotes militaires constituent une population soumise à des contraintes qui vont nécessiter une pratique de l'odontologie adaptée.

Cette dentisterie comporte des principes de prévention et de traitements spécifiques associés à des restrictions de vol de durée variable en fonction des pathologies bucco-dentaires et des soins réalisés.

A noter que cette pratique est déjà effective au sein des armées américaine, australienne, indienne et israélienne.

6.1. Prévention

Il semble désormais que l'incidence des manifestations dentaires dues à des changements de pression ait légèrement diminué, comparée à celle rapportée durant la première moitié du XX^{ème} siècle. Ceci est la conséquence de la pressurisation des aéronefs, de l'augmentation des standards de qualité en dentisterie et de l'amélioration globale de la santé bucco-dentaire des populations durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle.

Du fait de la nature même de son travail (décalages horaires, prises alimentaires erratiques), le personnel navigant civil et encore plus militaire est plus enclin à consommer des encas hautement énergétiques et des boissons sucrées. De plus, du fait de l'irrégularité de leurs heures de travail et des décalages horaires, l'hygiène bucco-dentaire est souvent négligée chez le personnel navigant. Les chirurgiens dentistes et les médecins ont donc la responsabilité de l'éducation de leurs patients sur l'importance de cette bonne hygiène.

La prévention semble être le maître mot dans le cadre de la diminution du risque de survenue des barodontalgies. Zadik (3) indique que la faible prévalence de ces douleurs

dentaires en altitude au sein de l'armée israélienne est le résultat de contrôles dentaires réguliers avec une vérification périodique de la vitalité pulpaire et un examen rigoureux de clichés panoramiques dentaires.

La NASA (5) a mis en place un suivi spécifique de son personnel destiné aux vols spatiaux avec des soins attentifs notamment dans le cadre de protection de la pulpe dentaire lors de la réalisation de restaurations profondes. Ceci s'est traduit, jusqu'à ce jour, par l'absence totale de barodontalgies au cours des vols spatiaux.

6.2. Traitements

La plupart des guides de bonnes pratiques publiés (3,7,12,13,14) jusqu'à ce jour décrivent une approche beaucoup plus interventionniste de la prise en charge des pathologies buccodentaires chez le personnel navigant qu'au sein de la population en général.

Mais nous ne sommes plus au temps de la deuxième guerre mondiale où il était recommandé d'extraire toutes les dents dépulpées du personnel navigant.

6.2.1. Odontologie restauratrice

Une attention particulière doit être portée aux obturations défectueuses. En pratique quotidienne, la présence d'une restauration non étanche sans risque d'évolution de la lésion vers la pulpe ne présente pas de potentiel de complication particulier. Toutefois comme le suggère Sognnaes (19), il semble que de telles lésions représentent une réelle source de complications potentiellement algiques, notamment de fractures dentaires. Ces obturations défectueuses doivent être systématiquement traitées chez le personnel navigant.

Le traitement des caries profondes par coiffage pulpaire direct est à proscrire chez le personnel navigant.

Après le curetage du tissu carieux, le praticien doit veiller à l'absence totale de dentine ramollie puis mettre obligatoirement un fond de cavité (par exemple un verre-ionomère) avant la pose du matériau de restauration définitif.

6.2.2. Endodontie

Un traitement endodontique sera réalisé chaque fois qu'une atteinte pulpaire est suspectée.

Lors de variations de pression, un canal radiculaire ouvert et non obturé peut entraîner la survenue d'un emphysème de la face ou la fuite du contenu intracanalair dans le péri-apex (20).

Lorsqu'un traitement endodontique est réalisé en plusieurs séances, le praticien doit veiller à la rétention de son pansement provisoire et avertir le patient de consulter dès que son pansement se détériore (7).

6.2.3. Traitements prothétiques

Suite à l'étude de Lyons et coll. (17) sur les effets des modifications cycliques de la pression atmosphérique sur la rétention de couronnes scellées sur des dents extraites, il apparaît que le scellement de la prothèse conjointe doit être réalisé à l'aide de ciment résine.

Il est important de noter que les problèmes liés à la diminution de la rétention des appareils amovibles ne concernent que le personnel navigant civil. En effet l'instruction ministérielle numéro 800 relative à l'aptitude médicale aux emplois du personnel navigant des forces armées françaises précise que le port de prothèses amovibles n'est plus admis.

6.3. Restriction de vol

Le médecin traitant et le chirurgien dentiste doivent s'assurer de l'application des règles de restrictions de vol consécutif aux soins dentaires, surtout lors de soins dentaires réalisés en milieu civil. Citons quelques exemples :

- Une interdiction de vol de 8 heures après une anesthésie locale ; des procédures anesthésiques plus compliquées (loco-régionales) nécessiteront une période de restriction plus longue.
- Un pilote pour qui un traitement endodontique s'impose doit être exempté de vol, du moment où la thérapeutique endodontique est décidée jusqu'à l'accomplissement complet du soin. Le pilote pourra de nouveau voler seulement 24 heures après que les derniers symptômes liés au traitement endodontique aient disparu.
- Après une extraction dentaire, une restriction de vol de 48 heures est un minimum. En effet des modifications de pression dans les heures qui suivent une extraction dentaire peuvent entraîner des saignements importants consécutifs au rejet du caillot. Quant à l'œdème post-opératoire, il peut gêner la mise en place du casque chez les pilotes. (14)

7. CONCLUSION

La barodontalgie est un symptôme dont la physiopathologie est encore largement méconnue. Elle apparaît lors de changements de pression atmosphérique au niveau de dents présentant des pathologies pré-existantes (carie, pathologie péri-apicale ,etc.) et/ou des prédispositions (restaurations profondes, défectueuses, traitements endodontiques incomplets, etc.).

La fréquence de survenue des barodontalgies reste difficile à estimer tant les variations sont importantes selon les auteurs (de 1 à 90 cas pour 1000 vols selon les auteurs). Par ailleurs, du fait du grand nombre de vols effectués par chaque pilote, on peut estimer qu'au moins un pilote sur cinq sera victime de barodontalgies au cours de sa carrière aéronautique.

Les pilotes d'hélicoptère et les pilotes de chasse sont particulièrement concernés par les barodontalgies. L'intensité de la douleur est souvent suffisante pour altérer leurs performances et la sécurité des vols.

Aucune étude n'a été menée sur le personnel navigant civil. La probabilité de survenue des barodontalgies reste plus faible compte tenue de la pressurisation des aéronefs et de leurs manœuvres beaucoup plus lentes. Cependant elles ne sont pas inexistantes comme le prouve l'étude de cas du Dr Zadik où le pilote d'hélicoptère militaire souffre d'une barodontalgie de classe 4 (pathologie péri-apicale) lors d'un vol commercial.

Douleurs invalidantes, conséquences opérationnelles potentiellement importantes, identification de la dent causale et plus généralement pose du diagnostic difficile, autant d'éléments qui doivent nous pousser à prendre le problème en amont à travers la prévention des barodontalgies. Cette prévention passe par la mise en place d'un concept de dentisterie aéronautique et aérospatiale avec:

- des examens périodiques visant notamment à vérifier la vitalité pulpaire, assortis d'un bilan radiographique annuel (clichés rétro-alvéolaires),
- une éducation des patients par les chirurgiens-dentistes sur l'importance de l'hygiène bucco-dentaire,

- un choix thérapeutique adapté au personnel navigant et aux contraintes aéronautiques (protection pulpaire, choix des ciments de scellements pour les couronnes, proscrire les coiffages pulpaire direct, etc.),
- une bonne application des restrictions de vol suite à certains soins dentaires.

Cette dentisterie aéronautique souffre d'un manque d'étude notable, plus d'attention devrait lui être consacré puisqu'elle permet la disponibilité opérationnelle de nos pilotes bien au-delà de la prévention du risque de survenue de barodontalgies. Cette discipline va être approfondie dans les années à venir en raison d'une ouverture au public à l'aérospatiale et aux contraintes physiques inhérentes.


BIBLIOGRAPHIE

1. **Verdalle P, Morvan JB.** Barotraumatismes sinusiens. EMC-Oto-rhino-laryngologie Vol 8 n°1 fevrier 2013
2. **Tarun K Gaur, Tarun V Shrivastava.** Barodontalgia : a clinical entity. J Oral Health Comm Dent 2012 ; 6 (1) 18-20
3. **Zadik Y.** Aviation dentistry : current concepts and practice. Br Dent J 2009 ; 206 :11-6
4. **Roland Robichaud, Mary E. McNally.** Barodontalgia as a differential diagnosis : symptoms and findings. J Can Dent Assoc 2005 ; 71(1) : 39-42
5. **NASA.** NASA dental program for manned space flight. N74-76113 00/99 47596 Unclassified.
6. **Harvey W.** Tooth temperature with reference to dental pain while flying. Br Dent J 1943 ; 75 : 221-8
7. **Gunepin M , Audoual T , Derache F , Zadik Y.** Prise en charge buccodentaire du personnel navigant : importance du concept de dentisterie aéronautique. EMC-Medecine bucaale Volume 7 n°2 avril 2010
8. **Zadik Y.** Barodontalgia. J Endod 2009 ; 35 : 481-5.
9. **Morlang WM.** Dental considérations in Aerospace médecine. Fundamentals of Aerospace médecine. Fourth Editions. 2008 ;447-452
10. **Zadik Y.** Barodontalgia due to odontogenic inflammation in the Jawbone. Aviat Space Environ Med 2006 ;77 :654-7
11. **Holowatyj R.** Barodontalgia among flyers : a review of seven cases. J Can Dent Assoc 1996 ; 62(7) :578-84
12. **Gonzales-Santiago MM, Martinez-Sahuguilo-Marquez A, Bullon-Fernandez P.** Incidence of barodontalgia and their relation to oral/dental condition in personnel with responsability in military flight. Med Oral 2004 ; 9 : 92-105

13. **Zadik Y.** Barodontalgia : what have we learned in the past decade ? Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010 ; 109 : e65-e69
14. **Gunepin M, Audoual T, Derache F.** Barodontalgies en milieu hypobare. Implications en dentisterie aéronautique militaire. Medecine aéronautique et spatiale 2010 ; 51 36-29
15. **Calder IM, Ramsey JD.** Odontocrexsis. The effects of rapid décompression on restored teeth. J Dent 1983 ; 11 : 318-23.
16. **Zadik Y, Einy S, Pokrov R, Bar Dayan Y, Goldstein L.** Dental fractures on acute exposure to high altitude. Aviat Space Environ Med 2006 ; 77 : 654-7
17. **Lyons KM, Rodda JC, Hood JA.** The effect of environmental pressure changes during diving on the retentive strength of different luting agents for full cast crowns. J Prosthet Dent 1997 ; 78 : 522-7.
18. **Snyder FC, Kimball HD, Bunch W, Beaton JH.** Effect of reduced atmospheric pressure upon rétention of dentures. J Am Dent assoc 1945 ;32 :445-50
19. **Sognnaes RF.** Further studies of aviation dentistry. Acta Odontol Scand 1946 ;55 : 5-12
20. **Zadik Y.** Dental barotrauma. Int J Prosthodont
21. **Wilmore, Costill and Kenney.** Physiology of sport and exercise. 4th edition. 2008
22. Alaska air medical escort training manual. Stresses of Flight. chapter 6. Patient care and comfort. Fourth edition. Page 100.
23. **Weiner,** Barodontalgie: caught between the clouds and the waves 2002.
24. **O. Coulet, P. Louge, J.-A. Joseph, R. Derkenne, M. Tomasi, M. Gal, M. Kossowski,** Otopathies dysbariques, [20-184-C-10] - Doi : 10.1016/S0246-0351(10)55846-X, 2010

		N° 2013 LYO 1D 070
KOEHRER Alexis – Les barotraumatismes dentaires en milieu hypobare (Thèse : Chir. Dent. : Lyon : 2013.070) N°2013 LYO 1D 070		
<p>Lors de déplacements en avion, les variations rapides de pression barométrique, ajoutées à un terrain bucco-dentaire prédisposant, sont susceptibles d'entraîner des barotraumatismes dentaires qui prennent le nom de barodontalgie lorsqu'une douleur est associée.</p> <p>L'étiologie de ces douleurs a été longuement recherchée et plusieurs hypothèses ont été formulées. Le faible nombre d'études menées, seulement au sein de structures militaires, présentent des résultats aux variations considérables, mais on peut estimer qu'un pilote sur cinq sera victime de barodontalgie au sein de sa carrière; ceci altérant sa concentration et par conséquent la sécurité de son vol et de sa mission.</p> <p>Une classification des barodontalgies a été créée par la Fédération Dentaire Internationale afin d'aider les praticiens dans la recherche de l'étiologie mais le diagnostic reste souvent difficile à élaborer. La mise en place d'un concept d'odontologie aéronautique doit nous permettre d'agir en amont par la prévention de ces barodontalgies. Le choix thérapeutique doit être adapté au personnel navigant, tant au niveau des soins conservateurs et endodontiques que prothétiques. Après ses soins, le chirurgien dentiste doit veiller à l'application des règles de restrictions de vol.</p>		
<u>Rubrique de classement :</u>		ODONTOSTOMATOLOGIE MALADIE PROPROFESSIONNELLE
<u>Mots clés :</u>		- Pression atmosphérique - Barodontalgie - Dentisterie aéronautique
<u>Mots clés en anglais :</u>		- Atmosphéric pressure - Barodontalgia - Aeronautical Dentistry
<u>Jury :</u>	Président : Assesseeurs :	Monsieur le Professeur Guillaume Malquarti Madame le Docteur Marion Lucchini Madame le Docteur Béatrice Richard <u>Madame le Docteur Emilie Besançon</u>
<u>Adresse de l'auteur :</u>		Alexis KOEHRER 8 rue Audra 21000 DIJON



 06 01 99 75 70

contact@imprimerie-mazenod.com

www.thesesmazenod.fr