



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints> ID : 12083

**To cite this version :**

Sériot Paul. *Indications de la technique de coblation en chirurgie des tissus mous*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2014, 130 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@inp-toulouse.fr).

# INDICATIONS DE LA TECHNIQUE DE COBLATION EN CHIRURGIE DES TISSUS MOUS

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**SEROT Paul**

Né, le 9 Août 1987 à Toulouse (31)

---

**Directeur de thèse : Mme Patricia MEYNAUD-COLLARD**

---

## JURY

PRESIDENT :

**M. Paul BONNEVIALLE**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

**Mme Patricia MEYNAUD-COLLARD**  
**Mme Sophie PALIERNE**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



**Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt**  
**ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

**Directeur** : M. Alain MILON

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 1° CLASSE**

- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*

**PROFESSEURS 2° CLASSE**

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

**PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

#### **MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

#### **MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)**

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
- M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
- Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mlle **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
- Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
- M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

#### **MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS**

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
- Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*

#### **ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS**

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*





# Remerciements

## À notre président de thèse,

### **À Monsieur le Docteur Paul Bonneville**

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Chirurgie orthopédique et traumatologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, qu'il reçoive ici nos hommages respectueux.

## À notre jury de thèse,

### **À Madame le Docteur Patricia Meynaud-Collard**

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Pathologie Chirurgicale

Qui nous a fait l'honneur de nous confier ce travail et de nous guider dans sa réalisation, pour sa patience et sa disponibilité, qu'elle en soit ici remerciée.

### **À Madame le Docteur Sophie Palierne**

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Pathologie Chirurgicale

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse, qu'elle reçoive ici nos plus sincères remerciements et toute notre reconnaissance.



## À ma famille,

**À ma mère,** pour sa compréhension, sa patience et son amour, mais aussi pour sa certaine démesure et son brin de folie. Pour son absence de jugement et pour me guider dans les choix les plus rudes. Pour ta tendresse. Pour son réconfort les dimanches soirs de prépa et pour m'avoir porté à bout de bras parfois. Pour sa capacité à sauter du coq à l'âne sans comprendre ce que veut la poule. Sans qui je n'en serais pas là #1

**À Nicole,** ma marraine, ma deuxième mère, pour sa présence depuis mon enfance toujours à mes côtés, pour son côté maternel, et l'ensemble de ses tartes, quiches, tourtes, bonbons.... Mamie gâteau ;) Je garde la facture pour plus tard ☺. Pour ses règles de grammaire, et son éducation dans le droit chemin comme dans les chemins sombres du canard enchaîné et du chant... Sans qui je n'en serais pas là #2

**À Pierre,** mon frère et chef de famille dans les moments difficiles. Ta capacité à se foutre de moi-même pendant les mawashi-geri coup de pied circulaire. Mon modèle d'humour à toute épreuve. **À Antoine** et nos disputes incroyables quand j'étais enfant. Pour nos secrets de famille et tous ces souvenirs à Rosas et Fajolles. Pour le caprabo miam miam et toutes nos expressions. Je vous aime très fort, tous les deux. Agadou fwer fwer ! Trop deg, je pars à Biarritz ;)

**À mes (belles-)sœurs Céline, Emilie.** Pour toutes ces confidences et ces moments mémorables depuis des années. Gogogo, elle est pas un peu vieille ? Pour nos bijoux de famille. Pour toutes ces coiffures... Je vous ai mené la vie dure, mais j'ai toujours trouvé en vous deux sœurs. Je vous aime

**À Louis, Mathilde et Luce** la nouvelle génération qui promet tant. Nous serons je l'espère de supers Tatons ;) En essayant d'être un modèle pour certains, mais pas trop pour d'autres ;)

**À mon père,** là-haut et malgré nos désaccords, je t'estimerai toujours beaucoup. J'espère que tu es fier de moi, même si, par principe, il ne faut pas le reconnaître. Et pour le côté « Grande scène du III » et le caractère léonin que tu m'as légué

**À Christian,** mon père de substitution, **à Odile,** ma troisième mère, et **à Léa,** ma sœur. Et à Pancho, Paco, Salsa, Eva la joggeuse, Rocco roscopoto, Mia la glotonne et toute la ménagerie d'Esmes... Pour tous ces innombrables souvenirs fabuleux de mon enfance et adolescence. Merci de m'avoir accueilli et élevé au sein de votre famille. Vous faites partie de moi

**À Sandrine.** Qui m'a tant appris. Merci pour cette leçon de danse, mais surtout cette leçon de vie. Pour ton éducation. Je resterai fan à jamais

**À Mifa, Serge, Yann et Fred.** Pour votre accueil formidable et fraternel dès le départ. A ces débats politico-socialo-humouristiques (oui le clown, c'est de toi que je parle ☺) Je me suis tout de suite senti chez vous comme chez moi ! Pour la vie ? ☺

**À la famille Huet,** mes cousins, mes oncles et tante, sans qui je ne serai pas qui je suis. Merci de m'avoir donné ce foie, et cette passion de la fiesta, fêtard dans le sang... À nos cousinades et Noël d'hiver et d'été

**À Rosas, à Fajolles, Esmes et même à Castelnau,** pour tous ces supers moments de fiesta, détente, calme, sérénité, tous ces supers souvenirs d'enfance

## À Franck,

Pour ton amour et pour le quotidien. Pour nos moments de bonheur comme pour nos prises de tête. Pour ta (mauvaise foi)<sup>1000</sup> et ton caractère... Pour tous ces supers moments passés, présents et à venir. Je t'aime plus que tout. Et pour toutes les émotions (trop !) tout au long de nos aventures. Pour la vie ?! ☺ pas toujours rose... Sans qui je n'en serais pas là #3

## À mes deux amies éternelles

Mes vraies amies. N'oubliez pas ma proposition du 9 août 2013 au Wallace ;)

À ma **K-ro**, Kluft, parce qu'on se ressemble tellement. Pour tout ce que je ne t'ai pas donné, pour ton absence de jugement à mon égard, parce que je peux tout te dire, et parce que je n'ai plus besoin de rien te dire. Et pour ta 2<sup>nd</sup>e place.

À ma **Sandra**, ma partenaire pour la vie. Pour nos longues heures au téléphone, et à nos discussions sur des détails. Pour nos moments de danse et de complicité à la scène comme à la ville. Merci d'avoir été là dans les plus durs moments.

## À mes amis danseurs

À **Lucile**, ma luciole. Même si tu ne comprends rien à mes exercices, et que tu me fais rire tout le temps, merci d'être là. Pour tous ces souvenirs de soirées, de vacances, de spectacles, et pour ta psychorigidité dans le rangement et les décomptes ;)

À **OBSLO-Emmanuelle** qui me comprend très bien et qui a une place importante dans mon cœur. 35% de 50€ ? Pour giselle, Diamant, Carmen et tous les souvenirs de scène et de répétition...

À **Tiphaine**, pour ces longues discussions dans le jacuzzi. Pour ces incompréhensions mais surtout ces souvenirs et trips mémorables. Pour ta présence quand ça n'allait plus

À **Angelica**, et à ses confidences en boîte. Pour ta passion de la danse et tes recherches capillaires. Pour ton style et sa famille adorable.

À **tous mes élèves de l'école de danse**, passés, présents et à venir. Je vous adore. Nul, bons, motivés, glandeurs, techniciens, artistes, musicaux, complètement à l'ouest....vous me faites grandir à chaque cours.

À **Hugo**, mon mini-moi. J'espère te pousser au meilleur de toi-même malgré ce caractère bien trempé. Qui a dit mini-moi ?!

À **Jade** (ma préférée^^), **Sandra**, **Lucile**, **Anne-Marie**, **Maryline**, **Agathe**, **Gaëlle**, **Emma**....Je suis fier de vous-même si on rigole un peu trop parfois ! Opposition des membres

À **Ivannie** (ma petite sœur) **Sarah De**, **Sarah Du**, **Adélaïde**, **Sylvia**, **Naïma**, **Florine**, **Eve-Marie**, **Michèle**... Merci pour toutes ces années de danse en votre compagnie.

À **Elsa**, **Manon**, **Matthieu**, **Yuka**, **Virginie**, **Andie**, **Pab**, **Camille**, **Pauline**, **Isabelle Maylis**, **Maeva**, **Jennifer**, **Fabio**, **Florent**, **Germain**, **Lou**.... À tous les fabuleux danseurs professionnels que j'ai eu la chance de côtoyer entre le CNSM, l'Opera, Mezzo Ballet, et autres stages et concours. Peut-être que je regretterai toujours votre vie, mais en attendant je vous admire ! Merci pour votre gentillesse et votre accueil. Pour tous ces supers souvenirs

À **Silvia**, **Marion**, **Hajiba**, **Anne-Charlotte**, **Emmanuelle**, **Caroline**, **Manon**, **Lucas**, **Sylvain**, **Guillaume**, **Sacha**, **Aurélien** pour cette année de fou, une incartade de rêve au milieu de mes études. J'ai troooooo kiffifféééé. Pour *In memoriam*, véritable cadeau

## À mes amis étudiants vétérinaires,

À **Ghju**, Gùu, ma corse préférée, « tu peux me passer le sel (?)! » Pour ces soirées mémorables à appeler les CO ;), Tu n'as qu'un défaut (mis à part to caractère ☺) habiter si loin ! Pour le Get.

À **Florence**, que j'admire tant, même si tu ne comprends rien ;) . Pour tes clés, et nos discussions orientées, nos confidences. Pour nos mariages....

À **Benoit**, de l'autre côté de l'Atlantique. Qui reste un grand frère même si trop loin. Pour ton tableau de chasse et ta renommée en privé

À **Kevin**, parfois trop aigri ;) Pour nos discussions diverses et variées. Pour aux nuits chaudes de Toulouse et froides de Nantes. Tu vas bien dormir au Canada ;)

À **Angel**, mon équivalent « véto-danseuse » Erasmus. Pour toutes ces rigolades « kirikiri ». Pour ces moments de danse en salle de soin

À **Marie**, partie si loin. Tu nous manques. Ma chagasse de boom, ~~en radio~~ sur le bar avec moi !

À **Solène** (Fériiaaaaa \*blorp\*, les jupes et les chachous), **Catrol** (à quand le board canine / bovine / labo / onco....tu n'as « pas d'excuses », pour tes vomis et ton retard de révisions) **Katy** (le monument), **Isabelle** (Dr Princesse), **Mamélie**, **Auréline**, **Anne-Lise**, **Tiff**, **Dani**, **Audrey**, **Alex** (la 15<sup>ème</sup> pute) Ce groupe avec qui j'ai passé 3 supers années. Merci pour votre accueil quand je vous étais inconnu. Pour ces booms, soirées, intégration, révisions, examens...tranches de vies...

À **Julie**, la noiraude, Jacob, pour ces questions de style et ces remarques people. Pour ces soirées arrosées. Pour Britney. À **Morgane**, **Julie**, **Sandra**, **Maud**, **Céline**, les **ElsaS**, **Guigui**, **Guillaume**, **Robin**, **Bala**, **Laeti**, **Chloé**, **Popo**...et toute ma promo avant césure

À **Floutre**. Un de mes jumeaux maléfiques ;-). Prends soin de toi. Mais continue de t'éclater

À **Romain**, qui va me manquer. Profite bien, et n'aies pas peur de devenir qui tu es ;)

À **Guillaume** (ses jambes et son..., pour nos soirées de boom), **Hugo** (pour ces questionnements et remarques acerbes), **Antoine** (pour sa barbe, sa langue...)...nos chouchouxXxx

**Aux gens de ma promo**, bande de fêtards motivants et motivés : À **Céline**, **Aude**, **Marion**, « Et bAaAaanjour » « En vous remerciant » pour ces très bons moments. « Remove sample now ». **A Boris**, **Bla**, **Alexis**, **Charles**, **Soai**, **Marion**, **Elodie**, **Agnès**, **Zbik**, **Alexia**, **Lili**, **Julien**, **Arnold**, **Anna**, ...

À **Raph'**, **mimix**, pour ces deux années de prépa. Et à **Ximun**, **Vincent et Touchy**, mes compagnons d'internat qui m'ont fait...survivre pendant 2 ans. Nos vies nous ont éloignés, mais j'ai des souvenirs géniaux avec vous. **A Perle**, **Cécile**

À **mes docteurs**, **Romain**, **Camille**, **Thomas**, **Amandine**, **Aude**, ...pour avoir été à mon insu un poulot Tecktonik et un poulot Lulu indigne

À **mes deux années de poulots** : La première fêtarde : **Julien** (et ses bourses), **Adjo**, **Bambam** (c\*! ! 31 !), **Pierre**, **Steve**, **Lucie**, **Max**, **Manon**, **Laurène**, **Lise**, **Léna**, **Thomas**, **Fanny**, **Jeff**, **Thibault**, **Mathieu**, **Antoine**, **Colette**, **Quentin**, **Romain** ...encore merci pour ce reverse « j'en bois 12\*noir\* ». Et la deuxième tout-mignon **Fabien** (**rallume le ciel, vas couvrir**), **Alizée**, **Charlotte**, **Lachatte**, **Delphine**, **Adeline**, **Alexandra**, **Lucie**,...

Aux A5 avec qui j'ai passé de supers moments en clinique cette année : **Sylvain** (et ses blagues salaces), **Clément** (le râleur, pour son amour original de la médecine. À quand l'officialisation ?), **Tony** (son humour vache, et son côté bon public avec ses potes) **Sandra**, (et ses fou-rires) **Léa** (et son rire gras), les **JulienS**, **Solène**, **Jennifer**, **Aurélien**, **Amandine**, **Alizée**, **Salim**, **Erika**, **Pauline**, **Marion**, **Myriam**, **Émilie**, **Edwina**, **Laurence**, **Audrey**, **CarolineS**, **Bibo**, **Thibault**, **Guillaume**, **Florent**, **Lucien**, **Delphine**, **Diane**, **Marine**, **Maylis**, **Erwan**, **Cynthia**, **Claudia**...

À cette grande famille qu'est l'ENVT. Merci pour ces supers années étudiantes. Ça va me manquer !

## À mes collègues et amis,

À mes co-internes, grâce à qui j'ai passé une excellente année !! Merci à **Dreydrey, SexBall, Cojones, Juju, Le Grand Dr Jolivet, La Jouss', Lecroq, Le King et le CowBoy**. Sans vous rien n'aurait été pareil. J'ai méga kiffé ☺

**Audrey**, que j'ai redécouvert et énormément apprécié. Pour nos looongues discussions, souvent orientées ;) et pour nos rigolades associées. Courage pour la suite, garde la niaque. Tu le mérites. **Maxime**, mon boubou des urg, et son chant inimitable de Rihanna. Pour ta poisse les nuits d'urg. **Florian**, le sourire de la bande, tu pollues, A ton rattrapage de l'internat ;) . Pour ta tendresse et ta bienveillance en toutes circonstances. **Julia**, et ton envie de changer le monde. Le syndicat des internes. Pour ta féminité et ta malice. **Nicolas**, pour l'ensemble des potins et gazettes depuis la création de l'ENVT. Iznogoud. Pour ton humour y compris l'autodérision. **Maxime**, pour ta tête oubliée à la machine à café, pour les perfusions les soirs de Noël, pour ta marge de progression et pour l'imagerie. **Clément**, mon chouchouuuuu des urg, et pas que. Pour les fou-rires que j'ai eu grâce à toi. #fanN°1. Pour tous les articles qu'on a pas lu mais toutes les soirées qu'on a planifié. (pas assez, jamais assez !). Et pour ta psychorigidité de principe et de ménage ;) **Marc**, une autre découverte tellement agréable ! À nos discussions les soirs de médecine. Pour tes bras si long ;) « La téquila is in the Kitchen ». Pour nos cystotomies en solo. Parce que tu n'assumes pas de préférer la chir, pour le Far West, pour ton vertige et ton incapacité à tenir l'alcool malgré tes bras

À **Iban**, mon modèle <3, à **Fixou**, pour ton soutien les soirs de boom depuis si longtemps, à **Mathieu** pour m'avoir épaulé et guidé (je suis fan ☺), à **Alexis** pour tes enseignements et à **Totor**, yé vois cé qué tou veux dire. Vous m'avez donné le goût de la chirurgie, je vous admire, vous allez terrrrrriblement me manquer pour parler « pédale » au bloc ;)

À **Elodie** (et sa cravache, virtuelle ou non, et aux nombreuses fessées...), **Virginie** (mon quasi-modèle incontesté), **Clémence** (Bonjour Dr), **Marie-Laure** (l'indécente ;)), **Laetitia** (et ses boiteries), **Maud** (Do brazeu), **David** (langue de P\*\*\*\*), **Julien, Pierre**. La tâche de me faire apprécier la médecine n'était pas évidente, à défaut j'ai passé de supers moments à vos côtés, rire, humour salace, tics et manies. Mais on lâche rien, je passe du côté obscur ;) . « En vous remerciant ;) ».

**A Armelle**, merci « maman » ;) , **Patricia, Géraldine, Cathy, Gio, Mélanie...**

À **Olivier**, pour ton soutien inébranlable ! Pour tes SMS-coups de pied au cul. QSP, et pour les sèdes achats...

À **Amélie, Framboise, Nadia, Mélusine, Marina, Séverine, Nathalie, Aynour, Audrey, Claire** pour égayer mon quotidien de violet ;) Pour toutes ces rigolades du quotidien ! Merci de votre aide

À la clinique du champ du Roy, pour votre super accueil et les sacrés fiesta (**Marie, Valérie, Nicolas, Mélanie, Nathalie, Alexandre...**) et à bientôt je l'espère. À la clinique Saint-Pierre (**Agnès, Michel, Hervé**) où j'ai tant appris, ...et tant vécu de choses quand je n'étais qu'un tout petit qui touchait aux pinces à champs stériles ☺

**Aux futurs internes**, tout meugnons, bon courage ! Soyez soudés, et profitez, ça passe trop vite !

À **Alexis, Julien et Paul-Eric**, mes futurs collègues, on va s'éclater, je n'en doute pas. Je vais vous amener un peu de « folie » ;)

## À mes amis,

À **Ena, Virginie, Lina, Laurence, Marie, Mylène et à leurs moitiés**. Pour m'avoir accueilli comme l'un des vôtres dès le départ. Pour ces soirées, repas, mon tibia, et tous ces souvenirs et fou-rires mémorable

À **Tomtom**, qui me manque beaucoup. Pour ces sacrées java. Pour la neige, la pluie, les hôtels de nuit, l'avenue de Grande Bretagne, les rames de métro, les « piutes », les reportages, les sandwiches...

À **Claire et Jude**, futur parents. Merci d'être à nouveau présents pour moi. Je vous kiffe ☺. Et quand même....pour tes pectoraux...ah ben non ;) JudiKaël avec un C. Pour le syndrome cérébelleux.

À **Nathalie, Éric, Vincent, Bérénice et Paul** pour votre bienveillance et votre côté fiesta. Pour tous ces souvenirs avec vous

À **Milda et Emma** pour ces souvenirs de soirées, et pour notre amour du **Tomtom**

À **Annick** et son côté maternel et à **Charlotte**. Pour votre accueil dans cette baraque, lieu de souvenirs ...intenses ☺. **A Nana** et ses câlins les soirs d'orage. Au jacuzzi et à l'étang, beaucoup trop proches l'un de l'autre ;) . Oui je vois ce que tu veux dire Annnnnnick ☺

À **Stéph, Tone et leurs enfants** et à **Mandine et Chlébence** Un vrai regret, mais c'est la vie. Je vous aime fort. Profitez à fond, vous le méritez.

À **Dromain et Julie** et à la vallée des singes

À tous mes amis du collège et lycée qui me manquent tant : **Pierre, Hélène, Romain, Léa, Aurélie, Julie, Claire, Fati, Sophia, Houda, Laurène, Sarah, Suzon, Charlotte**....

À **Yannis**, pour ces 5 ans que je ne regrette pas. Pour tout ce que tu m'as fait vivre. Pour les spectacles, les soirées, le brin de folie, la démesure....de beaux souvenirs ! Sans qui je n'en serais pas là #4

À **Erra, Lara, Balthazar, Mowgly, Cadichon, Cocheese, Caporal**..... vous qui m'avez fait aimer les animaux, même si « il a voulu me mordre et il a fait HAM »

Et pour finir, les plus belles : **À mes deux grosses** filles, pour leur côté inséparable et réconfortant quand ça ne va pas....A **Falla**, la future maman (on a réussi ma grosse !) et à l'ensemble des pouics et balles qui font partie de ta personnalité. Et à **Gaia**, ma fille adoptive, le pot de colle, les croqueeeeeeettes. « Montagne ». Je vous aime !

Et à tous ceux que j'aurais oublié...milles excuses. Je suis tellement en avance ^^

# TABLE DES MATIÈRES

<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>19</b>
<b>PARTIE I : Principes généraux de la Coblation®</b>	<b>21</b>
<b>1. Technique de Coblation®</b>	<b>26</b>
a. Historique de la technique	26
b. Comportement physico-électrique	27
i. Alimentation électrique	27
ii. Relation Intensité / Tension / Impédance	28
iii. Spectrométrie – Émission lumineuse	29
c. En pratique	32
i. Ablation des tissus	35
ii. Rétraction tissulaire	35
iii. Hémostase	36
<b>2. Matériel et fonctionnement</b>	<b>37</b>
a. Le générateur	37
b. Les différentes sondes	38
i. Caractéristiques générales	38
ii. Quelques exemples	40
<b>3. Connaissances histologiques</b>	<b>46</b>
a. Profondeur des lésions	46
b. Effets du temps d'application et de la puissance	47
c. Influence sur la cicatrisation	47
d. Comparaison avec d'autres techniques	50
<b>4. Avantages et inconvénients principaux</b>	<b>53</b>
a. Un outil multifonctions peu encombrant	53
b. Absence de dommages collatéraux à faible température	53
c. La réduction volumétrique canalaire	55
d. Effet bactéricide	56
e. Propriétés angiogéniques	58
f. Innocuité sur le matériel électronique alentour	59
g. Nécessité d'un chirurgien expérimenté	60
h. Coût du matériel	60

<b>PARTIE II : Indications de la Coblation® en chirurgie des tissus mous</b>	<b>61</b>
<b>1. Amygdalectomie / ablation des végétations</b>	<b>63</b>
a. Contexte médical et indications	63
b. Technique chirurgicale	64
i. Ablation et réduction volumétrique	65
ii. Coblation® en surface	66
c. Avantages et inconvénients	67
i. Temps opératoire	67
ii. Hémorragies peropératoires et postopératoires	68
iii. Douleur	72
iv. Cicatrisation	75
<b>2. Chirurgie du palais</b>	<b>77</b>
a. Procédure chirurgicale	78
i. Réduction volumétrique du palais mou	79
ii. Palatoplastie / uvulo-palatoplastie / uvulo-palato-pharyngoplastie	80
b. Avantages et inconvénients	82
<b>3. Chirurgie de la langue</b>	<b>84</b>
<b>4. Chirurgie des sinus et cornets nasaux</b>	<b>86</b>
a. Procédure chirurgicale	86
b. Avantages et inconvénients	87
<b>5. Chirurgie oncologique</b>	<b>90</b>
<b>6. Cosmétologie</b>	<b>93</b>
<b>7. Autres indications</b>	<b>96</b>
<b>PARTIE III : Quelques illustrations de Coblation® en médecine vétérinaire</b>	<b>99</b>
<b>1. Charly, sténose des narines</b>	<b>101</b>
<b>2. Eva, imperforation des choanes</b>	<b>103</b>
<b>3. Iceberg, imperforation du canal auriculaire</b>	<b>105</b>
<b>4. Ginger, plaie de morsure</b>	<b>108</b>
<b>5. Dipsy, plaie de morsure</b>	<b>112</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>117</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>119</b>



# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## FIGURES

Figure 1 : illustration des instruments de cautérisation d'Ambroise Paré [141]	23
Figure 2 : Relation Intensité-Tension d'une sonde de Coblation® [122]	28
Figure 3 : Impédance en fonction de la tension [148]	29
Figure 4 : Spectre d'émission optique d'une électrode [122]	30
Figure 5 : Comportement tension, intensité, et émissions de Sodium [122]	31
Figure 6 : Modèle physique de représentation de la décharge créée [148]	32
Figure 7 : Plasma ionisé induit par une sonde de Coblation® [4]	32
Figure 8 : Conductivité d'une solution saline selon la température [122]	33
Figure 9 : Résistance spécifique des pour une fréquence d'environ 330 kHz [148]	35
Figure 10 : Générateur, pédalier, sonde plasma et boîtier de débit de solution [9]	37
Figure 11 : Façade avec réglages de puissance de Coblation® et de coagulation [9]	37
Figure 12 : Sonde de Coblation®, câble et tubulure d'irrigation et d'aspiration [9]	38
Figure 13 : Différentes sondes disponibles [9]	39
Figure 14 : Stylet 3,5 mm de diamètre composé de 18 électrodes [11]	40
Figure 15 : Sonde en fonctionnement [122]	40
Figure 16 : Sonde Super TurboVac 90™ [149]	41
Figure 17 : Fonctionnement de la Coblation®	42
Figure 18 : Sonde ArthroCare PROcise MLW™ pour les chirurgies laryngées [149]	43
Figure 19 : Trois sondes pour trois indications [149]	44
Figure 20 : Courbe de puissance de la sonde EVac Xtra™ et comportement [149]	44
Figure 21 : Profondeur d'une lésion de nécrose observée par microscopie [4]	46
Figure 22 : Observation de la corde vocale traitée par Coblation® à J0 [39]	49
Figure 23 : Observation des cordes vocales traitées par Coblation® à J4 et J7 [39]	49
Figure 24 : Étude histologique immédiatement après traitement [1]	51
Figure 25 : Étude histologique 12 semaines après traitement [1]	52
Figure 26 : Coblation® canalaire [12]	55
Figure 27 : Biopsies 2 jours après parage [92]	57
Figure 28 : Comparaison des effets de la Coblation® et d'un bistouri [8]	59
Figure 29 : Anatomie du nasopharynx [124]	64
Figure 30 : Réduction volumétrique [43]	65
Figure 31 : Coblation® en surface [43]	66
Figure 32 : Répartition des interventions en fonction du temps opératoire [95]	67
Figure 33 : Répartition des interventions en fonction des pertes sanguines [95]	69



Figure 34 : Échelle visuelle analogique [120]	72
Figure 35 : Échelle d'évaluation de la douleur Wong-Baker Faces [95]	73
Figure 36 : Rétablissement de la fonction nasale mucociliaire postopératoire [94]	76
Figure 37 : Zones d'infiltration d'anesthésique local (lidocaïne, adrénaline) [124]	78
Figure 38 : Réduction volumétrique du palais mou par Coblation® canalaire [65]	80
Figure 39 : Uvulo-palatoplastie (lambeau dorsal) [40]	81
Figure 40 : Photographies d'un voile du palais avant et après uvulo-palatoplastie [12]	82
Figure 41 : Réduction volumétrique de la base de la langue par Coblation® [150]	84
Figure 42 : Réduction volumétrique transcervicale [21]	85
Figure 43 : SMILE. Réduction volumétrique de la langue par Coblation® [79]	85
Figure 44 : Hypertrophie des cornets nasaux (vue rhinoscopique antérieure) [20]	86
Figure 45 : Vue per-opératoire d'une Coblation® canalaire sur plusieurs plans [20]	87
Figure 46 : Autre type de Coblation® canalaire [81]	88
Figure 47 : Sonde de microdébridement® [69]	89
Figure 48 : Traitement d'un angiofibrome naso-pharyngé [110]	90
Figure 49 : Exérèse de lymphangiomes linguaux par Coblation® [3]	91
Figure 50 : Dépôt important de collagène, biopsies cutanées [77]	93
Figure 51 : Diminution des rides profondes après une séance périorale [140]	94
Figure 52 : Diminution des rides après une séance de resurfaçage [77]	95
Figure 53 : Coblation® par endoscopie sur des lésions trachéales [12]	96
Figure 54 : Charly, bouledogue français. Sténose des narines [ENVT]	101
Figure 55 : Incision de la narine. Résection de la narine [ENVT]	102
Figure 56 : Fin de la plastie nasale [ENVT]	102
Figure 57 : Perméabilisation du naso-pharynx par Coblation® [ENVT]	103
Figure 58 : Communication naso-pharyngée [ENVT]	104
Figure 59 : Iceberg, Berger blanc suisse [ENVT]	105
Figure 60 : Image scanner du conduit auditif D [ENVT]	106
Figure 61 : Création du méat auditif par Coblation® [ENVT]	106
Figure 62 : Fin l'intervention [ENVT]	107
Figure 63 : Aspect de la plaie 5j après la morsure [ENVT]	109
Figure 64 : Parage chirurgical par Coblation® [ENVT]	110
Figure 65 : Pansement hydrocolloïde algoplaque® [ENVT]	110
Figure 66 : Évolution de la plaie [ENVT]	111
Figure 67 : Décollement tissulaire important [ENVT]	112
Figure 68 : Prise en charge de la plaie à J0 [ENVT]	113
Figure 69 : Parage chirurgical par Coblation® [ENVT]	114
Figure 70 : Fin de l'intervention [ENVT]	114

## TABLEAUX

Tableau 1 : Effets de la température sur les tissus	53
Tableau 2 : Les saignements lors d'amygdalectomie	71
Tableau 3 : Cas clinique de Charly	101
Tableau 4 : Cas clinique d'Eva	103
Tableau 5 : Cas clinique d'Iceberg	105
Tableau 6 : Cas clinique de Ginger	108
Tableau 7 : Cas clinique de Dipsy	112



# INTRODUCTION

La technique de Coblation® est une technique d'ablation contrôlée des tissus à basse température, brevetée par la société ArthroCare® Corporation en 1997. Très répandue en chirurgie humaine, avec plus de 10 millions de patients traités, notamment pour des affections articulaires et de la colonne vertébrale, son développement en otorhinolaryngologie a été plus tardif, mais a permis une avancée spectaculaire dans la gestion des affections des cavités nasales et buccales.

La médecine vétérinaire a récemment adapté la Coblation® en chirurgie orthopédique en extrapolant les protocoles chirurgicaux aux animaux de compagnie et aux chevaux. Cependant, son utilisation en chirurgie des tissus mous reste aujourd'hui très limitée. L'École Nationale Vétérinaire de Toulouse a débuté son utilisation dans la gestion des plaies et mène actuellement des études expérimentales afin d'en vérifier l'innocuité et d'observer son utilisation lors de chirurgies du voile du palais (résection du voile du palais chez les races brachycéphales).

Si de nombreuses autres utilisations sont rapportées (en laparoscopie, en urologie, gynécologie, dissection hépatique ...) ne seront retenus ici que les études et cas publiés, permettant de comprendre les avantages et inconvénients des différentes indications de la Coblation® et pour lesquels des recherches et observations scientifiques ont été rapportées.

Dans un premier temps, le principe de fonctionnement de la Coblation® ainsi que le matériel utilisé seront présentés. Puis, les analyses histologiques qui en découlent seront exposées ainsi que les avantages et inconvénients de cette technique vis-à-vis des autres techniques d'ablation / coagulation.

Par la suite, il sera fait le bilan des différentes indications rapportées de la Coblation® en chirurgie des tissus mous, en analysant les différents avantages et inconvénients observés pour chacune de ces applications.

Enfin, 5 cas cliniques de Coblation® à l'École Vétérinaire de Toulouse viendront illustrer quelques-unes des plus fréquentes indications.



**PARTIE 1 :**

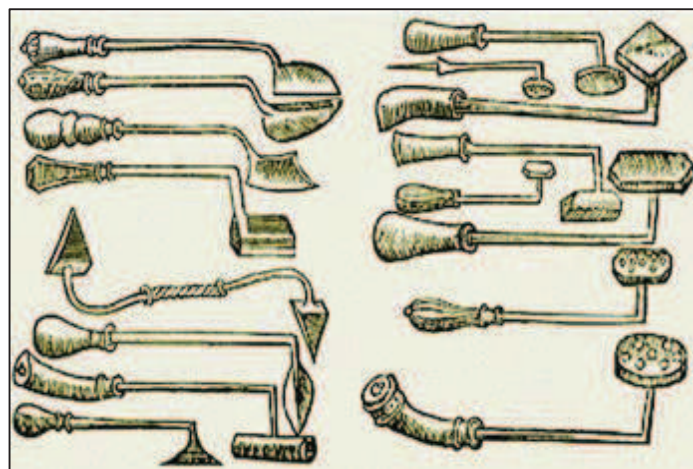
**PRINCIPES GENERAUX**

**DE LA COBLATION®**



Dans sa thèse vétérinaire de 1874, « quelques considérations sur la cautérisation actuelle », Andrac [7] nous rappelle qu'égyptiens, grecs, japonais et chinois utilisaient la cautérisation depuis des temps immémoriaux. Ainsi, Hippocrate, utilisait le feu au travers d'un fer chauffé à blanc pour « guérir le mal » de nombreuses maladies. L'utilisation d'éponges imbibées d'huiles permettait de relayer la chaleur du feu au sein même des tissus. Certains vétérinaires grecs utilisaient le feu pour notamment soigner les abcès des bêtes de somme. Albucassis, chirurgien du Califat de Cordoue, présente au moyen âge plus de 200 instruments chirurgicaux de cautérisation dans son encyclopédie médicale, le Tasrif.

Au xv<sup>ème</sup> siècle, après la découverte des caustiques par les alchimistes, l'emploi du feu a été complètement abandonné et c'est Ambroise Paré, au XVI<sup>ème</sup> siècle, qui réhabilite, améliore et diffuse la cautérisation afin de stopper les hémorragies. Selon la localisation et la forme des tissus à cautériser, différents instruments sont alors utilisés (Figure 1).



**Figure 1 : illustration des instruments de cautérisation d'Ambroise Paré [141]**

En médecine vétérinaire, les hippiatres, après l'avoir négligé pendant deux siècles, reviennent à l'emploi du feu vers le xvii<sup>ème</sup> siècle. Solleysel s'attribue le mérite de l'avoir remis en pratique à Paris et en donne les préceptes d'utilisation.



Ce n'est que depuis une centaine d'années que l'électrochirurgie, à proprement parlé, s'est développée, permettant une sélection plus ou moins précise du tissu à traiter. Son principe utilise alors l'application d'un courant électrique de haute fréquence sur des tissus biologiques afin d'obtenir un effet thermique. Dans la chirurgie haute fréquence, l'échauffement n'est donc plus exogène, c'est-à-dire produit par un instrument chauffé (fer chauffé à blanc), mais endogène, c'est-à-dire produit par le courant circulant dans le tissu.

Jacques d'Arsonval (1851-1940) électrophysiologiste, est le premier à avoir étudié les effets des courants alternatifs de haute fréquence sur l'organisme à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (étude neuromusculaire chez le chien) [122] Sous leur action, les tissus s'échauffent. Pour éviter les brûlures acides liées aux processus électrolytiques et empêcher les excitations nerveuses et musculaires, D'Arsonval utilise un courant alternatif de 200 kHz au minimum, d'où le terme de chirurgie à haute fréquence.

À la fin des années 1920, un physicien de Harvard, William Bovie et le neurochirurgien Harvey Cushing développent un instrument d'électrochirurgie qui devint ensuite une référence pour inciser, coaguler, dessécher ou détruire les tissus. Ainsi naît le bistouri électrique, communément appelé « Bovie » du nom de son inventeur. Les courants de radiofréquence induisent l'agitation des ions formant les tissus, ce qui produit de la chaleur par un phénomène de friction. La chaleur produite peut atteindre 60 à 100°C [122]. L'effet chirurgical tissulaire dépend en grande partie de la quantité de chaleur dégagée et de sa répartition dans le tissu. La quantité de chaleur est déterminée par la tension et par la résistance du tissu. La répartition de la chaleur dépend directement des caractéristiques du tissu : sa résistance et sa géométrie qui influencent le trajet du courant.

Ce phénomène induit une nécrose thermique des tissus, liée à la coagulation des protéines intracellulaires qui apparaît dès 60°C [122]. La mort cellulaire est achevée en 72h. L'intensité de la nécrose thermique dépend du degré d'élévation de la température et de la durée d'action. La maîtrise du volume de la zone nécrosée est guidée par la dimension des électrodes, l'énergie utilisée, la durée du traitement. La composition du tissu intervient également : un tissu fortement vascularisé et à structure hétérogène s'oppose au développement de la nécrose thermique. En effet, la forte

présence vasculaire induit un refroidissement local et une diffusion irrégulière de la chaleur au sein du tissu.

Les appareils sont mono- ou bipolaires. Avec un appareil monopolaire, le courant traverse le tissu-cible puis l'organisme jusqu'à la zone de contact avec l'électrode réceptrice située au niveau de la fesse ou de la cuisse, souvent à l'origine de brûlures cutanées [122]. Des lésions supplémentaires peuvent apparaître liées à la stimulation involontaire de muscles ou tissu nerveux. Le dispositif bipolaire regroupe au sein de l'instrument les 2 électrodes. Il concentre l'effet thermique à l'intérieur du tissu-cible. Il n'est pas nécessaire de placer une électrode passive.

L'inconvénient de cette technique est le placement des électrodes et la difficulté de la maîtrise de la zone de nécrose. Le suivi par imagerie de ces zones est également délicat, car il est difficile de faire la différence entre un tissu cicatriciel et le re-développement d'une tumeur.

C'est cette problématique qui a conduit au développement de la Coblation® en 1997 au sein de la société Arthrocare afin de restreindre la circulation du courant et de diminuer l'échauffement.

## 1. Technique de Coblation®

Le nom de Coblation® provient à la fois de l'anglais « cool » et « controlled » « ablation » résumant ainsi le principe d'ablation précise et à basse température.

La Coblation® est un processus non thermique de dissociation chirurgicale des tissus mous à l'aide d'une sonde. Cette sonde exploite l'énergie de la radiofréquence bipolaire pour exciter les électrolytes contenus dans un milieu conducteur (solution saline le plus souvent) pour créer un champ plasma focalisé.

### a. Historique de la technique

Depuis de nombreuses années, les applications des capacités physico-chimiques du plasma en médecine ont été étudiées. Le plasma représente le 4<sup>ème</sup> état de la matière : c'est un état de matière désordonnée constituée de charges libres dans un champ de force.

Si beaucoup de technologies intéressantes ont été investiguées, peu ont eu une mise en application réelle en médecine. En 1995, Eggers et Thapliyal ont travaillé sur une nouvelle méthode pour traiter les obstructions coronaires chroniques [122]. Cette technique ne devait pas générer de forte chaleur pour ne pas léser les vaisseaux adjacents. Ils utilisaient une faible radiofréquence traversant un fluide de solution ionique. En effet, les solutions salines médicales sont de bons conducteurs électriques en formant des voies de conduction électrique entre les électrodes active et réceptrice. Dans des conditions spécifiques, la solution saline se vaporise à proximité immédiate des électrodes actives, formant une fine couche de vapeur. Le plasma résultant produit des radicaux chimiquement actifs et d'autres éléments qui interagissent avec le tissu voisin : ce dernier est incisé ou éliminé. Cette technique a été développée par ArthroCare Corporation sous le nom déposé « Coblation® ».

Dans les années qui suivent, des technologies similaires ont été commercialisées sous d'autres noms déposés (souvent sous licence avec ArthroCare) : Stryker Serfas® system, Smith and Nephew Dyonics® et Saphyre® system, Depuy Mitek VAPR® system, Gynecare Versapoint® system, Olympus

Plasmacision® et PK® technology. Leur utilisation est actuellement répandue en arthroscopie, chirurgie de la colonne vertébrale (non abordées), otorhinolaryngologie, cosmétologie, chirurgie urologique et gynécologique.

Entre 2000 et 2005, Gilbride, Stalder, Woloszko et leurs équipes ont commencé des recherches physico-chimiques pour mieux comprendre le fonctionnement des électrodes à faible tension appliquée, les caractéristiques du plasma ionisé, et ses conséquences sur les molécules alentour. Deux types de plasma ont été décrits :

- un plasma stable [111] : caractérisé par une haute température et des particules à la même énergie : celui utilisé pour souder par exemple ;
- un plasma instable dans lequel l'essentiel du gaz est à faible température contrairement aux électrons qui possèdent plus d'énergie. Le terme classiquement rencontré est « cold atmospheric plasma (CAP) » : plasma atmosphérique froid. Ces plasmas sont plus flexibles et moins coûteux car ils ne nécessitent pas de systèmes de stockage complexes. C'est le plasma utilisé en médecine.

## b. Comportement physico-électrique

### i. Alimentation électrique

La plupart des instruments d'électrochirurgie utilisent des signaux de radiofréquence. L'explication réside dans le travail de d'Arsonval sur la stimulation des nerfs. Une radiofréquence supérieure à 100 kHz est nécessaire pour que la stimulation nerveuse et le risque d'arythmie cardiaque soient minimales. Les bistouris électriques « bovies » fonctionnent avec une fréquence d'environ 300-500 kHz dans des milieux de faible conductivité pour lesquels de plus hautes tensions sont nécessaires pour obtenir les effets escomptés. La puissance maximale délivrée est souvent inférieure à 400 Joules par secondes (standard international IEC 60601-2-2). L'impédance peut significativement varier de 100 à 1000 ohms et les pics de tension atteignent facilement les 10 000 volts.

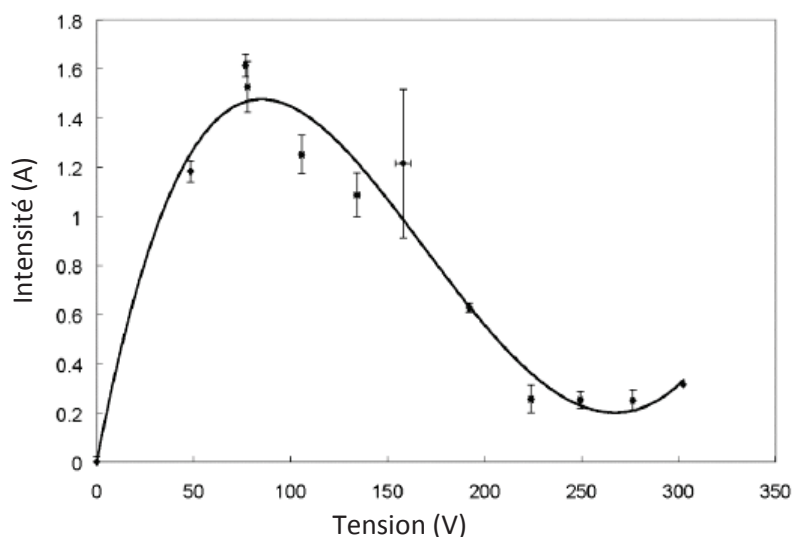
Pour la Coblation®, de plus basses tensions sont utilisées et la fréquence est de 100 kHz avec majoritairement un signal sinusoïdal carré. La tension est classiquement inférieure à 350 volts. Certains appareils présentent une tension

réglable alors que d'autres règlent leur puissance. Des circuits de sécurité servent à détecter et couper la source si des conditions électriques dangereuses sont détectées. Des condensateurs sont aussi ajoutés pour bloquer le système afin qu'aucun courant continu ne passe [122].

## ii. Relation Intensité/Tension/Impédance

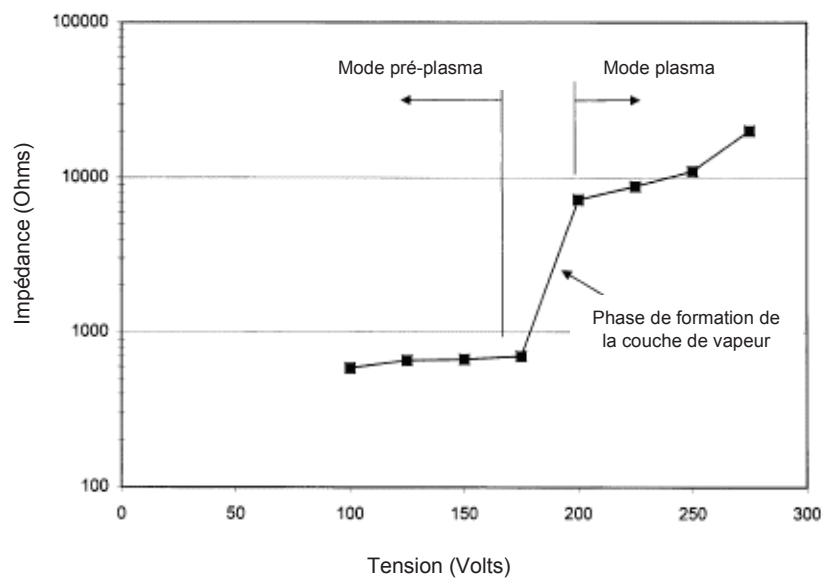
Pour une faible tension, Stalder [122] a observé que l'intensité du courant était linéairement proportionnelle à la tension, indiquant que le comportement des ions en solution suit la loi d'Ohm ( $U = Z \times I$ ).

Lorsque la tension augmente, l'intensité augmente aussi et quelques petites bulles se forment. Lorsque la fine couche de vapeur se développe, elle couvre une partie grandissante de l'électrode et l'intensité atteint un pic puis diminue (Figure 2). L'impédance augmente fortement jusqu'aux alentours de 1000 ohms. Si la tension continue d'augmenter, une émission lumineuse apparaît, l'intensité augmentant pendant que la couche de vapeur devient conductrice. C'est le mode de Coblation® qui est alors en fonctionnement.



**Figure 2 : Relation Intensité-Tension d'une sonde de Coblation® [122]**

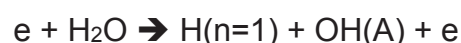
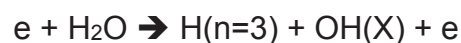
L'étude de Woloszko [148] a observé et expliqué ce fonctionnement par une courbe reliant l'impédance et la tension (Figure 3) : lorsque la tension dépasse 175 V, un changement s'observe dans la puissance dissipée. En dessous de ce seuil, une dissipation importante de la puissance est observée dans la solution saline. Cette dissipation augmente linéairement avec la tension réglée sur l'appareil. Au-delà de 175 volts, des décharges lumineuses apparaissent dans le plasma formé. La puissance dissipée diminue alors en lien avec une augmentation d'impédance de la couche de vapeur formée autour de la sonde.



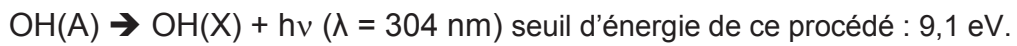
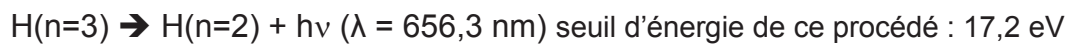
**Figure 3 : Impédance en fonction de la tension dans une solution saline** [148]

### iii. Spectrométrie – Émission lumineuse

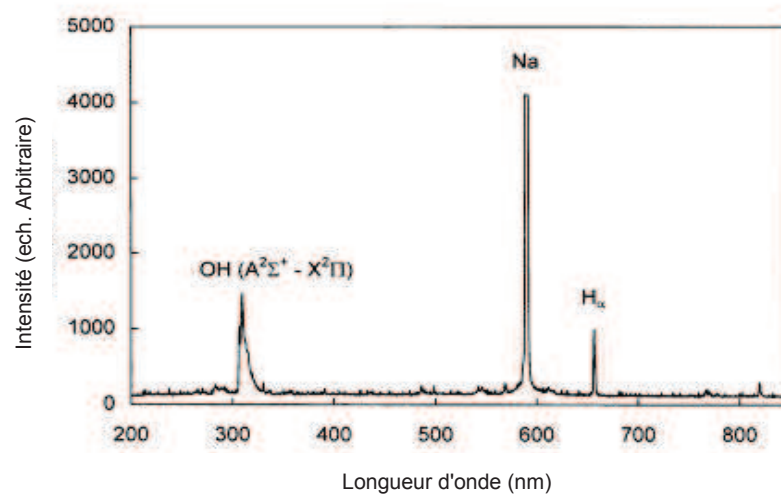
Le spectre d'émission optique du plasma créé dans une solution saline de NaCl montre que les émissions visibles principales sont liées au Sodium ainsi qu'aux radicaux hydrogène (H) et hydroxyle (OH). L'émission à une longueur d'onde de 589 nm des ions sodium excités crée l'émission de couleur orangée dans le visible. Ce phénomène provient des électrons excités qui induisent de nombreuses réactions, notamment l'ionisation des atomes de sodium, tout aussi bien que la dissociation des molécules d'eau et des molécules organiques environnantes :



Cette fragmentation se traduit par l'émission de raies spectrales de l'atome d'hydrogène (série de Balmer) à 656,3 nm et de radicaux hydroxyle à 304 nm par :



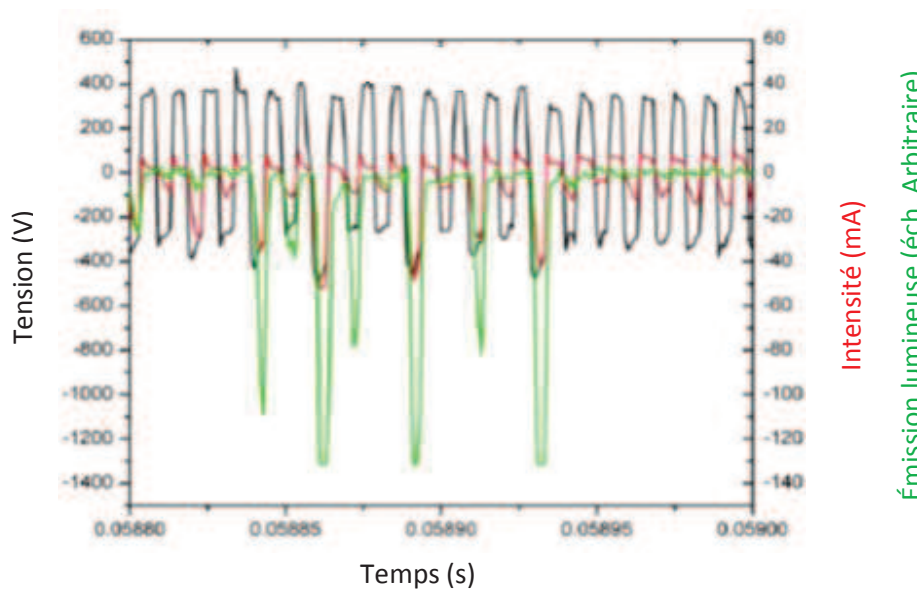
On obtient ainsi un spectre d'émission avec comme émissions principales : les ions sodium, hydrogène, et radicaux hydroxyles (Figure 4).



**Figure 4 : Spectre d'émission optique d'une électrode fonctionnant à 300 V dans une solution saline 0,9% NaCl [122]**

Il a été remarqué que l'émission lumineuse était temps-dépendante, ce qui apporte des informations intéressantes sur la formation du plasma ionisé. L'émission lumineuse correspond à des pics de courant et est sporadique. Des enregistrements sur plusieurs secondes ont montré qu'il y avait de nombreux cycles de radiofréquence pendant lesquels une intense émission lumineuse était suivie par d'autres périodes où l'émission était plus faible.

Les périodes « faibles » sont associées avec le grossissement de la couche de vapeur et la création de bulles plus larges qui tendent à diminuer le champ électrique. La période d'intense activité optique traduit quant à elle la finesse de la couche de vapeur et donc la formation optimale du plasma. La figure 5 montre la tension, le courant et les émissions à 589 nm (sodium) en fonction du temps sur un intervalle de 200 microsecondes (20 cycles de radiofréquence à 100 kHz). Ainsi, pendant les périodes actives, la décharge lumineuse est aléatoire mais domine lors des portions négatives des ondes de radiofréquence.

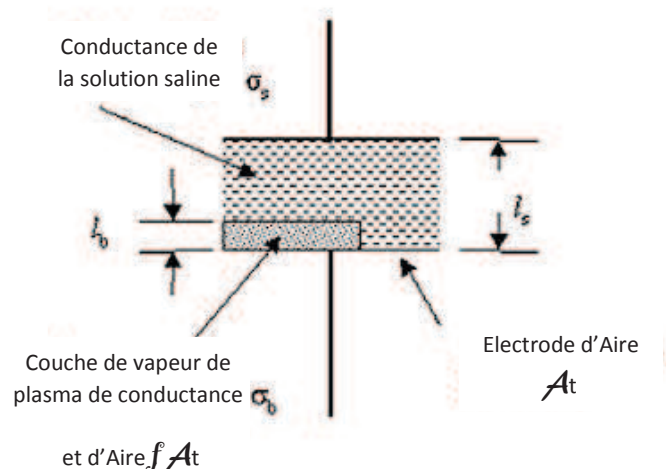


**Figure 5 : Comportement de la tension (courbe noire), de l'intensité (courbe rouge) et des émissions de Sodium (courbe verte) en fonction du temps [122]**

Dans un contexte chirurgical, les radicaux chimiques ainsi que les éléments ionisés dans la couche de vapeur réagissent avec les molécules organiques (les protéines, le collagène ...). Il en résulte la formation de produits liquides ou gazeux. Un gaz ionisé peut être créé au sein d'une couche de vapeur formée dans une solution saline pour des impulsions de courant dépassant les 200 V.

La couche de vapeur formée possède des caractéristiques propres ayant été modélisées par un circuit électrique simple reproduisant la circulation du courant dans un plan unidimensionnel (Figure 6). Cette modélisation permet ainsi de calculer l'épaisseur de la couche de vapeur formée, l'énergie des électrons et la conductance du plasma créé. Les détails de ces calculs ne seront pas abordés ici.



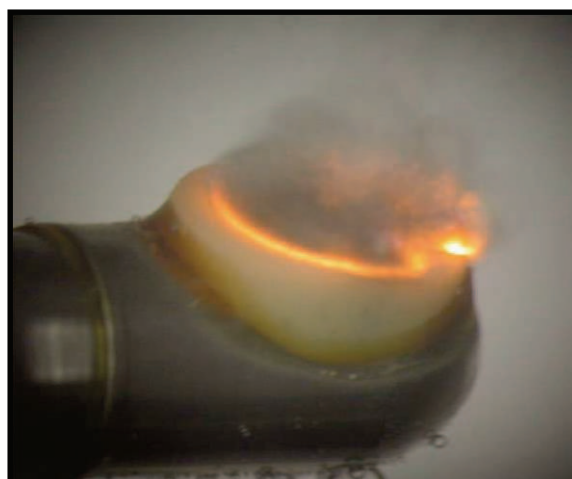


**Figure 6 : Modèle physique de représentation de la décharge créée [148]**

### c. En pratique

Les systèmes plasma à faible voltage exploitent une radiofréquence de 100 à 500 kHz, la Coblation® exploite une fréquence de 100kHz à basse température (40-70°C) sans conduction de chaleur.

Un milieu conducteur, une solution saline, est utilisé pour transmettre l'énergie radiofréquence créant ainsi un plasma ionisé focalisé d'environ 100 à 200  $\mu\text{m}$  autour des deux électrodes (Figure 7).

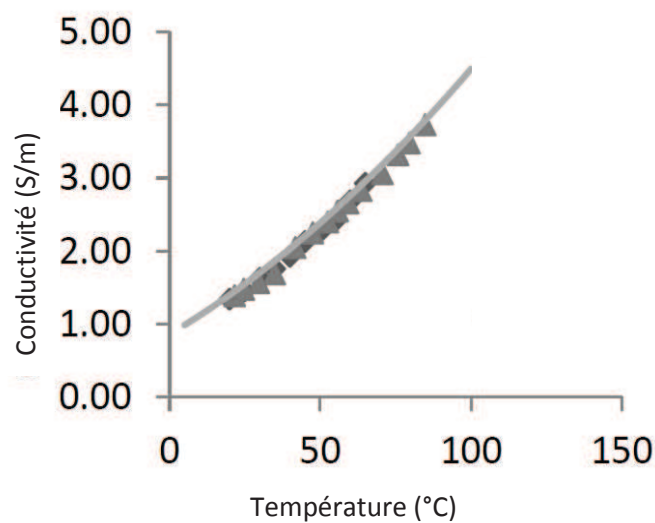


**Figure 7 : Plasma ionisé (émission brillante orange) induit par une sonde de Coblation® fonctionnant dans une solution saline [4]**

La solution saline est souvent composée de Chlorure de Sodium dissous dans l'eau à une concentration de 0,9 g/L ou, en unité molaire 154 mmol/L (NaCl 0,9%). Cette concentration est isotonique avec le liquide cellulaire, ainsi la pression osmotique sur les membranes cellulaires est négligeable lorsque le tissu est immergé dans la solution saline. Le pH est de l'ordre de 7,2, ce qui est le niveau physiologique.

D'autres solutions salines ont été utilisées comme le Ringer Lactate (130 mmol/L Na<sup>+</sup>, 4 mmol/L K<sup>+</sup>, 1,5 mmol/L Ca<sup>2+</sup>, 110 mmol/L Cl<sup>-</sup> et 28 mmol/L de lactate de Sodium). Certains physiciens ont aussi utilisé des solutions hypertoniques ou hypotoniques mais leur emploi en chirurgie n'est pas répandu [122].

Ce sont les ions dissous dans l'eau qui permettent la conductivité électrique. La conductivité est donc proportionnelle à la concentration et à la température. En effet, la conductivité d'une solution saline isotonique double sur un intervalle de 40°C (Figure 8). Elle est de 1.5 S/m à température ambiante (23°C), ce qui est plus proche d'un bon conducteur métallique comme le titane (10<sup>6</sup> S/m) que celle d'un bon isolant comme l'aluminium (10<sup>-12</sup> S/m). Il faut cependant rappeler que la conductivité de la solution saline est liée à la mobilité des ions hydratés agissant sous influence des champs électriques alors qu'elle est liée à la mobilité des électrons par conduction pour le métal. La conductivité de la solution saline est environ 6 fois plus importante que l'eau ultrapure.



**Figure 8 : Conductivité d'une solution saline selon la température** [122]

Au niveau moléculaire, les particules ionisées du plasma acquièrent l'énergie suffisante pour rompre les ponts moléculaires tissulaires transformant ainsi les cellules proches de la sonde, en molécules élémentaires et en molécules gazeuses de masse faible (oxygène, hydrogène, dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, méthane).

Les plasmas produisent ainsi 3 types d'éléments :

- des particules énergétiques : électrons, ions, photons ;
- des éléments chimiques actifs : radicaux libres, métastables ;
- des champs temporaires : chaleur, ondes de choc ou acoustiques, champs électrostatiques ou électromagnétiques.

La Coblation® est un système bipolaire, c'est-à-dire qu'elle est composée de 2 électrodes au sein d'une sonde, ce qui permet de limiter la pénétration de l'énergie dans le tissu comme le font les systèmes monopolaires pour lesquels le courant traverse l'animal. Dans le cas de la Coblation®, l'effet n'est que local, à proximité directe de la sonde. Les ondes ne traversent pas les tissus, ce qui limite les lésions induites par la chaleur notamment. La majorité de la chaleur est consommée lors du processus d'ionisation.

Cette technique non thermique s'oppose donc aux autres techniques chirurgicales comme l'électrochirurgie ou radiofréquence monopolaire produisant une chaleur intense (400-600°C) afin d'inciser les tissus par dessiccation. Grâce à un temps d'application limité, la viabilité cellulaire est préservée, et les tissus alentours ne sont pas brûlés ni mécaniquement abrasés.

Trois modes d'utilisation sont décrits afin de profiter au mieux des capacités physico-chimiques de la sonde de Coblation® : l'ablation, la rétraction et l'hémostase d'un tissu biologique [10].

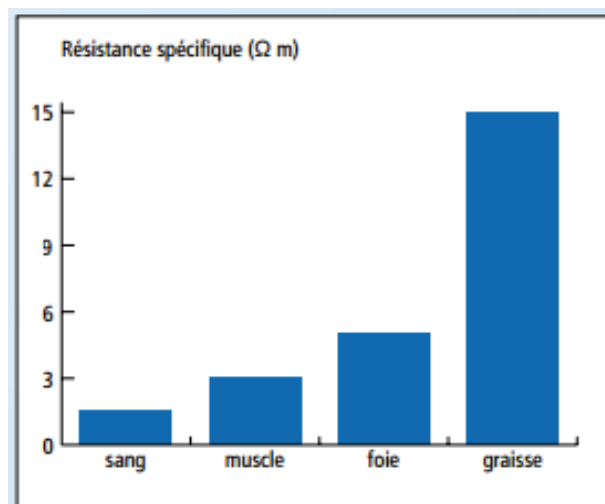
### i. Ablation des tissus

Lors de l'ablation, une tension de 150 à 350 volts passe entre les deux électrodes. L'énergie permettant la vaporisation des tissus est localisée à une profondeur d'environ 2 mm sous la sonde, limitant ainsi l'action aux tissus visés et empêchant les dommages thermiques aux tissus adjacents. Le rayon d'action court confine ainsi le processus à seulement une couche de surface du tissu cible.

### ii. Rétraction tissulaire

Lors de l'utilisation de la sonde en mode rétraction, une basse tension est appliquée (65-125 V) ne générant pas de couche plasma à l'origine de l'ablation. On observe une rétraction des fibres de collagène, se produisant aux alentours de 60°C, sans ablation ni suppression du tissu.

L'énergie est absorbée par le tissu, selon son impédance et sa résistance qui la transforme en chaleur. La résistance dépend essentiellement de la teneur du tissu en eau (Figure 9). La graisse contenant une quantité d'eau inférieure au sang et aux muscles, sa résistance est bien plus importante. La résistance augmente rapidement lorsque le tissu commence à se dessécher en raison de l'évaporation de l'eau. Cela peut entraîner un échauffement accru des zones desséchées du tissu. La résistance du tissu dépend aussi de ses caractéristiques géométriques : plus il est épais, plus la résistance est importante par exemple.



**Figure 9 : Résistance spécifique des tissus (lié au matériau uniquement, sans facteur géométrique) pour une fréquence d'environ 330 kHz [148]**

### iii. Hémostase

L'hémostase par coagulation est permise à basse température par la rétraction des petits vaisseaux (diamètre inférieur à 2 mm), réduisant ainsi le diamètre de leur lumière, mais aussi par la coagulation des protéines du plasma sanguin. Les protéines des vaisseaux et le sang coagulent, le tissu se rétracte et commence à se déshydrater. La rétraction et la coagulation du sang ferment les vaisseaux et le saignement s'arrête. L'échauffement modéré est dans ce cas permis par le passage d'une quantité plus importante de courant au sein du tissu.

## 2. Matériel et fonctionnement

Le matériel complet nécessaire se compose d'un générateur, d'une double commande au pied (Coblation® / coagulation), d'une sonde plasma (stylet) et d'un boîtier de réglage du débit de solution saline (Figure 10).



Figure 10 : Générateur, pédalier, sonde plasma (stylet) et boîtier de débit de solution [9]

### a. Le générateur

Le générateur électrique développe un signal sinusoïdal carré d'une fréquence de 100 kHz. Il se compose de 7 niveaux de puissance distincts réglables selon la valeur souhaitée pour une tension comprise entre 65 et 300 volts (Figure 11). Pour une valeur inférieure à 5, l'ionisation de la solution n'est pas obtenue et le courant passe d'une électrode à l'autre à la manière d'une coagulation bipolaire (effet de rétraction tissulaire et hémostase). Une « vraie » Coblation® apparaît à un niveau de puissance égal à 7 (ablation des tissus), alors que le réglage « 6 » apporte un effet mélangeant les deux principes [38].



Figure 11 : Façade affichant les réglages de puissance de Coblation® et de coagulation [9]

La commande au pied reliée au générateur permet à l'utilisateur d'appliquer la tension à la sonde uniquement quand il le souhaite, avec une pédale bleu pour le mode coagulation, une pédale jaune pour le mode section et une commande centrale de réglage de la puissance.

Un câble multibrins protégé transmet les impulsions électriques depuis le générateur jusqu'à la sonde (stylet) (Figure 12).



**Figure 12 : Exemple de sonde de Coblation® équipé d'un câble et d'une tubulure d'irrigation et d'aspiration [9]**

## b. Les différentes sondes

### i. Caractéristiques générales

Les sondes de Coblation® sont composées de deux parties : un manche et un stylet interchangeable. L'ensemble des composants est stérile. Le manche comporte une à deux entrées en fonction des sondes : une arrivée électrique (câble d'alimentation multibrins) plus ou moins associée à une arrivée de solution ionique par l'intermédiaire d'une tubulure classique (Figure 12). Le stylet est à usage unique. Le courant retour provenant de l'ensemble des fils de sortie est réceptionné par un tube coaxial externe conducteur qui sert à aussi de support à la sonde.

Deux catégories de sondes ont été créées en fonction de leur indication : les « wet wands » (stylets « humides ») dont l'utilisation a été initialement prévue pour l'arthroscopie. Ces sondes sont utilisées dans des espaces articulaires déjà irrigués par une solution saline et sont donc immergées durant leur utilisation. Des conditions

similaires d'utilisation sont retrouvées en urologie, gynécologie et en chirurgie endovasculaire. Elles ne nécessitent pas d'apport de solution saline supplémentaire. La deuxième catégorie de sonde est désignée comme « dry wands » (stylets « secs ») et correspond à une utilisation dans des conditions non immergées (la majorité des cas de tissus mous) : otorhinolaryngologie, plaies, ou laparoscopie notamment. Ces sondes nécessitent alors un moyen d'apport de solution liquidienne en continu afin de maintenir un pont électrique entre les électrodes. Il est cependant possible d'utiliser le liquide extracellulaire comme moyen de conduction lors d'utilisation pour la Coblation® canalaire (cf 4.c.La Coblation® canalaire) avec des sondes très fines (Figure 13). Les « dry wands » possèdent un conduit amenant la solution saline qui doit être placé entre l'électrode active et l'électrode retour afin d'assurer une trajectoire du courant entre les deux. Si le flux de fluide est trop fin, le plasma ionisé se forme au centre de la solution saline et non autour de l'électrode active. Ce comportement engendre des effets aléatoires et une difficulté de précision d'ablation des tissus [149].



**Figure 13 : Différentes sondes disponibles** [9]

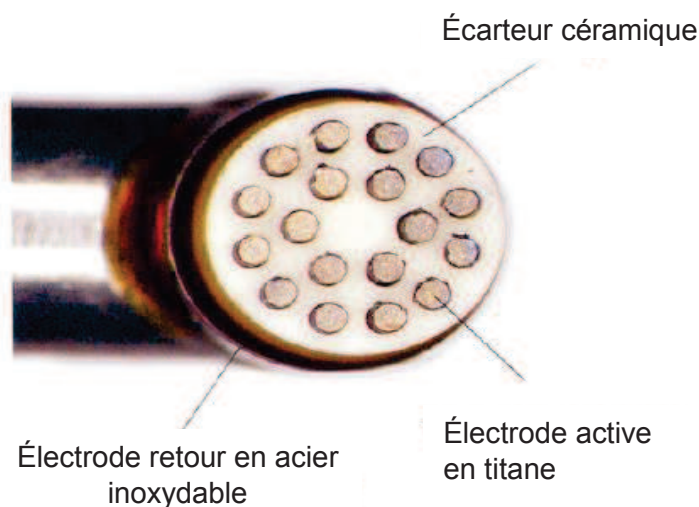
De gauche à droite : Sonde plasma EVac™ (amygdalectomies), sonde plasma PROcise™ (ablation de lésions des tissus mous), sonde plasma ReFlex Ultra™ (chirurgies du palais), sonde plasma ReFlex Ultra™ 45 (Coblation® canalaire, chirurgie des cornets nasaux)

ArthroCare Corporation a développé diverses sondes dédiées à un type d'utilisation : des sondes rigides, des sondes souples pour l'endoscopie, ainsi que des sondes permettant la Coblation® canalaire (chirurgie des cavités nasales) comme la sonde Plasma ReFlex Ultra™ (Figure 13). En effet, la sortie du courant dépend de la configuration des électrodes sur la sonde, lui conférant sa propre géométrie et donc ses propres configurations électriques.



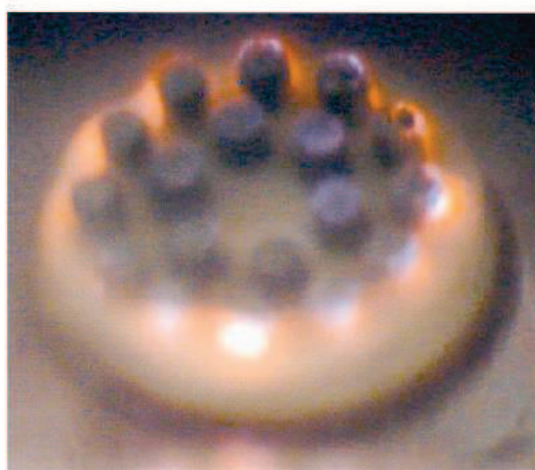
## ii. Quelques exemples

Les premières études ont été réalisées à l'aide d'une sonde composée de 18 électrodes en titane de 0,38 mm de diamètre et de 0,38 mm de hauteur, distribuées sur deux cercles concentriques de respectivement 12 et 6 électrodes (Figure 14). Celles-ci sont séparées par un écarteur céramique de 3,4 mm de diamètre et entourées par un tube coaxial en acier inoxydable dont l'extrémité est angulée à 90°. L'écarteur qui joue le rôle d'isolant peut être aussi composé d'aluminium, de zirconium ou d'élastomère de silicone.



**Figure 14 : Stylet 3,5 mm de diamètre composé de 18 électrodes, angulation à 90° [11]**

Les électrodes en titane sont les électrodes actives, le tube coaxial en acier constitue l'électrode réceptrice.



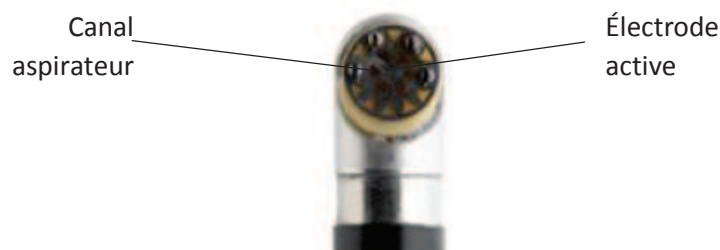
**Figure 15 : Sonde en fonctionnement, avec émissions lumineuses uniquement sur le cercle d'électrodes externe lorsque la tension est faible [122]**

La géométrie de la sonde influence la formation du plasma qui est plus aisée sur certaines électrodes de la sonde alors que d'autres nécessitent une tension plus importante (Figure 15) [122]. La position et le nombre des électrodes déterminent l'intensité des décharges lumineuses. Plus leur nombre est important, moins la puissance délivrée pour chacune est importante. Cependant, chaque électrode est responsable d'une création de plasma ionisé à son contact et permet une plus grande précision. *A contrario*, en réduisant le nombre d'électrodes actives, la puissance est plus importante.

Le mécanisme de Coblation® génère des gaz, principalement hydrogène et vapeur d'eau. Lorsque le plasma est au contact de tissus, la grande majorité des produits de dégradation sont gazeux. Bien que ces gaz soient inoffensifs pour l'organisme, les bulles créées interfèrent avec la visibilité, notamment lors d'endoscopie. Un canal aspirateur a ainsi été ajouté en 1997 [149].

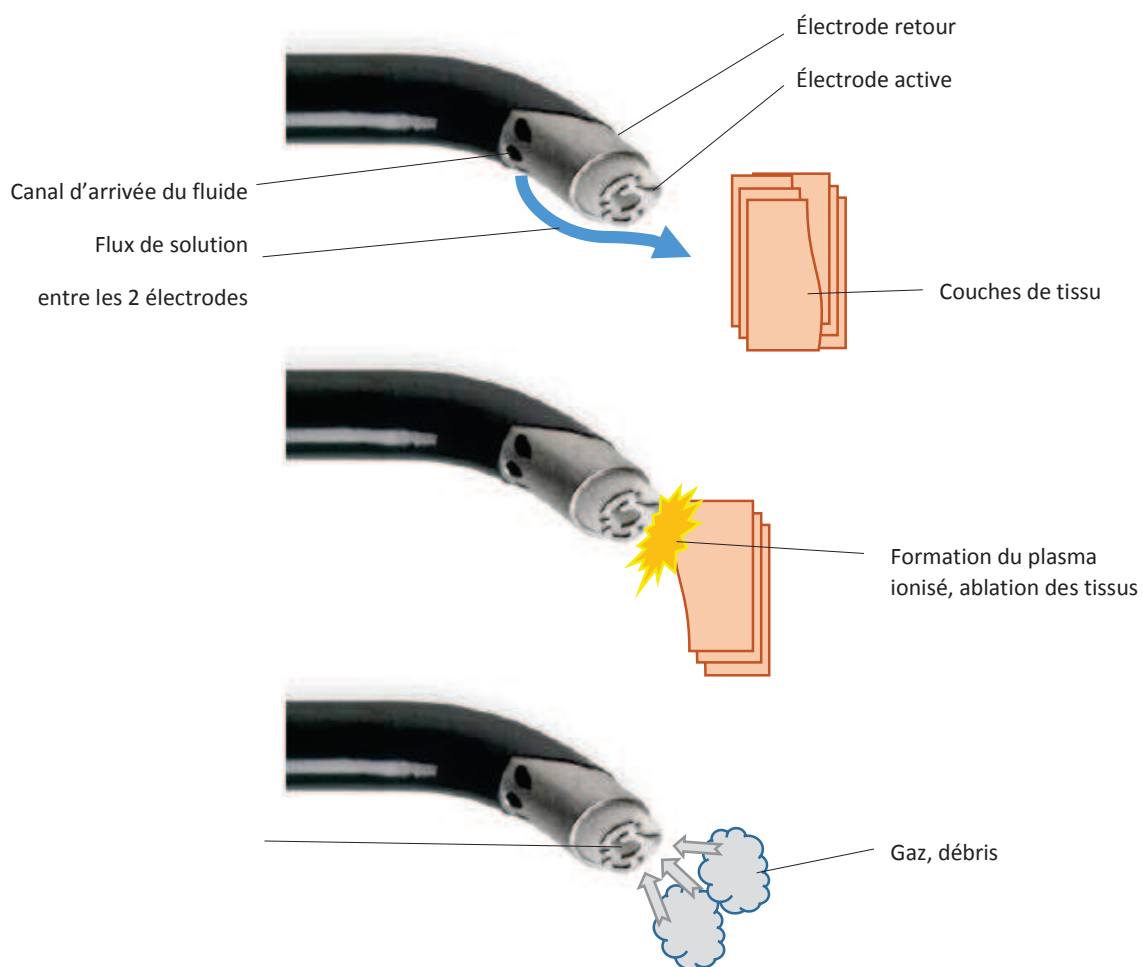
Cependant, des débris tissulaires peuvent être présents et venir s'agglomérer sur le canal aspirateur, l'obstruant et empêchant son fonctionnement. Il a donc été décidé de placer des électrodes actives autour du canal afin de continuer à détruire les tissus et permettre une aspiration efficace de particules plus fines (Figure 16). Ces « screening electrodes » possèdent un maillage formant une seule électrode et créant des zones de conduction du courant accrue tout comme des zones où le flux est moins rapide, maximisant l'utilisation de la pleine puissance du générateur [149].

Néanmoins, si l'aspiration est trop importante, la couche de plasma et de solution saline est moins épaisse, l'efficacité est moins importante et les tissus vont rapidement chauffer créant des lésions thermiques. Les canaux aspirateurs ont été créés pour un fonctionnement dans des hôpitaux dont l'aspiration centralisée exerce une pression négative de 200 à 400 mmHg [149].



**Figure 16 : Sonde Super TurboVac 90™ : l'électrode active « grillage » le canal aspirateur pour diminuer la taille des débris [149]**

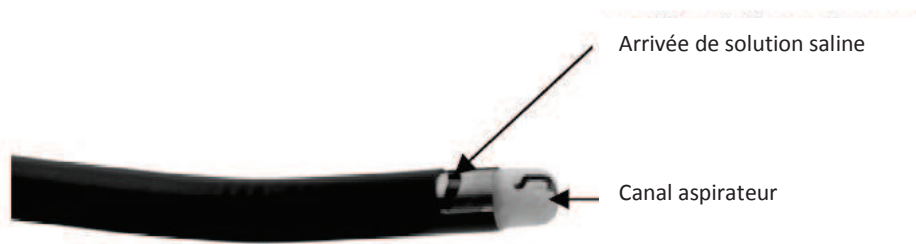
Suite à cette innovation, la géométrie des sondes a changé : les sondes possédant de nombreuses électrodes ont été supplantées pour des sondes à une ou deux électrodes actives, disposant de plus de puissance, permettant une création rapide et suffisante de plasma ionisé malgré l'aspiration continue. La figure 17 schématise ainsi le fonctionnement de ces sondes avec irrigation d'une « Dry wand » entre les deux électrodes, un canal aspirateur et une électrode active l'entourant permettant de diminuer la taille des débris avant aspiration (Figure 16).



**Figure 17 : Fonctionnement de la Coblation®**

Apport de solution saline faisant le lien entre les deux électrodes (en haut), ionisation du plasma, ablation des tissus (milieu)  
 aspiration par le canal aspirateur des fluides, gaz, débris (en bas)

La sonde ArthroCare PROcise MLW™ (Figure 18) est utilisée pour les chirurgies laryngées. Son diamètre de 2,5 mm permet au chirurgien d'atteindre des zones étroites. Elle est équipée d'une arrivée de solution saline et son canal aspirateur est situé juste sous l'électrode active pour assurer une aspiration importante en évitant les écoulements dans les poumons.



**Figure 18 : Sonde ArthroCare PROcise MLW™ pour les chirurgies laryngées** [149]

Certaines sondes comme la sonde ArthroCare Plasma Scalpel™ ont été créées dans la fin des années 1990 afin de réaliser une dissection fine et précise (Figure 19) [149]. Elle possède 5 électrodes et a des effets thermiques marginaux très faibles. Cependant, lors de cette intervention, le tissu amygdalien, richement vascularisé, est mis sous tension. Lorsqu'un vaisseau est sectionné, il a tendance à se rétracter et son hémostase devient ensuite difficile.

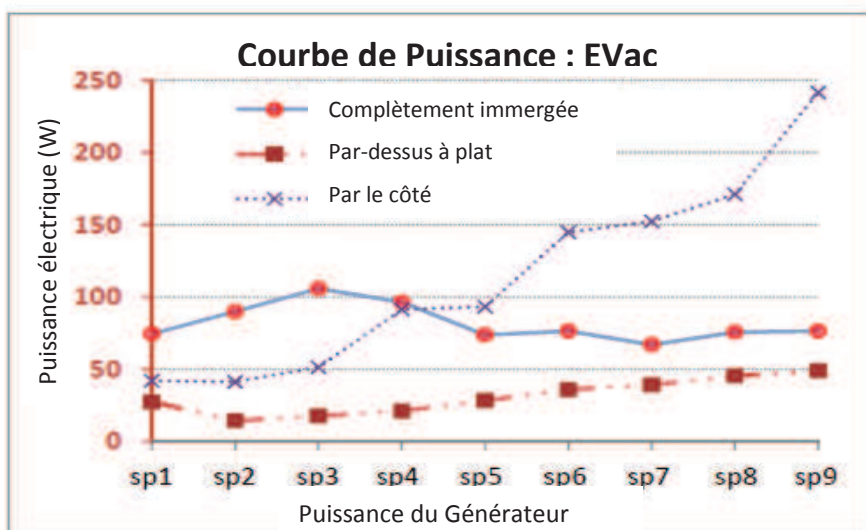
Cela a amené les ingénieurs à améliorer la partie coagulation mais sans effet réel. Les succès chirurgicaux ont cependant été obtenus en s'inspirant des sondes d'arthroscopie. La gorge des patients est alors remplie de solution saline, la technique chirurgicale n'est plus une dissection de l'amygdale mais une ablation superficielle couche par couche. Une chaleur suffisante doit alors être libérée par la sonde pour obstruer les vaisseaux qui sont sectionnés. La sonde ArthroCare EVac Xtra™ a été créée pour cette indication et ce fonctionnement (Figure 19). Elle possède 3 électrodes qui « pontent » un canal aspirateur large.



**Figure 19 : Trois sondes pour trois indications**

De gauche à droite : ArthroCare EVac Xtra™ (Amygdalectomie), ArthroCare Plasma Scalpel™ (dissection d'amygdalectomie) et ArthroCare Wound Wand™ (débridement de plaies) [149]

Il a été observé que ces sondes agissent différemment selon leur utilisation sur les tissus : différentes techniques d'amygdalectomies et d'ablation des végétations ont alors été développées à partir d'une même sonde. Ainsi, lorsque la sonde est utilisée par le côté, l'instrument développe une énergie jusqu'à trois fois plus importante (Figure 20). Pour les végétations, il est recommandé d'enlever le plus de tissu possible en réduisant la chaleur dissipée pour que le tissu reste souple. Pour cette procédure il est donc plutôt conseillé d'utiliser la sonde par le côté plat.



**Figure 20 : Courbe de puissance de la sonde EVac Xtra™ et comportement selon la technique chirurgicale [149]**

Le dernier exemple est la sonde de débridement ArthroCare Wound Wand™ développé pour le débridement des plaies superficielles dont l'utilisation est facilitée par l'ergonomie de la sonde ; la précision dans la taille d'excision des tissus est assurée grâce à deux fines électrodes en forme d'agrafes (Figure 19).

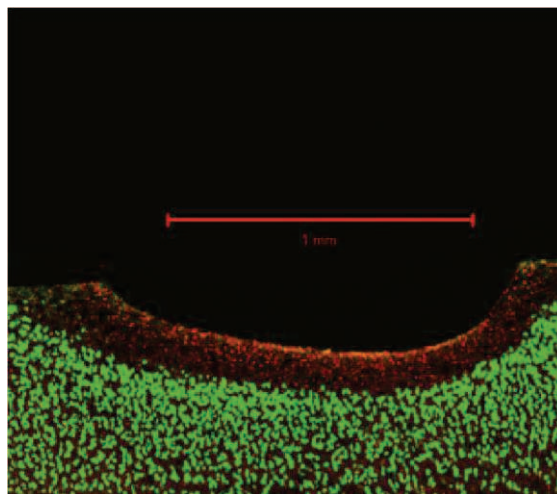
Une multitude de sondes a ainsi été créée, permettant le développement d'une multitude de techniques, chacune des sondes apportant une caractéristique géométrique et des caractéristiques physico-chimiques adaptées à chacune des indications (arthroscopie, otorhinolaryngologie, endoscopie...).

Cependant, il est important de noter que les études réalisées *ex vivo* portant sur les caractéristiques physico-électriques des sondes ne sont pas forcément représentatives des procédures chirurgicales. En effet, lors de l'utilisation *in vivo*, le contact (ou du moins la proximité) des tissus biologiques facilite la formation du plasma car le champ électrique est directement créé au contact de la sonde. Les émissions lumineuses sont alors visibles pour une tension bien moindre que lors des conditions dans une solution saline seule.

### 3. Connaissances histologiques

#### a. Profondeur des lésions

D'un point de vue histologique, plusieurs études ont recherché quel impact pouvait avoir la Coblation®, notamment sur la profondeur des lésions ainsi que sur la cicatrisation ultérieure. Des études *ex vivo* initiées par ArthroCare® et dirigées par l'équipe d'Amiel [4] ont été réalisées sur 6 cartilages articulaires de bovins (3 condyles fémoraux médiaux et 3 condyles fémoraux latéraux) avec 2 sondes différentes. Le mode d'application est l'effleurement de la surface à une vitesse de 3 à 4mm/s. Ces études ont montré que la taille de la nécrose cellulaire engendrée était d'environ 100 à 250  $\mu\text{m}$  (Figure 21). En outre, l'activité métabolique des tissus traités n'est pas modifiée par rapport à celle des tissus non-traités : les chondrocytes adjacents à la lésion conservent leur activité comparé aux chondrocytes des 6 condyles témoins non traités.



**Figure 21 : Profondeur d'une lésion de nécrose observée par microscopie [4]**

L'étude prospective randomisée en simple aveugle de Roje [107] menée sur 72 enfants a par ailleurs permis de corrélérer la profondeur des lésions avec la morbidité post-opératoire. En comparant l'utilisation de la Coblation® (sonde EVac ArthroCare, mode et temps d'application non connus), elle montre que plus la profondeur des lésions (lésions de destruction thermique sur les tissus amygdaliens) est importante, plus les symptômes sont présents (morbidité) et la récupération longue.

## b. Effets du temps d'application et de la puissance

Myomectosalinas en 2010 [88] a souhaité comprendre l'effet de la puissance et du temps d'application de la sonde de Coblation®. Des lésions ont été induites sur 15 langues fraîches de porc à différentes puissances d'utilisation après avoir injecté une solution saline dans les langues. Des lésions témoin ont été créées en suivant le même protocole mais sans injection de solution saline.

Il a été observé que, contrairement au temps d'application, la puissance affecte la taille de la lésion. Celle-ci est d'autant plus grande que la puissance est élevée. De même, l'injection de solution saline (chlorure de sodium) dans la sous-muqueuse augmente la taille de la lésion (1,2 à 2,9 cm de profondeur contre 0,2 à 0,8 cm à même puissance sans solution saline). Cela est lié à la création d'un plasma ionisé plus important.

À partir de ces études, l'auteur recommande de respecter une distance de 1 cm entre deux applications de la sonde afin de ne pas entraîner de chevauchements des lésions, tout en traitant correctement toute la surface.

## c. Influence sur la cicatrisation

En 2009 et 2012, Swibel et son équipe ont cherché à analyser la cicatrisation des sinus après Coblation® chez le lapin et chez le mouton.

Dans la première étude réalisée sur les lapins [126], 8 animaux ont été traités par Coblation® : la muqueuse de leur sinus maxillaire a subi une application de 2 secondes d'une sonde PROciseXP à une puissance de 7. Les muqueuses ont ensuite été biopsiées à 3, 7, 14, et 29 jours après l'intervention. Il n'y a pas eu de lot témoin.

Il a été observé que la Coblation® provoquait une perte immédiate de la surface respiratoire épithéliale et des lésions de brûlures au niveau des glandes séromucineuses sous-jacentes. 3 jours après l'opération, il a été noté une réépithelialisation avec un épithélium métaplasique squameux. Les glandes séromucineuses, quant à elles, ont subi une nécrose de coagulation. À 7 jours post-opératoires, l'épithélium était partiellement remplacé par un épithélium respiratoire. Les glandes séromucineuses ont alors été remplacées par des proliférations



fibroblastiques. À 14 et 29 jours post-opératoires, l'épithélium respiratoire était régénéré, la fibrose modérée.

La deuxième étude [126B] a été menée sur les cornets nasaux inférieurs de trois moutons. Ils ont été traités sur 3 zones différentes pendant 2, 4 ou 6 secondes. Les échantillons d'éthmoïde et des cornets ont été prélevés en bloc sur un mouton juste après l'opération et sur les deux autres 14 jours plus tard. Cette étude, qui par ailleurs a retrouvé les résultats en termes de cicatrisation de l'étude menée sur lapins, a montré que le temps d'application n'impactait pas la profondeur de la lésion. En revanche, la profondeur de la lésion était dépendante du type de tissu sous-muqueux présent.

Divi, en 2012, a étudié l'évolution des lésions des cordes vocales traitées par Coblation® chez 3 chiens. Cette étude [39] avait 2 objectifs :

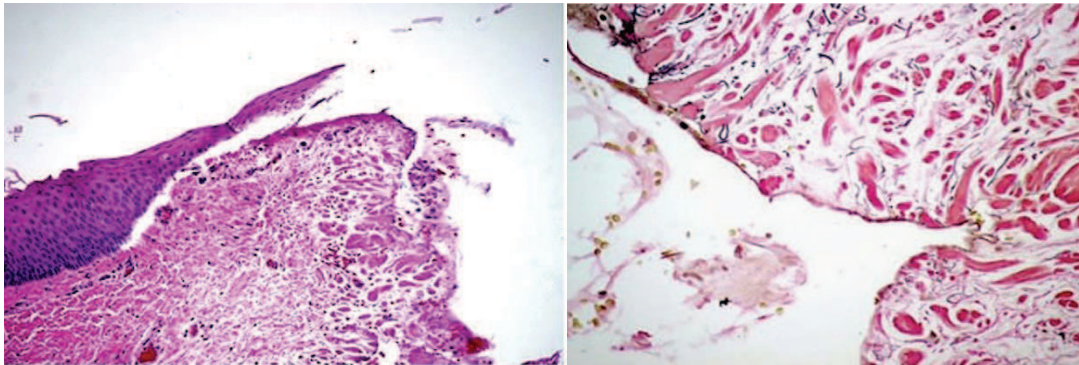
- identifier l'influence immédiate du réglage et du nombre d'applications de la sonde de Coblation® sur le développement de lésions ;
- suivre l'évolution de la cicatrisation de ces lésions à 4 et 7 jours.

Les 3 chiens ont subi la Coblation® localisée d'une corde vocale : 3 applications de la sonde au même endroit, la puissance étant réglée sur 7.

Sur le chien euthanasié à J0, la sonde de Coblation® a été appliquée sur 2 autres endroits de la seconde corde vocale suivant le protocole suivant : puissance 7 et 1 seule application ou puissance 5 et 3 applications.

À J0, J4 et J7, un chien a été euthanasié et ses cordes vocales prélevées. Les prélèvements ont été traités de manière classique (fixation au formol, paraffine, découpage et colorations diverses) et par immunohistochimie. Ainsi, les paramètres suivants ont été étudiés : la morphologie générale de la corde vocale ainsi que celle des fibres de collagène, d'élastine, les fibres musculaires, la fibrine, les globules rouges et la lignée blanche.

Les prélèvements réalisés immédiatement après l'opération ont montré une destruction de la surface supérieure de l'épithélium ainsi qu'une désorganisation et une destruction des fibres d'élastine (Figure 22). Une nécrose de coagulation est présente lorsque l'application de la sonde est répétée à un endroit donné. Aucune lésion musculaire n'a été notée quels que soient les réglages choisis, celles-ci se limitant à la *lamina propria*. Des colorations immunologiques n'ont pas montré d'inflammation particulière.

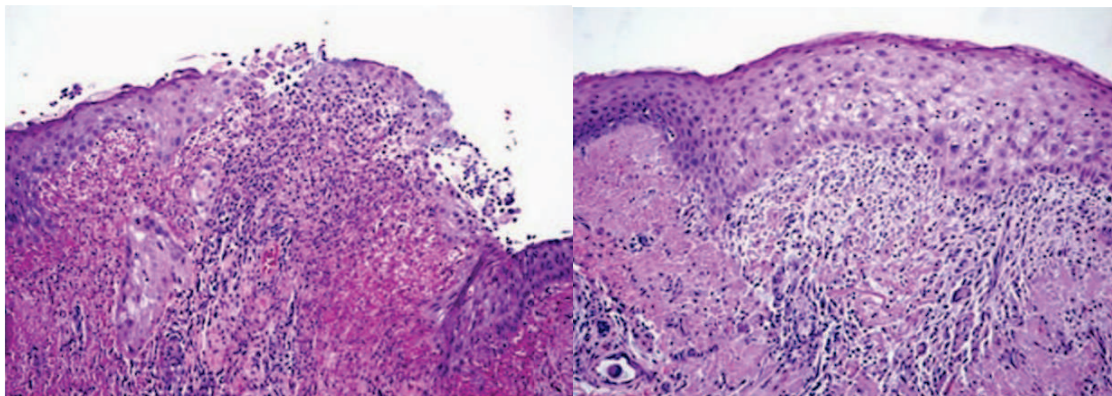


**Figure 22 : Observation de la corde vocale traitée par Coblation® à J0** [39]

La coloration hématoxyline-éosine (à gauche) montre une destruction de la surface supérieure de l'épithélium. La coloration argent (à droite) montre une désorganisation et destruction des fibres d'élastine en périphérie

Les prélèvements réalisés sur le chien euthanasié à 4 jours post-opératoires, ont montré la présence d'une réaction inflammatoire importante, caractérisée par la présence de macrophages et neutrophiles.

Au 7<sup>ème</sup> jour post-opératoire, la réépithélialisation était complète. Du tissu de granulation était présent ainsi que des fibroblastes accompagnant une néovascularisation (Figure 23).



**Figure 23 : Cordes vocales traitées par Coblation® à J4 (à droite) et J7 (à gauche)** [39]

Coloration hématoxyline-éosine. 4<sup>ème</sup> jour postop. (à gauche) : réaction inflammatoire majeure. 7<sup>ème</sup> jour postop. (à droite) : réépithélialisation complète

L'application avec réglage à puissance 5, ce qui s'apparente à l'électrocoagulation, a induit davantage de lésions de brûlures collatérales se traduisant par une séparation de l'épithélium et de la membrane basale sur une plus grande périphérie autour de la lésion. Cependant quels que soient les réglages, l'absence de lésion musculaire montre la sûreté de cette technique.

#### d. Comparaison avec d'autres techniques

Les effets de la Coblation® sur les tissus ont été comparés à ceux exercés par d'autres techniques d'électrochirurgie.

Chin a étudié les répercussions thermiques macroscopiques induites par l'utilisation du laser au CO<sub>2</sub> ou de la Coblation® lors d'exérèse intranasales réalisées sous endoscopie. Pour cela, il a procédé à l'exérèse de muqueuse nasale au niveau de l'éthmoïde sur 5 cadavres humains frais. Les 2 cavités nasales ont été prélevées avec l'une ou l'autre des techniques. Dans 40% des cas, le toit de l'éthmoïde prélevé par laser a montré une décoloration gris-noir macroscopique alors qu'il n'y en avait pas avec la Coblation® [30]. Les lésions thermiques liées à l'utilisation d'un laser au CO<sub>2</sub> induit des dommages plus importants que par Coblation®.

Certaines techniques comme le laser induisent des nécroses thermiques se traduisant par une destruction cellulaire et la création d'un tissu carbonisé agissant comme un corps étranger qui ralentit la cicatrisation. L'absence de cette réaction explique la rapidité de cicatrisation observée avec la Coblation®. Un inconvénient est cependant noté : la Coblation® entraînant une disparition du tissu, lors de tumeurs nécessitant un prélèvement adéquat afin de l'analyser histologiquement parlant, nous ne pouvons pas utiliser la Coblation®.

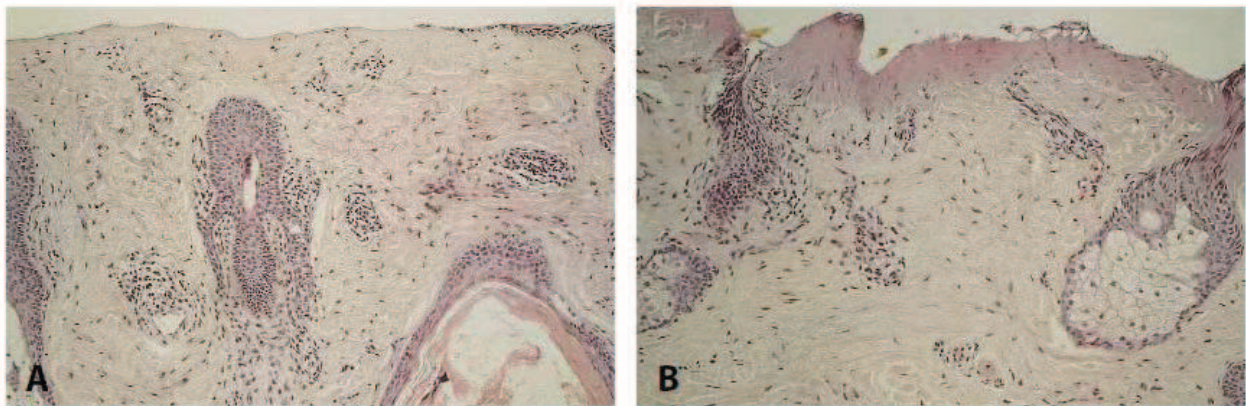
En 2001, Acland et ses collaborateurs ont comparé sur un plan histologique les effets du laser au CO<sub>2</sub> et la Coblation® lors du traitement des cicatrices d'acné sur le visage humain [1]. L'étude a porté sur 9 patients. Deux bandes de 2 x 1 cm ont été délimitées et ont été traitées à l'aide de 2 passages successifs d'une ou de l'autre technique. Des biopsies de 4 mm de diamètre ont été immédiatement après le traitement puis 3 mois plus tard. Une coloration à l'hématoxyline-éosine a été utilisée

afin d'observer la perte d'épiderme, les lésions thermiques du derme, la fibrose, ainsi que la réépithélialisation. En parallèle l'érythème et la réépithélialisation ont été observés cliniquement immédiatement et à 1, 2, 4 et 12 semaines.

Cliniquement, Acland a observé que la réépithélialisation était plus tardive avec le laser, même si la différence n'est pas significative :

- 1 semaine après l'application, l'épidermisation était complète pour 6 cas sur 9 traités par Coblation® versus 2 sur 9 traités au laser ;
- 2 semaines après application, l'épidermisation était complète pour tous les cas de Coblation® versus 7 sur 9 pour le laser ;
- à 4 semaines, l'épidermisation était complète pour toutes les plaies.

L'érythème a été significativement plus prononcé avec le laser à 1, 4 et 12 semaines. Il n'y a pas observé de différence significative sur l'évolution de la dépigmentation en revanche, la repigmentation a été plus rapide avec la Coblation®, laissant supposé que l'atteinte des mélanocytes a été plus faible qu'avec le laser. L'évolution de ces critères cliniques a pu être expliquée par l'étude histologique.



**Figure 24 : Étude histologique immédiate après traitement [1]**

A : Coblation® : perte subtotale à totale de l'épaisseur de l'épiderme. B : laser à CO<sub>2</sub> : perte de l'épiderme et apparition d'une bande éosinophile liée à une lésion thermique dermique (coloration Hématoxyline-Eosine)

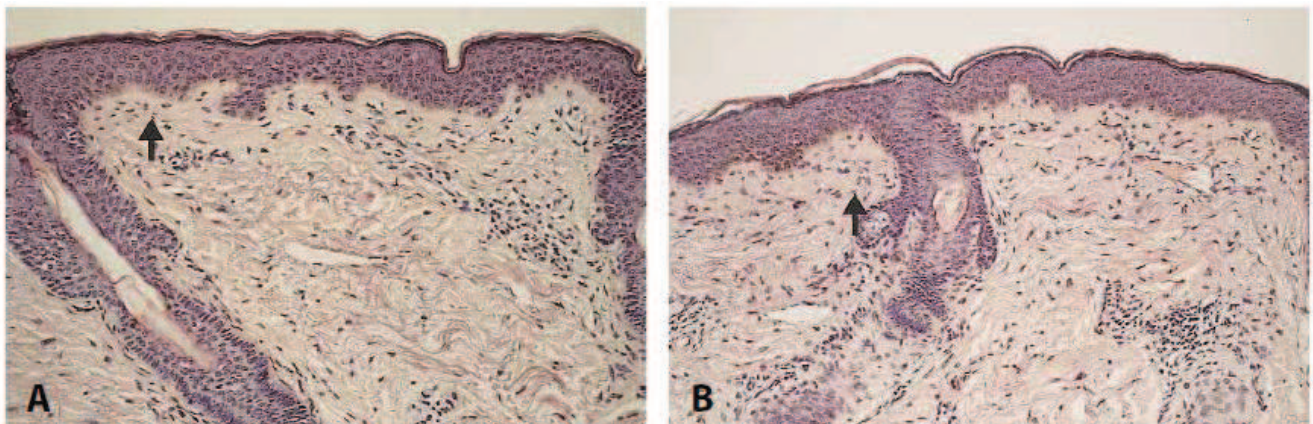
Immédiatement après le traitement, les lésions infligées par le laser ont été plus profondes : 103 µm versus 40 µm. Le laser a induit une élimination complète de l'épiderme mais également des lésions dites thermiques du derme, caractérisées par une zone hyperéosinophile homogène dans le derme superficiel correspondant à la perte de substance épidermique et plus focalement dans le derme profond



(Figure 24). Avec la Coblation®, la perte de substance épidermique a été subtotale à totale, la superficie étant plus importante. Dans le derme, aucune lésion thermique n'a été observée, juste une densification focale du collagène.

12 semaines après le traitement, il a été observé une fibrose du derme superficiel bien plus importante avec le laser (380 µm) qu'avec la Coblation® (210 µm) (Figure 25). Il faut cependant noter que la coloration utilisée (hématoxyline-éosine) n'apporte aucune information sur la viabilité réelle du collagène.

L'épaisseur de la fibrose induite par le laser semble corrélée à l'ampleur des lésions thermiques et non à la profondeur de l'ablation, d'où une épaisseur plus importante pour le laser. Avec la Coblation®, les lésions sont moins profondes, la zone de fibrose plus fine mais elle existe tout de même. Ainsi, la Coblation® semblerait donc induire une stimulation des fibroblastes par d'autres mécanismes que les lésions thermiques.



**Figure 25 : Étude histologique 12 semaines après traitement [1]**

L'épaisseur de la fibrose est indiquée par la flèche noire (coloration Hématoxyline-Eosine).

A : Coblation®, B : laser à CO<sub>2</sub>

En bilan, cette étude a démontré que les lésions induites par Coblation® étaient plus faibles qu'avec le laser. Il n'a pas été observé de lésions d'origine thermique. Ainsi, la cicatrisation a été plus rapide.

## 4. Avantages et inconvénients généraux

### a. Un outil multifonctions peu encombrant

La Coblation® permet une dissection fine, une section contrôlée et une coagulation simultanée. Lors de chirurgies endoscopiques, cela permet de limiter le nombre d'instruments, assurant une meilleure visibilité, aussi permise par de moindres saignements. Une diminution du temps d'intervention grâce à ces fonctions simultanées est rapportée par de nombreux auteurs [22, 46, 93, 95, 119, 138, 153].

### b. Absence de dommages collatéraux à faible température

La libération d'énergie au sein du tissu cible est moins importante et la chaleur libérée bien moins élevée (40-70°C contre 400°C). Ainsi, les effets de carbonisation sont évités (Tableau 1). Les dommages collatéraux sont réduits contrairement aux autres techniques d'électrochirurgie à haute fréquence.

Température dans le tissu	Effets
Jusqu'à 40°C	Aucun
40 - 50°C	Hyperthermie : modifications de la membrane cellulaire et des structures moléculaires intra-cellulaires Œdème Selon la durée : nécrose (mort cellulaire) et dévitalisation (destruction)
Environ 60°C	Coagulation (dénaturation) des protéines cellulaires Dévitalisation
Environ 80°C	Coagulation du collagène extra-cellulaire Destruction des membranes cellulaires
Environ 100°C	Déshydratation des tissus Selon la rapidité de l'évaporation : dessiccation et rétraction Ou coupure provoquée par la déchirure mécanique du tissu
À partir d'env. 150°C	Carbonisation (charbonnage)
À partir d'env. 300°C	Vaporisation (destruction du tissu entier)

**Tableau 1 : Effets de la température sur les tissus**

La chaleur émise participe à la section ou à l'élimination des tissus. Mais, les tissus situés en périphérie sont également impactés par l'utilisation d'une haute température sur un tissu cible, par transmission de la chaleur. Cela se traduit par le développement de lésions [148].

La Coblation® est à l'origine d'une dissolution douce et/ou d'une rétraction des tissus cibles à relativement faibles températures (<70°C). Les ondes ne traversent pas le tissu cible et donc n'atteignent pas les tissus environnants. La majorité de la chaleur est consommée dans le champ plasma créé ou plus précisément lors du phénomène de ionisation. La Coblation® exploite le bombardement des tissus par des ions, induisant des ruptures de ponts moléculaires. Il n'y a pas de création de chaleur en plus. Si la sonde n'est pas directement en contact avec le tissu, la pénétration thermique dans le tissu n'est que de 2 mm alors qu'elle est profonde avec l'électrochirurgie conventionnelle. En outre, le dos de l'instrument étant mousse et isolé, il y a peu de risque de léser les tissus adjacents lors d'utilisation dans des localisations exigües.

Ainsi, comparée au laser et à l'électrocoagulation, l'avantage majeur de la Coblation® reste le peu d'élévation de chaleur. Cependant, une chaleur modérée (70°C) reste présente.

En outre, il ne peut être exclu le développement, sur des tissus situés à distance, d'une brûlure, liée au contact du matériel avec un tissu plus superficiel que le tissu cible. De nombreux cas de brûlures péri-orales se développant en post-opératoires ont régulièrement été rapportées avec le laser ou le bistouri électrique. En effet, une étude clinique rétrospective menée par Nuara en 2008 [91] a permis de répertorier le nombre de cas de brûlures observées après amygdalectomie et/ou exérèse des végétations chez l'enfant sur une période de 8 ans. Les complications de brûlure ont été estimées entre 0,01 et 0,04%, ce qui est très rare. Les brûlures sont majoritairement de 1<sup>er</sup> degré (81,4%), de 2<sup>nd</sup> degré (7,6%) et de 3<sup>ème</sup> degré (11%). Plusieurs techniques chirurgicales ont été répertoriées (électrocoagulation, Coblation®, lame froide, bistouri bipolaire) mais l'étude ne permet pas de chiffrer la fréquence de chaque technique. Le laser n'a pas été utilisé dans cette étude. Il en ressort que les complications sont dans 68% des cas liées à une technique d'électrocoagulation, 12% à la Coblation®.

Toutes techniques confondues, les brûlures ont pour origine :

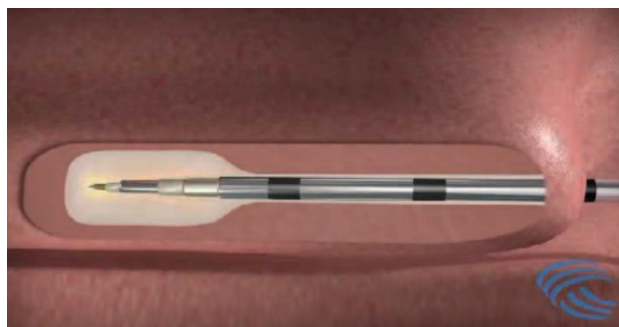
- un matériel défectueux (mauvaise isolation, ...) dans 32,2% des cas ;
- une erreur technique du chirurgien dans 10,5% des cas ;
- la chaleur transmise dans 6,5 % des cas ;
- indéterminée dans 50,8% des cas.

Il serait intéressant d'avoir ces résultats pour le laser. Néanmoins, cette étude a montré que la Coblation® n'induisait que de très rares complications de brûlure.

Enfin, une étude expérimentale a testé le comportement de produits ou matériaux inflammables présents dans un bloc opératoire lors d'application directe d'une sonde de Coblation® au maximum de sa puissance, au sein d'une atmosphère saturée en oxygène afin d'augmenter au maximum les risques. Les résultats ont été satisfaisants puisqu'aucun matériau ne s'est enflammé quel que soit le temps d'application de la sonde [78].

### c. La réduction volumétrique canalaire

La Coblation® est la seule technique permettant une réduction volumétrique, notamment lors de Coblation® canalaire. La réduction volumétrique canalaire, littéralement « Coblation® canalaire » en anglais, consiste à insérer la sonde au sein d'un tissu mou à la manière d'un foret de perceuse (Figure 26). Une fois en place, la sonde est activée, créant ainsi à son extrémité le plasma ionisé responsable de la rétraction importante des tissus. Ainsi, au lieu de réaliser une ablation de la partie superficielle d'un tissu, il est induit une diminution volumétrique par la Coblation® en son sein. Aucune solution saline n'est apportée par la sonde, mais c'est le liquide interstitiel extracellulaire qui permet la création du plasma ionisé [149].



**Figure 26 : Coblation® canalaire** [12]



#### d. Effet bactéricide

L'étude de Sönnnergren et al. en 2012 [121] a pu montrer l'effet bactéricide *in vitro* de la Coblation® sur les principales contaminations bactériennes et fongiques rencontrées dans les plaies : *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. Dans l'ensemble de ces cas, quelles que soient les conditions de culture (aérobie / anaérobie) ou le temps d'application, la Coblation® a eu un effet bactéricide et aucun développement microbien n'a été observé. Cet effet serait, selon l'auteur, lié à la fois à l'augmentation localisée de la température (52-70°C), ainsi qu'à la production de radicaux hydroxyles en réaction au champ plasma, connus pour leurs effets bactéricides. Les parois bactériennes sont détruites, ce qui sous-entendrait un effet mécanique également de la Coblation®. Cette technique semble ici activement détruire les biofilms par ailleurs responsables de résistance aux antibiotiques par leurs propriétés isolantes.

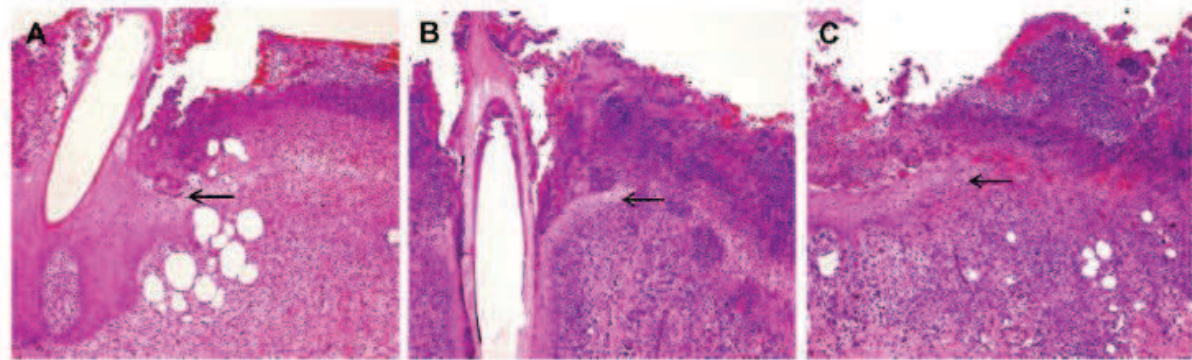
En 2012, l'équipe de Nusbaum a comparé l'efficacité de 3 techniques de parage de plaies infectées [92]. L'étude a porté sur 135 plaies cutanées créées et réparties sur le dos de 9 porcs. Les plaies ont été inoculées par un germe multi-résistant (SARM, *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline) et couvertes par un pansement polyuréthane pendant 48 heures afin de favoriser la formation d'un biofilm.

Suite à cela, un parage de plaie a été réalisé selon plusieurs techniques : dissection froide, hydrochirurgie et Coblation® (puissance normale et puissance maximale). Les plaies témoins n'ont pas été parées. Des biopsies ont été réalisées immédiatement après parage, puis 2, 9, et 21 jours plus tard pour effectuer des analyses bactériologique et histologique.

Quelle que soit la technique de parage, l'épidermisation a évolué de façon identique par rapport aux plaies non parées : elle était complète à J21.

À J2, l'épiderme était plus épais sur les plaies non traitées ou parées à la lame froide que celles d'hydrochirurgie ou de Coblation®. À J9, seules les épidermes des plaies traitées par Coblation® étaient plus fin que les autres. Au final, les différents épidermes se sont remaniés et donc amincis. À J21, il n'y avait plus de différence significative entre les plaies quelle que soit la technique ;

Dans les plaies non parées, une épaisse infiltration leucocytaire neutrophilique a été observée. À J2, l'infiltration a continué d'augmenter mais dans une moindre mesure dans les plaies traitées par Coblation® ( $p < 0,05$ ) (Figure 27). Après 9 jours, l'infiltration était identique dans toutes les plaies traitées mais significativement inférieure à celle des plaies non parées.



**Figure 27 : Biopsies 2 jours après parage [92]**

Les flèches montrent la limite de l'épithélium. L'infiltration subépithéliale est moins épaisse pour la Coblation® (A) que pour l'hydrochirurgie (B) ou la dissection froide (C)

Les leucocytes neutrophiles traduisent le développement d'une inflammation aiguë. Ils sont bénéfiques car ils participent activement à l'élimination des bactéries, des corps étrangers, des cellules mortes. Ils libèrent également des facteurs VEGF et IL8 qui favorisent la revascularisation et la reconstruction tissulaire. Néanmoins, ils libèrent des radicaux libres, des protéases qui dégradent la matrice extracellulaire et les protéines actives de la reconstruction. Ainsi, cette phase est indispensable en début de cicatrisation mais ne doit, en aucune façon, se prolonger sous peine de ralentir le phénomène de cicatrisation. Sa disparition est signe de décontamination de la plaie.

Concernant la nécrose, seules les plaies traitées par Coblation® ont présenté une fine couche de nécrose (100  $\mu\text{m}$ ) qui a complètement disparue à J2. Le parage à la lame froide et l'hydrochirurgie sont des techniques complètement athermique. En outre, à partir de J9, la fibrose cicatricielle était équivalente dans les 3 techniques, une néo-vascularisation s'était développée au sein de zones de dépôt de nouveau collagène, signe de la présence d'un tissu de granulation. Ainsi, la nécrose thermique induite par le Coblation® est tellement faible, qu'elle ne ralentit pas le phénomène de cicatrisation ;

Si le parage à la lame froide est reconnu comme le « gold-standard » du parage de plaie pour éliminer nécrose et tissus infectés, les nouveaux traitements semblent plus efficaces sur la diminution du nombre de colonies de SARM. La Coblation® a montré une diminution significativement supérieure aux autres techniques à puissance maximale : la différence est présente à J2 mais non significative, elle le devient à J9. Il faut noter que la Coblation® à puissance maximale est plus efficace qu'à puissance normale pour la réduction du nombre de colonies.

En bilan, la Coblation® ne présente pas effets néfastes sur la cicatrisation : l'épidermisation est identique aux autres techniques (pourcentage et épaisseur d'épiderme). Du fait de son efficacité à puissance maximale contre les colonies bactériennes, elle réduit significativement la phase inflammatoire aiguë et favorise ainsi une reconstruction tissulaire précoce.

Ces études ont un intérêt tout particulier pour la médecine vétérinaire, car les animaux présentent des plaies très souvent contaminées en raison de leurs origines (morsure, griffure, accident de la route, ...) et leur évolution (léchage, contact avec les poils, contact avec des germes telluriques, ...).

#### e. Propriétés angiogéniques

Même si cela est mieux connu pour les tissus ostéo-articulaires (cartilages, tendons), des propriétés de néo-vascularisation accrue ont été observées après des traitements de tissus à l'aide de plasma ionisé. Yamamoto (2000) a ainsi montré que l'application de radiofréquence sur le myocarde de chien, induisant un plasma ionisé et la création de radicaux libres, permettait une colonisation des lésions par de nouveaux vaisseaux diminuant les risques de crises cardiaques. C'est la Trans-Myocardial Revascularization [152].

Tasto (2003) a utilisé la même approche pour traiter les tendons et favoriser le développement d'une riche néo-vascularisation [130]. Des analyses histologiques ont montré une augmentation des facteurs de croissance des endothéliums vasculaires. En outre, la libération de cytokines (IL-1, IL-8) et de protéines du choc thermique engendrée par l'inflammation contrôlée améliorerait la reconstruction musculaire par rapport à l'électrochirurgie classique [116].

## f. Innocuité sur le matériel électronique alentour

Les patients traités peuvent être porteurs de matériel implanté. Avant d'utiliser la Coblation®, il a été vérifié qu'il n'existait pas d'interférences avec ce matériel afin de ne pas compromettre la survie du patient.

Une étude sur 12 porcs [8] a montré que, contrairement aux précautions jusque-là décrites, l'intégrité des implants cochléaires (implantés lors de surdité profonde) restait inchangée lors d'utilisation de Coblation® dans la cavité buccale. La circulation du courant électrique étant exclusivement locale, aucun impact n'a été observé sur l'appareil électronique cochléaire, contrairement à l'utilisation d'un bistouri électrique monopolaire. La figure 28 schématise cette différence de circulation du courant :

- localement au niveau de l'électrode (Coblation®) ;
- entre le bistouri électrique et la plaque assurant le retour du courant. Ce dernier peut alors passer à proximité des implants cochléaires et peut occasionner dérèglements et troubles électriques.

Une étude théorique reste nécessaire, mais ces 1<sup>ers</sup> résultats sur porcs indiquent qu'il ne semble pas y avoir de risque majeur pour le matériel implanté.

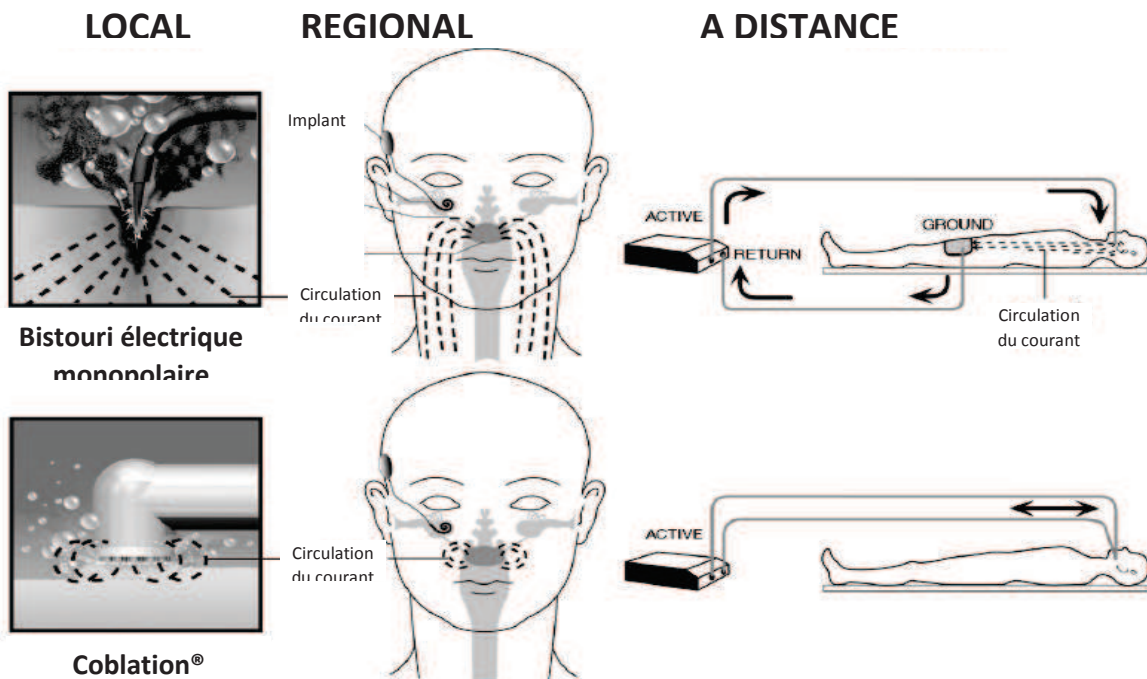


Figure 28 : Comparaison des effets locaux, régionaux et à distance de l'utilisation de la Coblation® et d'un bistouri électrique lors de l'ablation des végétations [8]

### g. Nécessité d'un chirurgien expérimenté

Il existe par ailleurs quelques inconvénients à l'utilisation de la Coblation® : elle requiert une technicité de la part du chirurgien, qui se doit de connaître le principe de fonctionnement, les réglages d'intensité ainsi que les gestes techniques correspondants à la chirurgie et la sonde utilisée.

Selon les sondes, différentes angulations sont permises et les accès sont ainsi relativement aisés. La variabilité des sondes permet aussi diverses actions et une meilleure adaptabilité comparée aux autres techniques.

### h. Coût du matériel

Ce matériel est onéreux et présente un certain encombrement : l'appareil, le dispositif de contrôle du débit, la commande au pied et surtout les différents câbles qui encombreront la table chirurgicale (arrivée du NaCl, aspiration, branchement à la machine). Avec les sondes « Dry wands », la Coblation® nécessite toujours la présence d'une solution ionique et donc l'irrigation continue de la sonde sans interruption le long de l'intervention.

Les sondes sont à usage unique en médecine humaine mais sont réutilisées après avoir été re-stérilisées par une solution enzymatique en chirurgie vétérinaire. Il est cependant important d'en vérifier l'intégrité régulièrement car une usure plus importante de la sonde sera observée et un risque de dysfonctionnement ou de détérioration accru.

En conclusion, les avantages de la Coblation® sont nombreux par rapport aux autres méthodes. Les indications vétérinaires sont encore peu importantes, ce qui n'est pas le cas en médecine humaine où elle a pris un essor considérable et continue à se développer. Nous allons donc détailler chacune de ces indications et tenter d'analyser et comprendre les divers avantages et inconvénients de la Coblation® dans ces interventions chirurgicales.

## **PARTIE 2 :**

# **INDICATIONS DE LA COBLATION® EN CHIRURGIE DES TISSUS MOUS**



Dans cette deuxième partie seront abordées en premier lieu les utilisations les plus courantes, et principalement en chirurgie des amygdales, puis du palais, de la langue, des sinus et cornets nasaux. Les différentes techniques de Coblation® s'offrant au chirurgien et les différents avantages et inconvénients seront présentés. Seront aussi abordées les indications en chirurgie oncologique, en cosmétologie entre autres. En effet, chacune de ces indications peut avoir un intérêt majeur en chirurgie vétérinaire.

Le domaine oto-rhino-laryngologique occupe une place prépondérante dans l'utilisation de la Coblation®. La praticité d'utilisation dans ces zones parfois difficiles d'accès du fait de la conformation est rendue possible par la diversité des stylets disponibles. Ces zones étaient classiquement traitées par laser à l'origine de complications notamment thermiques importantes. C'est dans ce contexte que cette technique peu thermique a été développée.

## 1. Amygdalectomie / ablation des végétations

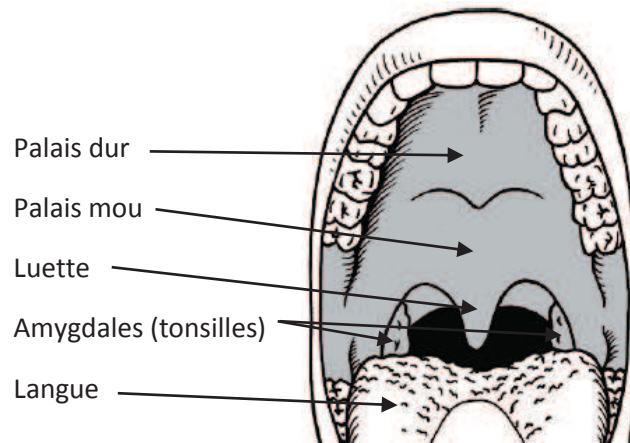
### a. Contexte médical et indications

La Coblation® permet de traiter les hypertrophies amygdaliennes surtout chez l'enfant chez qui elles provoquent des obstructions (Figure 29). La Coblation® participe à la gestion chez les humains des syndromes obstructifs d'apnée-hypopnée du sommeil [45, 72, 154]. Elle intervient dans le traitement de nombreuses affections : pharyngite récurrente, transport streptococcique des amygdales, abcès récurrents, mauvaise haleine, néoplasies des amygdales [18] ou bien encore extraction d'amygdalolithes (lithiases amygdaliennes) [25].

Les amygdales (ou tonsilles) sont les organes lymphatiques de la gorge qui sont situées au niveau du pharynx, à l'entrée des voies respiratoires (Figure 29). En cas d'inflammation, elles peuvent présenter une modification de leur aspect et de leur volume et être douloureuses. Malgré la controverse sur les avantages de la suppression d'un tissu chroniquement infecté et le préjudice éventuel induit par l'élimination d'un tissu immuno-inducteur important, l'exérèse de ce tissu est souvent indiquée. L'ablation des amygdales (amygdalectomie ou encore tonsillectomie) est en effet la procédure chirurgicale la plus pratiquée dans la spécialité Oto-rhino-



laryngologie. Pourtant, cette procédure continue d'être étudiée car elle est la source de saignements importants et de douleur post-opératoire non négligeable qui conduisent trop souvent à une déshydratation des patients et une reprise reportée de leur activité.



**Figure 29 : Anatomie du naso-pharynx** [124]

Différentes techniques ont donc été testées afin de diminuer ces effets post-opératoires. Le bistouri Harmonique®, le laser à CO<sub>2</sub> ont ainsi été étudiés. Les résultats sont inchangés : le risque de saignement est identique et la dysphagie des patients dure encore plusieurs jours.

## b. Technique chirurgicale

L'utilisation de l'ablation des tissus par radiofréquence (i.e Coblation®) intervient suivant deux techniques chirurgicales dans le but de diminuer la douleur et la dysphagie après 24 heures seulement. Une technique consiste à appliquer une sonde à l'intérieur du tissu amygdalien pour en permettre l'ablation par réduction volumétrique alors que l'autre utilise la Coblation® en surface pour enlever 90% de l'amygdale. Les deux techniques sont sûres et relativement non douloureuses.

### i. Ablation et réduction volumétrique

L'ablation est réalisée sous anesthésie locale ou générale. Friedman rapporte ses résultats en 2001 après 150 interventions réalisées [43]. Il a utilisé la sonde Reflex Ultra d'ArthroCare, qui pénètre à l'intérieur du tissu amygdalien 6 à 8 fois pendant environ 15 secondes (Figure 30).

Il rapporte que chez 92% des patients, une reprise de l'alimentation normale a été observée dans les 48h après la procédure.

Le plus gros inconvénient de cette technique est qu'il est impossible de prédire la réduction finale obtenue du tissu. Cette réduction varie de 30 à 75% avec une moyenne de 60%. Cela est suffisant dans la majorité des cas lorsqu'il s'agit d'un traitement complétant une chirurgie du palais dans les cas d'obstruction respiratoire et d'apnée du sommeil. Le rétrécissement apparaît entre une et trois semaines après l'opération [43].



**Figure 30 : Réduction volumétrique** [43]

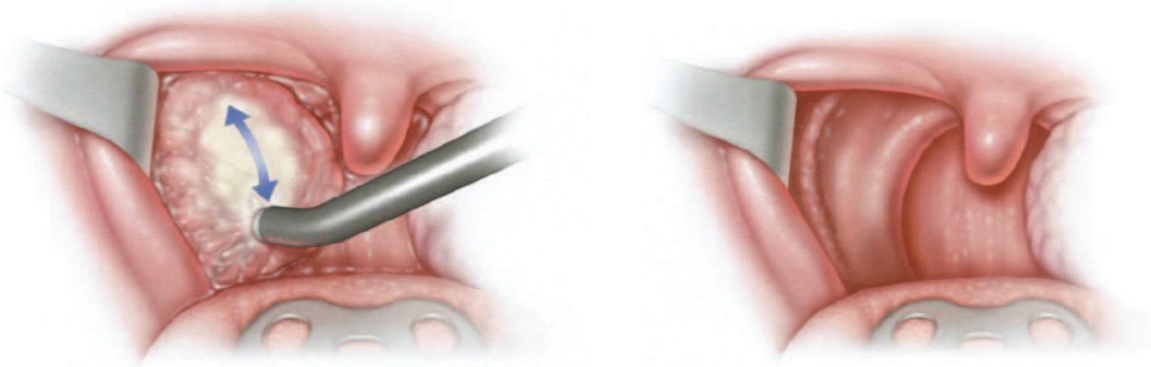
À gauche, points d'entrée de la sonde. La partie active de la sonde est complètement submergée à l'intérieur du tissu amygdalien. À droite, 3 semaines après l'opération, une amygdale de taille et d'apparence normale est visible.

Le deuxième inconvénient est le gonflement présent juste après l'opération avant que la réduction définitive ne puisse être observée. En post-opératoire immédiat, le gonflement dépasse la réduction si bien que l'amygdale est parfois de taille supérieure à sa taille initiale. Chez les patients présentant une obstruction partielle des voies aériennes supérieures, cela peut être dangereux. Pour ces deux raisons, cette technique n'est préférée à la seconde que lors de cas spécifiques, notamment lorsqu'une anesthésie générale est contraindiquée.

## ii. Coblation® en surface

La deuxième technique utilise l'irrigation saline en surface pour créer le plasma ionisé permettant la Coblation® (Figure 31). La sonde PROcise d'ArthroCare vient frôler la surface du tissu, la diminution est progressive et proportionnelle à la durée d'application. C'est le chirurgien qui apprécie la quantité de tissu à enlever. Une anesthésie générale est préconisée associée à une intubation pour éviter les fausses déglutitions. Tant que le muscle n'est pas lésé ou exposé, les saignements et la douleur sont généralement évités. Cette technique induit habituellement un saignement mineur de surface, contrôlé à l'aide de la sonde. Une élimination de 90% du tissu est permise avant que le muscle sous-jacent ou les piliers musculaires adjacents ne soient lésés. La réduction est immédiate et une faible quantité de tissu est laissée *in situ* pour éviter de léser les tissus non concernés.

Comparé à une amygdalectomie classique, le seul désavantage important est l'impossibilité du retrait complet des amygdales. Cette utilisation est donc idéale dans le traitement des troubles obstructifs du sommeil mais pas pour les infections amygdaliennes puisqu'un tissu résiduel peut permettre une persistance de l'infection. Ceci est cependant à pondérer avec le fait que les amygdalectomies classiques laissent elles aussi parfois un peu de tissu.



**Figure 31 : Coblation® en surface** [43]

À gauche, durant l'intervention, le stylet effleure de haut en bas l'amygdale dans une solution saline. À droite, après 1 semaine, seulement un tissu résiduel d'amygdale est visible dans la fosse

### c. Avantages et inconvénients

Certains avantages sont reconnus : la diminution du saignement en per-opératoire, entraînant une meilleure visibilité par exemple. D'autres sont plus ou moins controversés, comme les hémorragies secondaires post-opératoires. Les études s'appuient sur de nombreux paramètres pour étudier les avantages ou inconvénients de cette méthode.

D'une manière générale, les études comparent une technique par rapport à une autre et donc chacun des inconvénients et/ou avantages (douleur, saignements, temps opératoire ...). Les résultats sont donc élaborés comme étant meilleurs ou moins bons qu'une autre technique, de manière significative ou non. Il faut donc être prudent en interprétant ces études comparatives.

#### i. Temps opératoire

L'analyse de nombreuses études publiées (prospectives, cliniques, randomisées, en double aveugle) a montré que le temps opératoire d'une amygdalectomie s'avérait être plus court par Coblation® que par électrocautérisation ou dissection froide [76, 135]. Le temps moyen est de 10 minutes de chirurgie pour la Coblation® contre 36 minutes avec la dissection classique (92 patients pédiatriques) [138]. Cela a été confirmé par Paramasivan, en 2012 (Figure 32) [95].

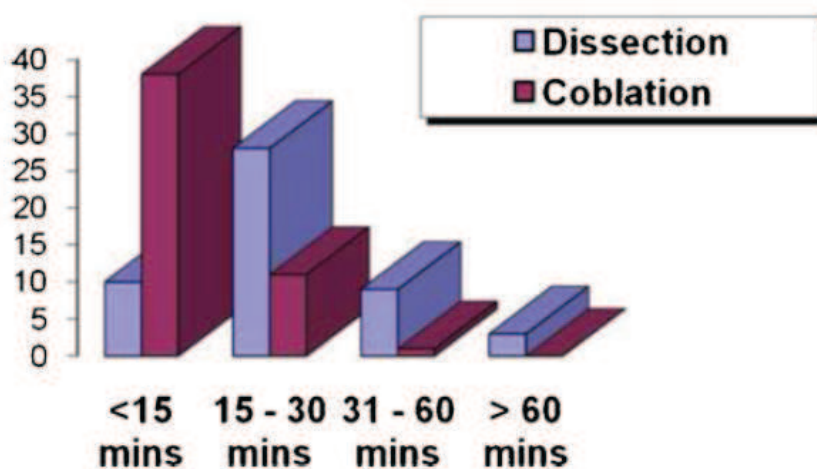


Figure 32 : Répartition des interventions en fonction du temps opératoire [95]

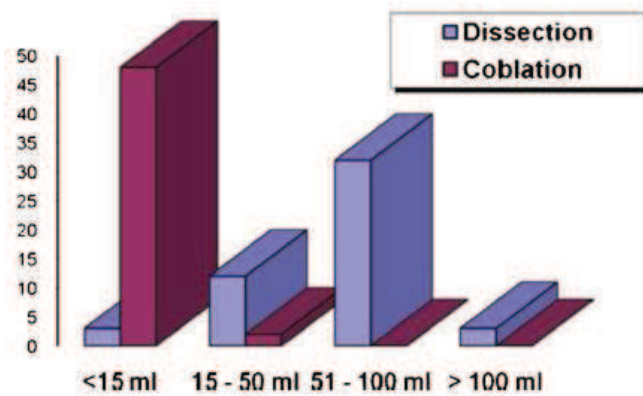
En revanche, une technique est décrite comme étant plus rapide que la Coblation® : le microdébridement®, composé d'une fraise qui élimine les tissus et d'un système d'aspiration pour l'évacuation des débris. L'étude prospective, randomisée, en double aveugle de Wilson a comparé trois techniques d'amygdalectomie : la Coblation®, la technique de dissection classique et le microdébridement® [143]. Les éléments de comparaison sont des paramètres chirurgicaux (temps opératoire, perception du chirurgien ...), l'efficacité, la morbidité (douleur, complications ...) et le coût. Elle a été réalisée sur 156 patients pédiatriques, et rapporte que :

- la technique de microdébridement® est la plus rapide, avec un temps moyen de 16 minutes ;
- la Coblation® permet aux patients d'arrêter les analgésiques 2 jours avant ceux traités par technique classique ;
- les patients traités par Coblation® et par microdébridement® reprennent une alimentation normale et une activité normale plus rapidement que par technique classique ;
- le microdébridement® est moins coûteux ;
- les trois techniques ne montrent aucune différence significative en termes de difficulté, de douleur, ou de complications post-opératoires.

## ii. Hémorragies per-opératoires et post-opératoires

Grâce aux propriétés hémostatiques de la Coblation®, les saignements per-opératoires lors d'amygdalectomie sont moins importants avec la Coblation® [76, 95] (Figure 33). Il a été rapporté :

- 6,8 mL de sang perdu contre 30 mL avec une dissection froide des amygdales, étude menée chez 92 patients pédiatriques, avec une sonde EVac 70, puissance 7 ;
- ou encore 5,25mL contre 21,5mL pour l'ablation des végétations par dissection froide, réalisée sur 2 groupes de 30 patients [94, 138].



**Figure 33 : Répartition des interventions en fonction des pertes sanguines [95]**

Si les saignements per-opératoires peuvent être évalués par le chirurgien, ce n'est pas le cas des saignements post-opératoires. Ces derniers sont classés selon leurs types :

- les primaires (post-opératoires directs) ou les secondaires (après 3 à 7 jours selon les études) ;
- selon leur intensité : ceux ne nécessitant pas de traitement, ceux nécessitant une coagulation par un médecin, et ceux nécessitant une admission à l'hôpital pour un retour au bloc-opératoire ou en raison d'une déshydratation.

Dans les meilleurs cas, les études montrent qu'il n'y a pas de différence significative du taux d'hémorragies primaires et secondaires suite aux amygdalectomies par Coblation® par rapport aux autres techniques [38, 86]. Il y a même moins de complications liées à la déshydratation [50]. Le taux d'hémorragies post-opératoires varie entre 4,1% et 4,9% ([85, 86], méta-analyses sur 6300 patients).

D'autres auteurs ont observé que les saignements secondaires retardés survenaient plus souvent que les saignements primaires. Les plus graves peuvent nécessiter un traitement chirurgical (retour au bloc opératoire) [5, 67, 146].

L'analyse des données chiffrées montre que les saignements secondaires tardifs sont effectivement plus courants (94,3%) que les saignements primaires (5,7%) [67, 137]. Le taux d'hémorragies secondaires est moins important chez les enfants (0,95%) que chez les adultes (4,4%) ([16], 844 patients).

Les valeurs chiffrées du taux d'hémorragies secondaire varient beaucoup en fonction des études (Tableau 2). Dans certaines publications, il est rapporté 7,9% d'hémorragies secondaires avec la Coblation® contre moins de 0,8% avec la technique de dissection classique [144]. Une autre étude portant sur 4437 patients a rapporté un taux d'hémorragies secondaires de 23,5% avec la Coblation® contre 14,4% toutes techniques confondues (dissection froide, bistouri électrique et Coblation®) [112].

Windfuhr et son équipe ont analysé les données de 63 patients opérés par Coblation®. Il a noté qu'en additionnant les hémorragies majeures et les mineures comme la présence de caillots ou d'expectorations teintées de sang (dans 27% des cas), on obtenait un taux d'hémorragies primaires et secondaires post-amygdalectomie de 34,9% par Coblation® [144].

Certaines cliniques ont préféré abandonner la Coblation® après avoir observé, au sein de leur bloc opératoire, un taux d'hémorragies secondaires multiplié par 2,7 à 6,5 depuis la mise en place de cette technique soit respectivement :

- 15,4% pour la Coblation® versus 5,8% avec la dissection classique [112] ;
- 22,2% alors qu'ils n'observaient que 3,4 d'hémorragies avec la dissection classique [89].

Néanmoins, si le taux global d'hémorragie est parfois augmenté, le degré de ces dernières ne l'est pas forcément. La Coblation® a tendance à provoquer de petits saignements mineurs ne nécessitant que rarement un traitement [112].



Étude [Réf]	Type	Nombre de patients	Saignements			
			Coblation®	Électrocoagulation	Microdébridement	Laser CO <sub>2</sub>
Noon, 2003 [89]	Rétrospective	65 (36+29)	22,2% de saignements post-opératoires	3,4% de saignements post-opératoires		
Wang, 2009 [138]	Prospective, randomisée	92 enfants	moins de saignements per-opératoires (6,8 mL en moyenne)	plus de saignements per-opératoires (30 mL en moyenne)		
Giles, 2009 [48]	Rétrospective	748	plus de saignements			1,61 % de saignements
Liu, 2010 [73]	Rétrospective	986	2,6% de saignements avec chirurgiens de 1 <sup>ère</sup> année, 0,9% avec des séniors	Moins de saignements secondaires		
Gallagher, 2010 [47]	Rétrospective	4776	2,8% de complications (hémorragies nécessitant une prise en charge médicale ou chirurgicale)	3,1% de complications	0,7% de complications	
Mosges, 2010 [85]	Méta-analyse	6290	4,9% de saignements			
Mosges, 2011 [86]	Méta-analyse	796	4,1% de saignements			
Omrani, 2012 [93]	Prospective, randomisée, double aveugle	94 (2x47)	pas de différence significative. 1 à 4% d'hémorragie			
Paramasivan, 2012 [95]	Prospective, randomisée	50 enfants	moins de saignements	plus de saignements		
Moesgaard, 2012 [84]	Prospective	198	moins de saignements	plus de saignements		
Khan, 2012 [66]	Rétrospective	239	pas inhérent à la technique			
Amir, 2012 [5]	Rétrospective	2541	pas de différence significative dans les 10 premiers jours, mais plus d'hémorragies retardées			
Kim, 2013 [67]	Rétrospective	1397	pas de différence significative dans les 10 premiers jours, mais plus d'hémorragies retardées			
Ozkiris, 2013 [94]	Prospective	60 (2x30)	moins de saignements per-opératoires (5,25 mL en moyenne)	plus de saignements per-opératoires (21 mL en moyenne)		
Sarny, 2013 [112]	Prospective, multicentrique	4437	23% de saignements, mais plus de petits saignements			

**Tableau 2 : Principales données bibliographiques sur les saignements lors d'amygdalectomie**

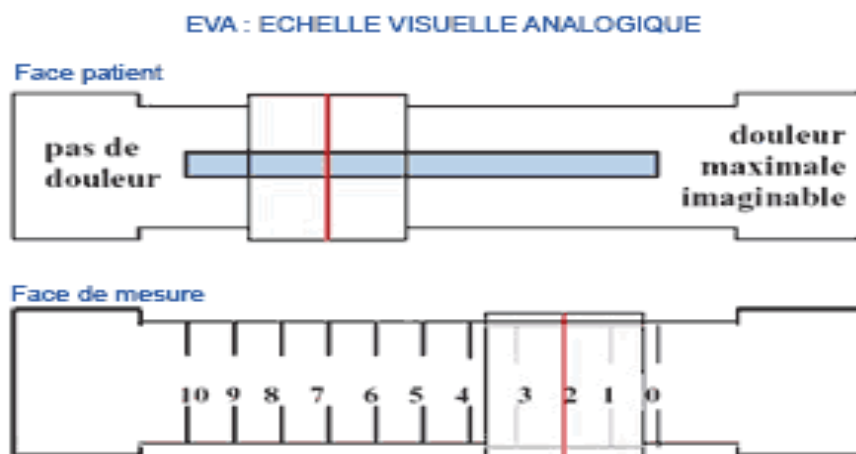


Quelques explications sont avancées au sujet de ces taux relativement importants. Les auteurs pensent que les infections peuvent entraîner des hémorragies, tout aussi bien qu'une reprise d'une alimentation inappropriée. Or, la Coblation® diminuant la douleur, les patients ont tendance à reprendre leur alimentation normale assez tôt, ce qui peut expliquer en partie ces saignements. En outre, la Coblation®, bien que facile à utiliser en apparence, nécessite une certaine expérience. Un manque de pratique entraînerait une augmentation des complications [73]. Certains auteurs concluent que les techniques de dissection chaudes sans distinction d'intensité thermique (Coblation®, électrocoagulation) ont un taux de complications plus élevé que les dissections froides [74].

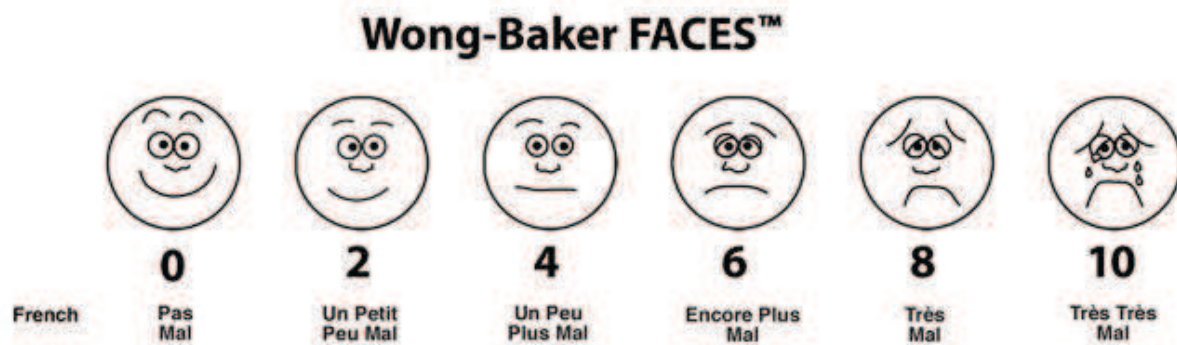
### iii. Douleur

Il existe plusieurs paramètres pour tenter d'évaluer au mieux la sensation de douleur ressentie par le patient.

Elle peut être évaluée à partir du ressenti du patient, grâce aux échelles visuelles analogiques de la douleur (Figure 34) : le patient place le curseur selon sa douleur, ce qui permet d'obtenir une note entre 1 et 10. La seconde technique, l'échelle de douleur Wong Baker faces, est plus adaptée aux sujets pédiatriques (Figure 35).



**Figure 34 : Échelle visuelle analogique [120]**



**Figure 35 : Échelle d'évaluation de la douleur Wong-Baker Faces [95]**

Ainsi, une échelle subjective ( curseur / figures) devient objective (note de 1 à 10) et permet de comparer la douleur dans le temps et entre les sujets.

Il est également important de considérer la gestion de la douleur par les analgésiques auto-délivrés par le patient lui-même lors de son hospitalisation. Les doses et les quantités administrées ont été recensées et comparées. Un carnet de suivi post-opératoire a été utilisé afin d'analyser l'observance de l'ordonnance prescrite. Il arrive en effet que certains patients stoppent le traitement analgésique avant la fin recommandée, signant une diminution de leur douleur. Ces techniques tendent à rendre objectif un paramètre important qu'est la douleur, pourtant subjective.

D'autres paramètres de morbidité servent d'indicateur de la douleur : le retour à une activité normale, le retour à une alimentation normale (solide) ainsi que le nombre de jours d'arrêt de travail (adultes) ou d'absence à l'école ainsi que le nombre de jours d'immobilisation d'un des parents à la maison pour accompagner son enfant.

Dans l'objectif de réduire au maximum la douleur ressentie par les patients et surtout les enfants, de nombreuses études ont été menées afin d'établir quelle était la technique la moins douloureuse. En 2006, Polites a réalisé une étude clinique prospective, randomisée en double aveugle, portant sur 30 adultes devant subir une amygdaléctomie [103] :

- classique d'un côté choisi aléatoirement ;
- par Coblation® de l'autre.

Il a observé que la diminution de douleur était significative dans les premiers jours post-opératoires, c'est-à-dire jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour. Entre le 4<sup>ème</sup> et le 10<sup>ème</sup> jour, il n'y a

plus de différence significative de douleur entre les 2 techniques. En 2008, Magdy a noté une diminution de la douleur résiduelle tardive (après 12 jours) sur les amygdales traitées par Coblation® par rapport à celles traitées par les autres techniques (dissection froide, bistouri électrique monopolaire, laser à CO<sub>2</sub> - étude portant sur 60 patients [76]).

La douleur est considérée comme moins importante après traitement par Coblation® que par bistouri à ultrasons ou électrocautérisation [90, 97, 98]. Le laser semble être plus douloureux, car la Coblation® apporte un meilleur confort post-opératoire se traduisant par :

- une plus faible utilisation d'analgésiques, surtout dans les 12 premières heures post-opératoires [96] ;
- une reprise de l'alimentation normale plus rapide [14, 82].

Il est par ailleurs noté que dans 40% des cas, l'amygdalectomie par Coblation® n'entraîne aucune douleur de la gorge [46].

Cependant, d'autres études, y compris randomisées en double-aveugle, ont rapporté des résultats moins favorables. Certaines n'ont pas montré d'amélioration de la douleur, ni la diminution de prise d'analgésiques lorsque la Coblation® était comparée à la technique classique à lame froide [54, 84, 101].

Pour d'autres, la diminution de la douleur obtenue avec la Coblation® ne serait pas significative par rapport à l'électrocautérisation ([62], 61 enfants). En 2008, Hasan a comparé la Coblation® aux ciseaux bipolaires chez 40 adultes [55]. Il a observé une douleur et une utilisation d'analgésiques, significativement plus importantes en post-opératoire immédiat avec la Coblation®. La différence entre les deux techniques n'était cependant plus significative après la sortie de l'hôpital, durant les 14 jours d'observation.

D'une manière générale, si la diminution de douleur à proprement parler n'est pas clairement significative et varie selon les études et les catégories de patients (enfants/adultes), une majorité d'auteurs s'accordent à penser que la Coblation® favorise une meilleure convalescence et un bon rétablissement, un retour aux activités normales et à une prise alimentaire normale plus rapide ainsi qu'une sortie plus rapide de l'hôpital (chirurgie ambulatoire) [26, 93, 98, 112, 131, 133].

Par ailleurs, le ressenti général des patients sur l'opération est plutôt bon, car :

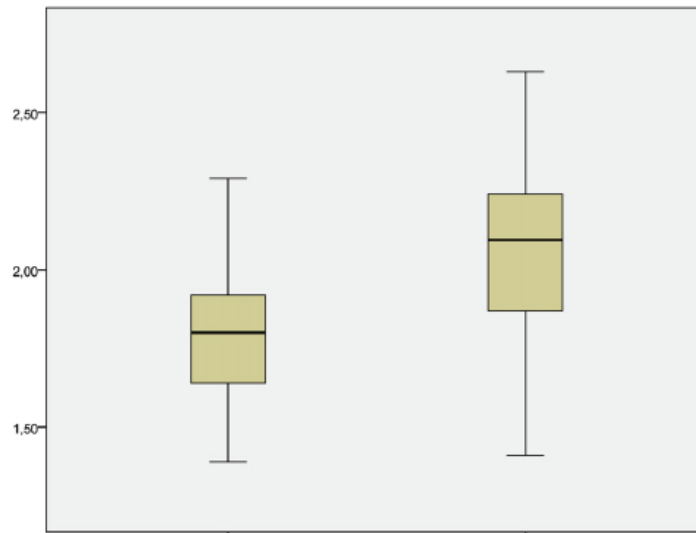
- ils appréhendent mieux l'intervention qu'avec les autres techniques ;
- ils trouvent globalement que la chirurgie était moins traumatisante que prévue ;
- ils appellent moins le chirurgien par inquiétude au sujet de complications ;
- ils recommandent cette technique [123, 128].

#### iv. Cicatrisation

Les résultats sont divergents. Certaines études ont montré que les fosses amygdaliennes cicatrisaient plus lentement avec la Coblation® qu'après dissection froide [159]. En revanche, la cicatrisation est meilleure qu'après traitement par électrocoagulation ou laser [76].

Le rétablissement de la surface de muqueuse et de la fonction ciliaire nasale semble plus rapide après une ablation des végétations par Coblation® [94] (Figure 36).

Des analyses histologiques ont également montré la présence de muscle squelettique résiduel sous-jacent dans l'ensemble des pièces d'exérèse en plus du tissu amygdalien lymphoïde prélevé. On peut donc penser que, quelle que soit la technique (bistouri électrique, tonsillotome®, Coblation®, bistouri harmonique®), la profondeur des lésions créées était la même pour tous [83].



**Figure 36 : Rétablissement de la fonction nasale mucociliaire post-opératoire [94]**

À gauche : technique classique ; à droite : Coblation®

Seuls les bistouris à résonance moléculaire semblent entraîner moins de lésions sur les fibres nerveuses, les vaisseaux et les muscles : la profondeur des lésions n'est alors que de 43 microns contre 126 microns avec la Coblation® [33].

À la vue des avantages très prometteurs de la Coblation® il y a 10 ans, certaines cliniques se sont rapidement équipées pour finalement revenir à d'anciennes méthodes après l'observation de certains résultats décevants. Cependant, malgré son coût supérieur, il en résulte à l'heure actuelle que les chirurgiens oto-rhino-laryngologues utilisent à 27,5% la Coblation® contre 26% l'électrocoagulation monopolaire lorsqu'ils n'utilisent qu'un seul instrument [34]. Elle est cependant moins utilisée chez les enfants [113]. Si certains la décrivent comme sûre, efficace et n'ont pas montré d'augmentation des complications en comparaison aux techniques classiques [31, 70], de nombreux auteurs rappellent qu'il est important d'adapter la technique au patient, aux lésions, et surtout au savoir-faire du chirurgien qui se doit d'être correctement formé [31, 57, 87].

## 2. Chirurgie du palais

Chez l'homme, les troubles du sommeil incluent de nombreuses affections, tels que les ronflements primaires, les syndromes de résistance des voies aériennes supérieures et les apnées obstructives du sommeil. Pour déterminer les différentes possibilités de traitement, les voies respiratoires supérieures sont séparées en trois parties : nasales, palatines (palais et amygdales), et hypopharyngées (ou rétrolinguales). Le palais joue un rôle majeur dans la production des sons de ronflement, ainsi que dans le rétrécissement voire l'obstruction des voies aériennes. Cependant, il peut également être associé à d'autres anomalies des structures voisines.

Le voile du palais participe à la phonation, mais aussi à des fonctions non phonatoires : la déglutition, la lubrification, pour jouer des instruments à vent, les sifflements, la toux, ou encore pour retenir un éternuement. Le voile et la luette jouent un rôle prépondérant dans le transport du mucus depuis le septum nasal jusqu'au pharynx. Il est donc important de conserver les tissus musculaires palatins, pharyngés et l'innervation de la muqueuse palatine.

Différentes techniques ont été proposées pour minimiser les défauts de conformation anatomique et leurs conséquences. Ces techniques sont parfois :

- très invasives : uvulo-palato-pharyngoplastie, lambeau uvulopalatin, palatoplastie en Z, ...). Elles consistent à déplacer ou à éliminer un tissu pour modifier de manière importante l'anatomie des voies ;
- moins invasives : implants palatins, palatoplastie au laser, palatoplastie par Coblation® et réduction volumétrique du palais mou. Ces techniques consistent en une réduction volumétrique.

La Coblation® du palais est indiquée chez les patients pour lesquels le palais constitue un élément prépondérant de l'origine des symptômes. Ils présentent un ronflement primaire, une apnée du sommeil peu importante ou encore un syndrome de haute résistance des voies aériennes supérieures (SHRVAS). Certains auteurs considèrent une indication spécifique pour les personnes dont le palais mou est légèrement à considérablement épaissi.

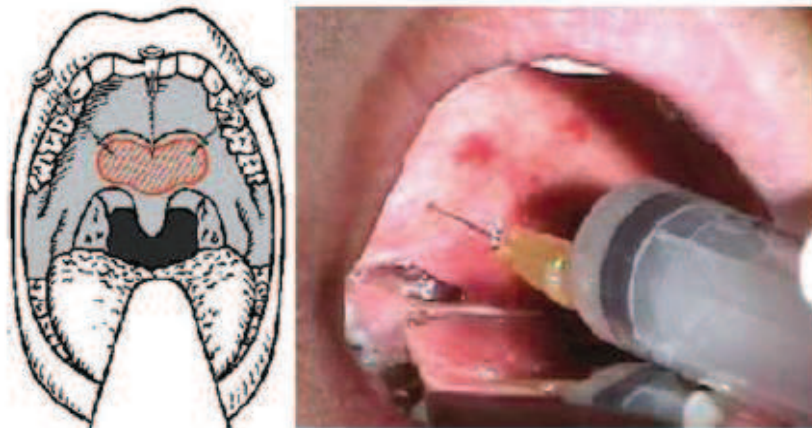
Lors de syndromes obstructifs d'apnée-hypopnée du sommeil, le chirurgien cherche souvent à intervenir sur l'ensemble des phénomènes provoquant l'obstruction. Ainsi, la dissection du voile du palais et/ou la réduction volumétrique canalaire du palais mou sont souvent associées à une amygdalectomie si les amygdales sont hypertrophiées, voire une réduction volumétrique (canaire ou non) de la langue dans certains cas de macroglossie ou d'hypertrophies de la base de la langue.

Les contrindications de cette chirurgie sont les troubles sévères d'apnée du sommeil, l'absence de composante palatine significative dans l'origine des troubles, l'amélioration avec d'autres techniques, et enfin la présence de maladies associées (troubles de la coagulation, ...).

#### a. Procédure chirurgicale :

Quelle que soit la technique, une antibioprofylaxie est réalisée 30 minutes avant la procédure et continuée jusque 3 jours post-opératoires afin de diminuer la flore orale et pharyngée. Cette prophylaxie peut être complétée par des bains de bouche antiseptiques.

Une application locale de topique anesthésique est associée à une infiltration d'agents anesthésiques et d'agents vasoconstricteurs dans le tissu musculaire. L'anesthésie par infiltration locale est réalisée entre les deux couches de muqueuse dans la zone située derrière l'arc palatin tout autour de la zone de jonction entre le palais mou et la luette à l'aide de Lidocaïne 2% et d'Adrénaline (diluée 1/200000) (Figure 37) [124].



**Figure 37 : Zones d'infiltration d'anesthésique local (lidocaïne, adrénaline) [124]**

En post-opératoire, afin d'éviter un œdème trop importante, une alimentation chaude est contraindiquée pendant les 72 premières heures et la tête du patient doit être surélevée d'au moins 30°. Un traitement anti-inflammatoire et analgésique est mis en place pendant 3 jours. La fibrose engendrée est considérée comme complètement établie 6 à 8 semaines plus tard. Des reprises chirurgicales supplémentaires sont souvent nécessaires et peuvent être envisagées toutes les 6 semaines.

Deux techniques s'offrent au chirurgien : une palastoplastie voire une uvulo-palatoplastie (avec retrait de la luette) ou une réduction canalaire volumétrique du tissu musculaire du palais mou. Le choix du traitement dépend de la sévérité des troubles respiratoires du sommeil et de la localisation de la production sonore (ronflement) ou de l'obstruction. Un examen complet, associé à un historique et une étude du sommeil doivent donc être réalisés. Enfin, l'évaluation de l'épaisseur et la composition du palais mou est un élément clé du choix thérapeutique.

i. Réduction volumétrique du palais mou

La réduction volumétrique peut être réalisée sous anesthésie locale en appliquant la sonde de Coblation® dans le palais mou [65]. Deux types d'application peuvent être mis en œuvre (Figure 38) : la sonde est insérée dans la cavité nasale jusqu'au palais mou ; elle est alors introduite 2 ou 3 fois dans le palais mou, médialement ou paramédialement, ce qui correspond à la zone la plus épaisse du tissu musculaire comparé aux zones latérales. La Coblation® est ensuite réalisée : les réglages préconisés sont une puissance de 6 et une application pendant 10 à 15 secondes par lésion. Si nécessaires, des applications supplémentaires peuvent être réalisées en fonction de l'appréciation du chirurgien durant l'opération.

Certains auteurs considèrent que les bénéfices de l'opération par Coblation® canalaire sont davantage liés à la modification des propriétés internes du palais mou plutôt qu'à des modifications morphologiques majeures. Le principal avantage de cette technique réside dans l'ajustement possible pour atteindre l'effet désiré. Elle bénéficie aussi des effets du rétrécissement post-opératoire lié aux fibres de collagène.





**Figure 38 : Réduction volumétrique du palais mou par Coblation® canalaire [65]**

À gauche : coupe sagittale. Au milieu : 2 applications paramédianes. À droite : 3 applications de la sonde : médiane et deux paramédianes

## ii. Palatoplastie / uvulo-palatoplastie / uvulo-palato-pharyngoplastie

Lors d'uvulo-palatoplastie, la luette est excisée dans l'objectif d'augmenter la cavité pharyngée par le modelage du palais mou (exérèse partielle principalement) sans agir sur le nasopharynx [27]. La plastie du pharynx consiste en un rabat d'un lambeau de nasopharynx vers l'oropharynx après exérèse d'une portion de voile afin de raccourcir ce dernier. Une technique par lambeau dorsal [40] est ici décrite (Figure 39).

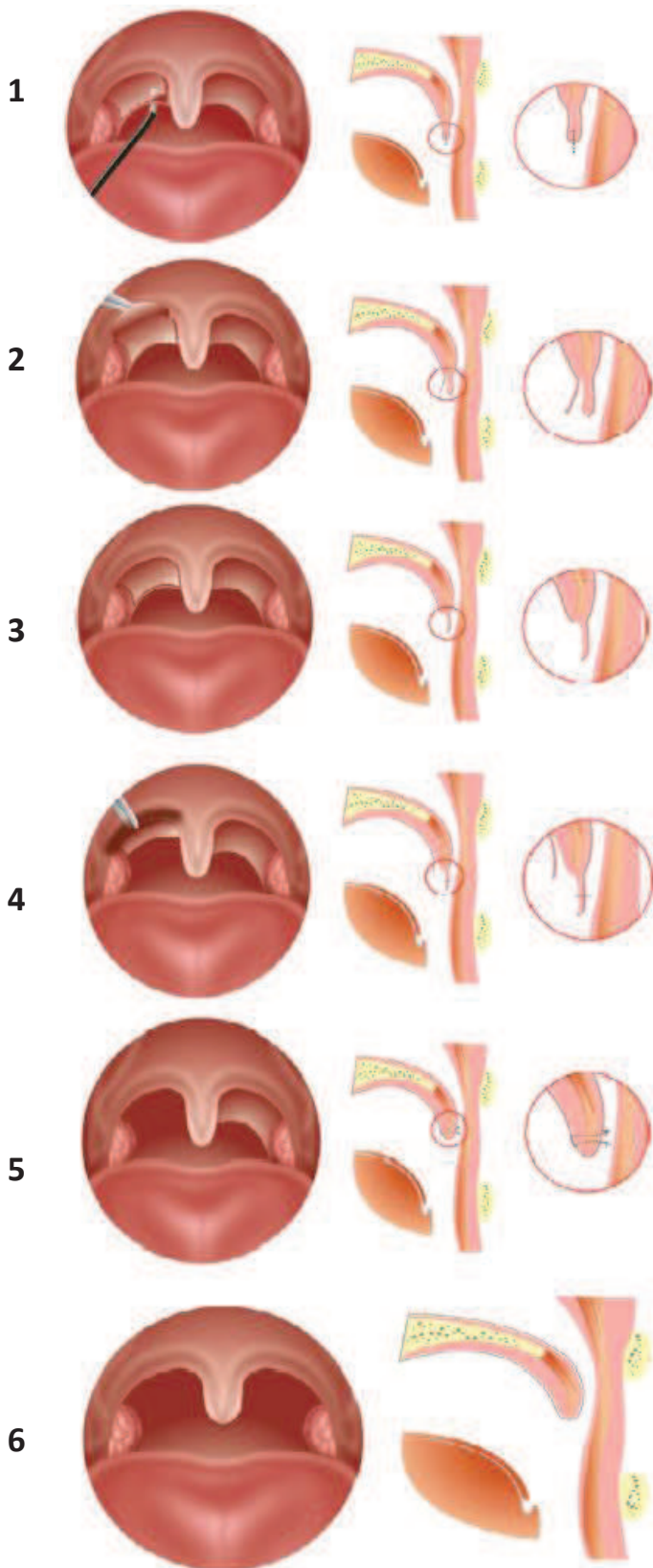


Figure 39 : Uvulo-palatoplastie (lambeau dorsal) [40]

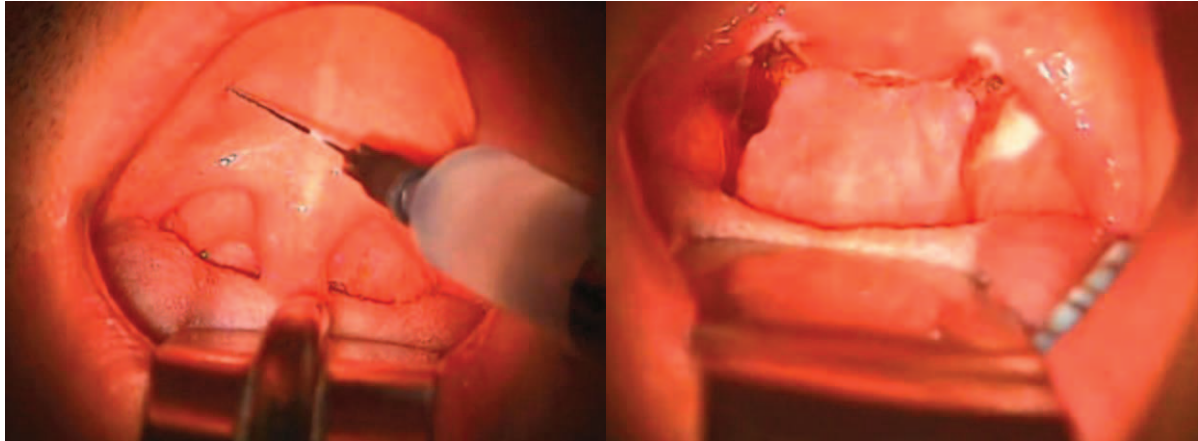
Cette technique utilise la Coblation® en assistance de la technique classique. La muqueuse oro-pharyngée du voile du palais est séparée de la muqueuse nasopharyngée sur 1 côté (1 et 2).

Cette portion de muqueuse oro-pharyngée est éliminée (3) ; le reste de la muqueuse oro-pharyngée est disséqué et séparé de la sous-muqueuse sur toute la longueur afin de créer un tunnel sous-muqueux (4).

La muqueuse naso-pharyngée est ensuite raccourcie puis libérée à l'aide la Coblation® pour créer un lambeau de 4-5mm de long. Elle est ensuite glissée sous le tunnel sous-muqueux créé dans la sous-muqueuse oro-pharyngée (5). L'ensemble peut être maintenu à l'aide de colle chirurgicale (N-butyl-2-cyanoacrylate). Le bord libre du palais mou est ainsi recouvert par la muqueuse nasopharyngée.

La même procédure est réalisée de l'autre côté du voile du palais, puis la luvette est raccourcie ou excisée à l'aide de la sonde de Coblation® (6).

D'autres techniques plus invasives préconisent l'utilisation de la Coblation® durant toute la procédure afin d'enlever l'ensemble des zones obstructives : voile du palais raccourci, piliers et luette excisés (Figure 40).



**Figure 40 : Photographies d'un voile du palais avant (à G) et après (à D) uvulo-palatoplastie [12]**

#### b. Avantages et inconvénients

Les complications observées sont des lésions de la muqueuse du palais mou, des infections de la zone conduisant parfois à des ulcérations ou la formation de fistules, des dysfonctions du palais mou provoquant des régurgitations nasales et enfin des hémorragies. Dans de nombreuses publications, il est noté que la Coblation® permet une diminution de la sévérité des complications, avec très peu d'accidents hémorragiques majeurs, même si à long terme cette différence n'est plus significative. La sensation de corps étranger lors de pharyngoplastie est cependant plus importante avec la Coblation® [28].

Il n'est rapporté aucune différence significative concernant la localisation, l'intensité et la fréquence des hémorragies avec les techniques chirurgicales d'uvulo-palato-pharyngoplastie qu'elles soient ou non assistées avec la Coblation® [125]. Il en résulte que, contrairement à la crainte des chirurgiens vis-à-vis des amygdalectomies, la Coblation® n'augmente pas la fréquence des hémorragies lors de palatoplastie.

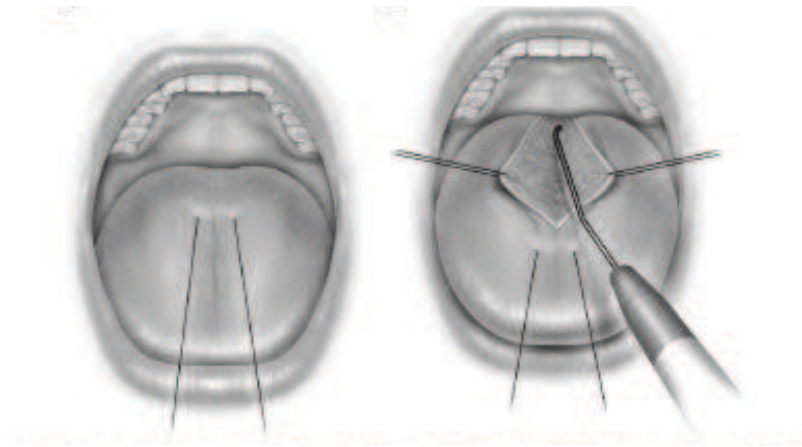
La réussite de ces interventions est estimée en suivant l'évolution du nombre d'accidents d'apnées pré-opératoires et post-opératoires, calculé sur une heure, ainsi que la réduction des ronflements. Le nombre d'apnées-hypopnées doit être inférieur à 50% du nombre pré-opératoire et inférieur à 15 par heure. Selon les études, la réussite est comprise entre 48% et 94,2% à un an post-opératoire [61, 139]. Cependant, même si l'efficacité n'est que modérée dans certaines publications, aucune remise en cause de la technique de Coblation® n'est évoquée. En effet, les autres techniques possibles ne fournissent pas de meilleurs résultats.

En outre, l'amélioration des symptômes obtenue par Coblation® n'a pas montré de différence significative d'efficacité avec celle obtenue avec les attèles nocturnes d'avancement de la mandibule, étude prospective menée chez 88 patients [142]. Par ailleurs, comparée au laser, la Coblation® est moins douloureuse, la récupération plus rapide surtout la première semaine post-opératoire. Les lésions thermiques collatérales sont bien plus nombreuses avec le laser.

Cette indication a une application toute particulière en médecine vétérinaire lors du traitement chirurgical du syndrome brachycéphale. En effet, s'il est plus rare d'opérer des amygdales de chien, il est très courant de gérer les obstructions des voies aériennes causant apnées, ronflements, et symptômes obstructifs. Ce traitement consiste en une résection du voile du palais trop long, associée ou non à une plastie des narines et une résection des ventricules laryngés. Elle fait actuellement l'objet d'études et de comparaisons entre la dissection froide (lame de bistouri) et la Coblation®.

### 3. Chirurgie de la langue

Certaines apnées obstructives du sommeil ne sont pas liées à l'hypertrophie des amygdales, mais à celle de la langue. Le traitement consiste en une ablation contrôlée de la base de la langue en plus d'une palatoplastie éventuelle. Il s'agit alors d'une ablation canalaire permettant la réduction volumétrique de la langue. Différentes possibilités s'offrent au chirurgien pour la voie d'abord. Une étude *in vitro* sur des langues de porcs a montré que le point d'application de la sonde importait peu et qu'il n'y avait pas de différence de réduction volumétrique selon le point d'entrée de la sonde [53]. Ainsi, la Coblation® peut être réalisée par la face dorsale de la langue après incision médiane ou par une approche transcervicale [21] (Figures 41 et 42).



**Figure 41 : Réduction volumétrique de la base de la langue par Coblation®** [150]

À gauche : fil de traction permettant la sortie de la langue. À droite, fils de traction de part et d'autre de l'incision médiane

Quelle que soit la technique chirurgicale utilisée, la réduction de la langue par Coblation® constitue une aide primordiale au traitement des différentes affections du syndrome apnée-hypopnée obstructive du sommeil en l'associant à la palatoplastie [56]. C'est désormais le traitement de choix lors d'échec thérapeutique à l'appareillage médical nocturne de ventilation en pression continue positive [75]. Les avantages de la Coblation® rapportés dans les études et les différents cas publiés sont notamment une diminution de la douleur, la diminution des hémorragies per-opératoires, une morbidité fortement diminuée (qui apparaît même être minimale), et une déglutition considérée comme parfaitement normale 3 mois après l'opération [59, 156].

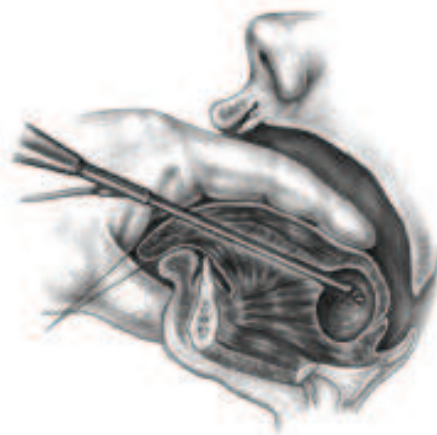




**Figure 42 : Réduction volumétrique transcervicale [21]**

À gauche : approche transcervicale. À droite, suivi fluoroscopique (vue latérale du cou)

La Coblation® est également indiquée dans le traitement des macroglossies en tant que nouvelle approche d'excision sous-muqueuse mini-invasive de la langue chez les sujets pédiatriques (submucosal minimally invasive lingual excision, SMILE) (Figure 43) [79]. Une assistance endoscopique et échoguidée permet une ablation minimale des hyperplasies diminuant ainsi fortement la sensation de corps étranger induite par la lésion. Elle favorise une reprise de l'alimentation normale le jour même de l'opération [79, 157].



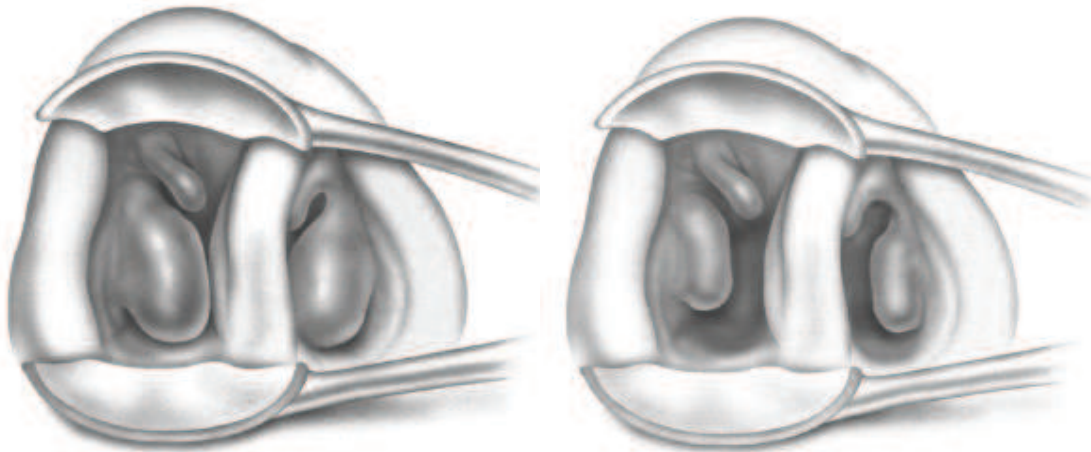
**Figure 43 : SMILE. Réduction volumétrique de la langue par Coblation® [79]**

Les mouvements sagittaux évitent de toucher les artères linguales de part et d'autre

L'extraction de corps étranger comme des échardes peut être assistée par la Coblation® afin d'opérer rapidement, aisément, et en limitant au maximum les lésions infligées à la langue [80].

## 4. Chirurgie des sinus et cornets nasaux

Certaines malformations ou hyperplasies induites par des allergies chroniques peuvent entraîner des obstructions des sinus nasaux (Figure 44). En effet, certaines rhinites chroniques, celles qui ne répondent pas au traitement médical, sont en réalité liées à des hypertrophies des muqueuses qui obstruent les sinus nasaux. De nombreuses études cliniques ont montré de manière objective (conductance nasale, rhinomanométrie...) et subjective (ressenti du patient, sensation d'obstruction...) que la Coblation® permettait une amélioration de la fonction nasale [71, 108, 118, 129].



**Figure 44 : Hypertrophie des cornets nasaux (vue rhinoscopique antérieure) [20]**

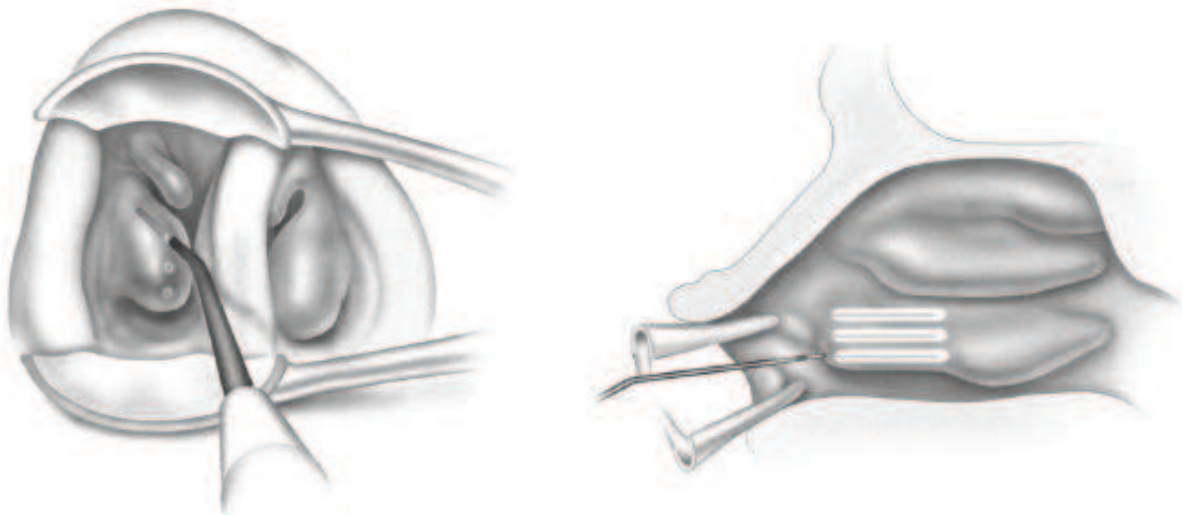
À gauche : Avant l'opération. À droite : résultat souhaité après l'opération

### a. Procédure chirurgicale

Bhattacharyya a décrit en 2002 les caractéristiques d'une procédure chirurgicale classique [20] : être réalisable en cabinet, sous anesthésie locale, induire peu de tissu de granulation post-opératoire, peu de douleur post-opératoire et une faible incidence d'hémorragies secondaires. Les faibles dommages collatéraux assurent une préservation des glandes muqueuses et sous-muqueuses. Par ailleurs, les auteurs ont remarqué qu'il y avait une bonne corrélation entre les résultats immédiats et les symptômes post-opératoires. En outre, la procédure doit être répétable et peu coûteuse. Les indications sont une obstruction nasale secondaire à

une hypertrophie, sans autre cause majeure comme une déviation du septum nasal ou la présence de polypes.

L'anesthésie locale est réalisée à l'aide d'un coton imbibé de cétacaïne et de phényléphrine (vasoconstricteur), laissé en place 10 minutes suivie d'une injection de 2 à 3 mL de lidocaïne. Cette injection permet, également, la distension des tissus des cornets nasaux. Un speculum assure l'ouverture de la narine pour faciliter l'introduction de la sonde. La réduction volumétrique est réalisée entre 1 et 6 fois pendant 10 à 20 secondes à une puissance de 6 (Figure 45). À la fin de la procédure, les patients peuvent partir après 15 minutes d'observation ; des mèches de coton peuvent être laissées en place pendant quelques heures en cas de faibles saignements.



**Figure 45 : Vue per-opératoire d'une Coblation® canalaire sur plusieurs plans [20]**

À gauche : vue antérieure. À droite : vue latérale

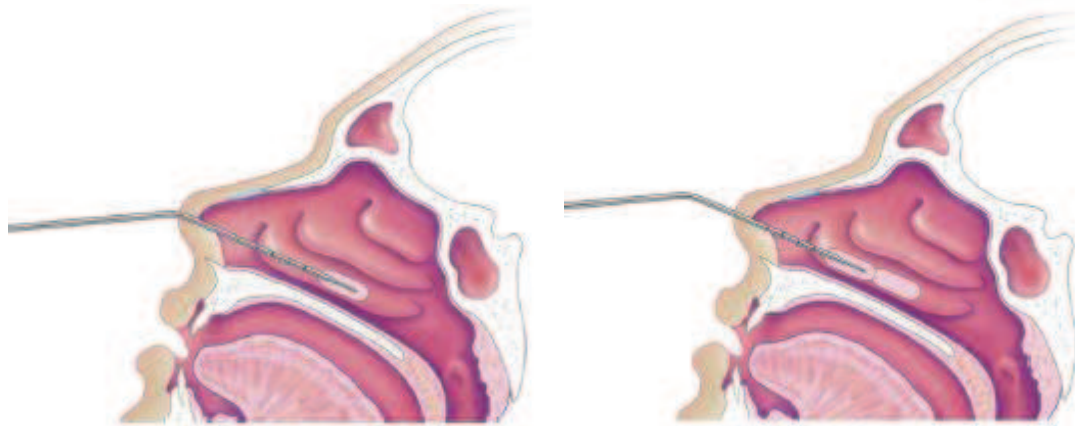
## b. Avantages et inconvénients

D'autres études portant sur les rhinites allergiques ont montré que l'on obtient de meilleurs résultats lors de rhinites permanentes que lors de rhinites allergiques saisonnières [36]. Il a par ailleurs été observé, sur 102 patients, qu'augmenter le nombre d'interventions en répétant les réductions améliorerait grandement la réussite finale à long terme de la procédure, celle-ci étant évaluée par rhinomanométrie et échelle visuelle analogue ([13], étude prospective).



D'autres techniques de Coblation® sont décrites :

- la rétraction canalaire sur plusieurs plan ou sur un seul plan mais de la partie postérieure vers l'antérieure (Figure 46) ;
- l'ablation des masses classiquement ;
- l'hémostase des vaisseaux responsables d'épistaxis ;
- en association avec d'autres techniques, comme par exemple une fracture volontaire du septum nasal permettant ensuite un remodelage interne à l'aide de la Coblation® [147].



**Figure 46 : Autre type de Coblation® canalaire depuis la partie postérieure (A gauche) vers la partie antérieure ensuite (A droite) [81]**

La fonction d'hémostase de la Coblation® a une application bien particulière dans ces chirurgies nasales lors notamment d'épistaxis dans les cas de télangiectasie hémorragique héréditaire, où des études de cas montrent que c'est une technique sûre, efficace, rapide et bien tolérée [64]. En outre, la taille des sinus étant limitée, toute perte de sang entraîne des difficultés de visibilité pour le chirurgien surtout lors d'endoscopie.

Lors de polypectomie, une étude a comparé la perte de sang induite par Coblation® ou par une sonde de microdébridement® (Figure 47) : il a été observé une très forte différence, avec seulement 307 mL de perte de sang estimé pour la Coblation® contre 627 mL pour la technique par microdébridement® [41]. Il a par ailleurs été démontré que la Coblation® était préférable à la ouate hémostatique et aux pansements dans les narines, induisant moins de douleur, moins de saignements et moins de dysphagie suite à une chirurgie du septum.



**Figure 47 : Sonde de microdébridement® [69]**

Cependant, malgré des résultats très bons vis-à-vis des saignements, de nouvelles techniques et d'autres plus anciennes supplantent la Coblation® dans les résultats cliniques à long terme dans ces indications. Une étude a montré que le microdébridement® permettait une amélioration plus importante des symptômes à un an post-opératoire avec des cavités nasales qui restaient plus large [69]. La conductance mesurée par rhinomanométrie semble meilleure avec la Coblation® mais pas l'obstruction générale à long terme [42]. De nombreuses cliniques choisissent donc le microdébridement® comme technique de choix. De même, les ultrasons permettant la réduction de l'hypertrophie des cornets nasaux semblent être plus efficaces que la Coblation® [49].

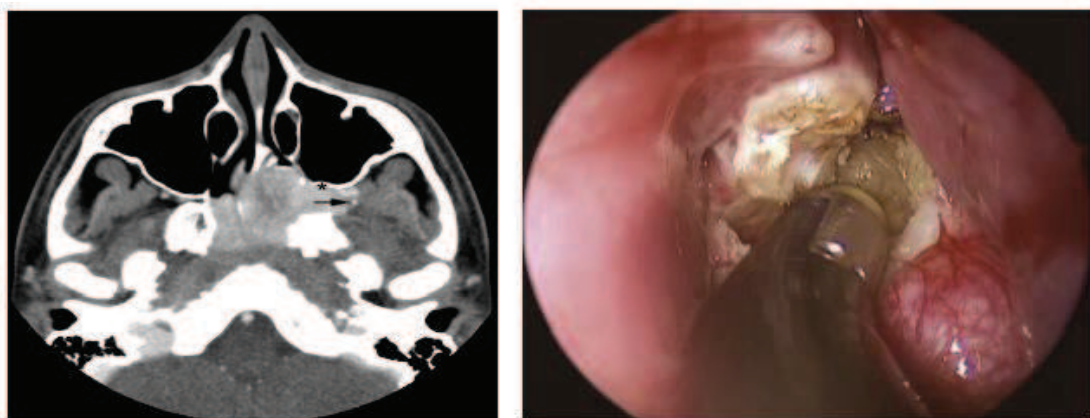
D'autres études cliniques ont montré, chez 29 adultes, que la Coblation® semblait meilleure que le laser à long terme, un an et deux ans plus tard alors qu'il n'y avait pas de différence significative fonctionnelle en post-opératoire immédiat [129].

Ainsi, de nombreux doutes subsistent encore quant à l'intérêt de la Coblation® dans ces indications par rapport aux autres techniques. Cependant, aucune complication majeure n'a été rapportée et les résultats sont très favorables. En médecine vétérinaire, si ces chirurgies sont moins fréquentes et relativement difficiles vu l'étroitesse des conduits, il est quand même intéressant de noter l'utilisation de la Coblation® pour améliorer la visibilité en diminuant la perte de sang.

## 5. Chirurgie oncologique

Les avantages de la Coblation® ont permis d'imaginer de nouvelles applications dans des domaines très différents. En chirurgie oncologique, la Coblation® permet de détruire les cellules cancéreuses de manière précise et complète, notamment lorsque la dissection ou l'abord est délicat. Des essais et des cas cliniques ont été réalisés. Par exemple, des cancers de la glotte peu avancés ont été traités avec succès chez six patients dans une étude récente [29]. Lorsque le stade est peu avancé et associé à une morphologie peu invasive, une ablation est réalisable facilement avec des marges saines. Chez ces patients, la prononciation et la réalimentation sont redevenues normales le jour même de l'opération ; les marges d'exérèse du carcinome ont été suffisantes avec une absence de récives 21 mois plus tard dans 13 cas sur 14 [158]. Le seul cas récidivant s'est avéré être très agressif, le stade ayant été peut-être sous-estimé.

Les angiofibromes naso-pharyngés juvéniles sont traités par endoscopies avec l'aide d'une sonde de Coblation® permettant l'utilisation d'un minimum d'instruments [102, 110] (Figure 48). Une étude rétrospective menée sur 23 patients, dont 11 traités avec Coblation® a montré que le temps opératoire était fortement diminué (87 minutes en moyenne sur 11 cas contre 136 minutes pour la technique classique de résection) ainsi que les saignements étaient bien moins importants (seulement 121 mL contre 420 mL habituellement) [153].

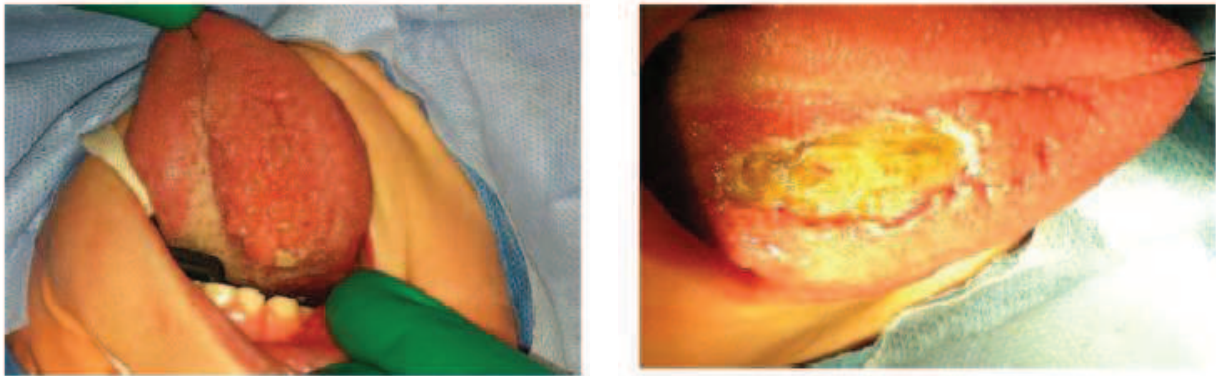


**Figure 48 : Traitement d'un angiofibrome naso-pharyngé** [110]

À gauche : Scanner montrant l'envahissement de la fosse infratemporale médiale par un angiofibrome nasopharyngé (flèche) ;

À droite : Ablation de la tumeur par endoscopie : peu de pertes sanguines

Certaines malformations lymphatiques microkystiques (anciennement appelé lymphangiomes [3]) présentes sur la langue sont excisées par Coblation® (Figure 49). Il est rapporté moins de douleur, une reprise de l'alimentation solide plus rapide, y compris lorsque les voies respiratoires étaient très obstruées [51, 52, 109]. Ces résultats sont retrouvés dans une étude portant sur une technique mini-invasive de retrait de kystes épiglottiques chez 30 enfants : les pertes sanguines étaient inférieures à 2mL, la sortie de l'hôpital est survenue 10 jours seulement après l'opération et peu de lésions collatérales ont été observées [104].



**Figure 49 : Exérèse de lymphangiomes linguaux par Coblation® [3]**

À gauche : Lymphangiomes : lésions pédiculées multicystiques sur la face dorso-latérale droite d'une langue ; À droite : vue post-opératoire immédiate après Coblation®

Les papillomes laryngés et naso-pharyngés peuvent aussi être traités par Coblation® : la technique induit moins de dommages, moins d'escarres et moins de saignements améliorant ainsi la visualisation, même lors de papillomes multiples (4 cas) [100, 106, 115].

Pour finir, la Coblation® a été le traitement curatif de nombreuses tumeurs des sinus, du pharynx et de la base du crâne :

- paragangliomes [6] ;
- papillomes, glomangiopérycytomes, hémangiomes capillaires, hémangiopérycytomes, angiofibromes juvéniles, fibromes ossifiants juvéniles, adénomes oncocytaires, carcinomes à cellules transitionnelles [127] ;
- esthésioneuroblastomes, mélanomes, adénocarcinomes, kystes dermoïdes intracrâniens, crânio-pharyngiome, fibromyxosarcomes [68].

Il est, dans l'ensemble de ces cas, rapporté une aisance de la part du chirurgien grâce à une meilleure visibilité dans les sinus, liée à la diminution de la quantité de sang émise. Certaines sondes limitent encore la possibilité de résection de certaines tumeurs difficiles d'accès, mais le temps opératoire est fortement diminué surtout lors d'interventions dans l'oro-pharynx par rapport à l'utilisation du laser à CO<sub>2</sub> (étude rétrospective de Carney, menée en 2008 sur 40 adultes présentant un carcinome épidermoïde, 20 étant traités par Coblation®, et 20 par laser à CO<sub>2</sub> [22]).

Outre de plus faibles saignements, il faut également noter que la Coblation® induit moins de dommages aux tissus sous-jacents que le laser à CO<sub>2</sub> ([134], 2 cas). En outre, les intervalles entre deux traitements sont plus espacés pour soigner les papillomes laryngés récurrents (récidives moins rapides) ([24], 6 cas).

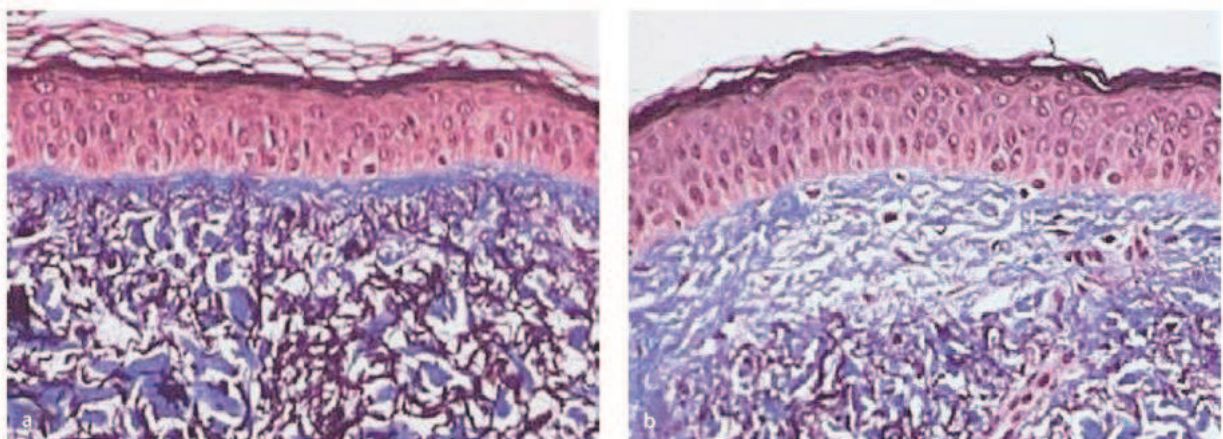


## 6. Cosmétologie

Le domaine d'activité de la cosmétologie n'a que peu d'intérêt pour la chirurgie vétérinaire. Cependant, le traitement des plaies et des malformations cutanées est une application intéressante en médecine animale. Même si les objectifs sont différents, il est intéressant de comprendre les bases scientifiques de la chirurgie plastique.

Alors que le laser CO<sub>2</sub> possède une place prépondérante en dermatologie et chirurgie plastique, l'utilisation de la Coblation® en cosmétologie s'est développée depuis 2001 avec Mancini [77]. Elle apparaît depuis comme efficace et entraînant peu de complications en comparaison au laser et aux peelings chimiques dont les entretiens sont complexes et coûteux. En outre, ces derniers induisent un fort érythème durant plusieurs semaines, voire plusieurs mois et une ré-épithélialisation longue (jusqu'à 4 jours) [77, 140]. Avec la Coblation®, la période post-opératoire est courte (3 à 7 jours), non douloureuse et sans saignement. L'érythème post-opératoire disparaît dans les 4 à 6 semaines.

Le rétrécissement des fibres de collagène et les dommages dermiques superficiels entraînent un nouveau dépôt de collagène bénéfique pour la chirurgie esthétique sans pour autant être responsable d'érythème et de ré-épithélialisations longue liée à des lésions plus profondes (Figure 50).

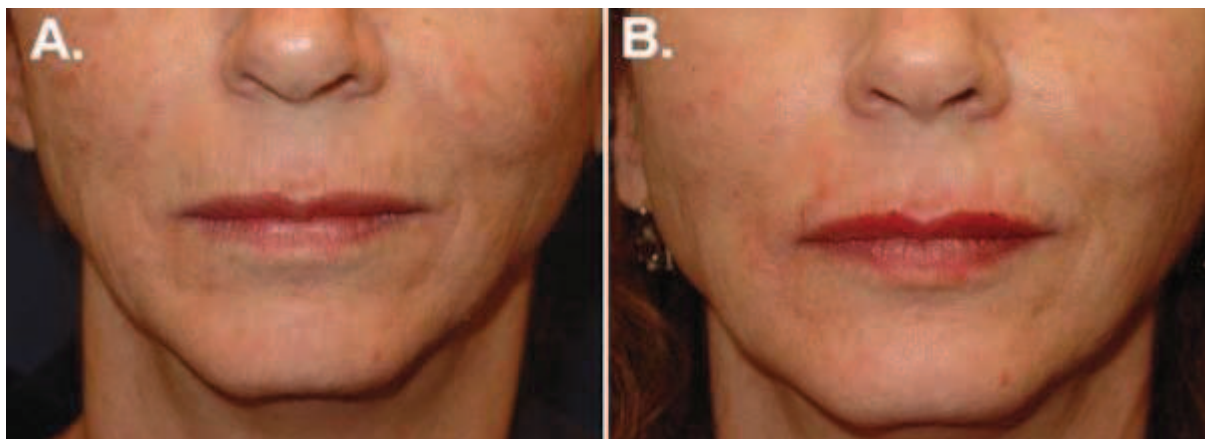


**Figure 50 : Dépôt important de collagène, biopsies cutanées (à gauche : pré-opératoire ; à droite : 6 mois post-opératoire) [77]**

En pratique, une anesthésie locale par blocs nerveux éventuellement associée à une légère sédation si toute la face est traitée suffit à l'analgésie. La peau est traitée deux semaines avant avec une crème contenant un acide glycolique (12%) et de l'hydroquinone (2%). Deux jours avant, une antibiothérapie large spectre est débutée associée à l'aciclovir, antiviral prescrit pour lutter contre l'*herpes virus*. Ces deux médicaments sont ensuite continués jusqu'à ce que la ré-épithélialisation soit complète (entre 3 et 7 jours). Avant le début de l'intervention, un nettoyage à la chlorexidine de la peau est réalisé.

Le nombre de passages et la puissance sont choisis selon le type de peau, les lésions présentes (fines lignes, rides profondes, boutons ...), l'aire lésionnelle et la quantité de rétraction cutanée souhaitée. Généralement, deux ou trois passages à puissance maximum (175V) sont utilisés pour le front et le pourtour labial alors qu'on diminue la puissance à 125V en périorbitaire.

La Coblation® peut aussi être utilisée conjointement à des techniques classiques comme le lifting, la blépharoplastie ou les injections de Botox afin d'en compléter la procédure et d'en améliorer l'évolution à terme. Il s'agit là d'un soutien technique de grande qualité dont l'utilisation peut avoir des effets positifs importants sur l'obtention du résultat final.



**Figure 51 : Diminution des rides profondes après une séance de Coblation® péri-orale (A : pré-opératoire, B : 3 mois post-opératoire) [140]**

Malgré l'absence d'études cliniques complètes, la Coblation® est très largement utilisée dans le resurfaçage facial afin d'une part d'éliminer les ridules, les lésions profondes d'acnée, et d'autre part de lisser et améliorer la texture de la peau du visage (Figure 51 et 52). Si les résultats sont encourageants et intéressants dans le peu de cas cliniques publiés, certaines publications décrivent cependant des cicatrices importantes sur les paupières après l'utilisation de la Coblation® [15]. Des retards de cicatrisation ou des nécroses n'ont jamais été observés. Cependant, quelques rares cas d'hyperpigmentation liée au soleil et d'allergies au maquillage sont rapportés [77].



**Figure 52 : Diminution des rides après une séance de resurfaçage (a : pré-opératoire, b : 6 mois post-opératoire) [77]**

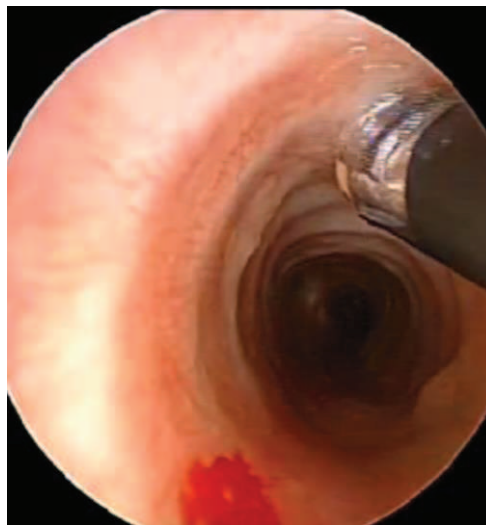
La Coblation® est une technique rapide, nécessitant peu de matériel comparé au laser (extracteur de fumée, protecteurs oculaires...), léger, facile à manier et transportable.

D'autres affections de la face, tels les rhinophyma peuvent être traités. Ils provoquent parfois des déformations importantes sur le nez, une rosacée et la dilatation de vaisseaux cutanés ainsi que l'apparition de papulopustules. Six patients ont été traités par Coblation® avec des résultats cosmétiques très satisfaisants, se traduisant par la disparition des lésions [132].



## 7. Autres indications

Des sténoses de la trachée ont été traitées en rétractant ou en retirant les ponts fibreux par Coblation® afin de retrouver un diamètre normal et fonctionnel de la trachée. Un cas rapporté chez un enfant de 13 ans a été suivi durant 12 semaines post-opératoires (Figure 53). Il a montré de très bons résultats, sans complication ni récurrence, avec un temps d'hospitalisation plus court et une meilleure récupération que classiquement rencontrée dans cette affection [117].



**Figure 53 : Coblation® par endoscopie sur des lésions trachéales** [12]

C'est plus anecdotique, mais une publication rapporte l'utilisation de la Coblation® dans la gestion chirurgicale des encéphalocèles. Cette chirurgie complexe et risquée a pour objectif de réintégrer le contenu de la hernie encéphalique dans la boîte crânienne. La Coblation® apporte une aide précise et de qualité dans la gestion de l'hémostase avec un résultat obtenu plus rapidement à qualité équivalente. Elle intervient donc en tant qu'instrument secondaire pour éviter une hémorragie intracrânienne [119].

En uro-néphrologie, la Coblation® est utile pour traiter des tumeurs de la prostate par des méthodes transurétrales [32, 99] ou encore lors de myectomies de l'utérus chez la femme en gynécologie. Cette technique est évoquée aussi dans l'ablation de nombreuses masses : thyroïde ectopique sur la langue [105], dissections pancréatiques, ainsi qu'en accompagnement de nombreuses chirurgies laparoscopiques. Néanmoins, aucune étude n'a pour le moment été réalisée afin de tester l'innocuité, rechercher les complications, ni même identifier et démontrer les intérêts que peut représenter la technique dans ces indications.

Ainsi, si la Coblation® est aujourd'hui largement utilisée, peu de données bibliographiques sont présentes pour illustrer, étudier et commenter ces pratiques. L'extrapolation des bons résultats en terme d'oto-rhino-laryngologie a permis son utilisation dans d'autres domaines, mais qui nécessitent maintenant des études complètes.



## **PARTIE 3 :**

# **QUELQUES INDICATIONS DE LA COBLATION® EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE**



## 1. Charly, sténose des narines

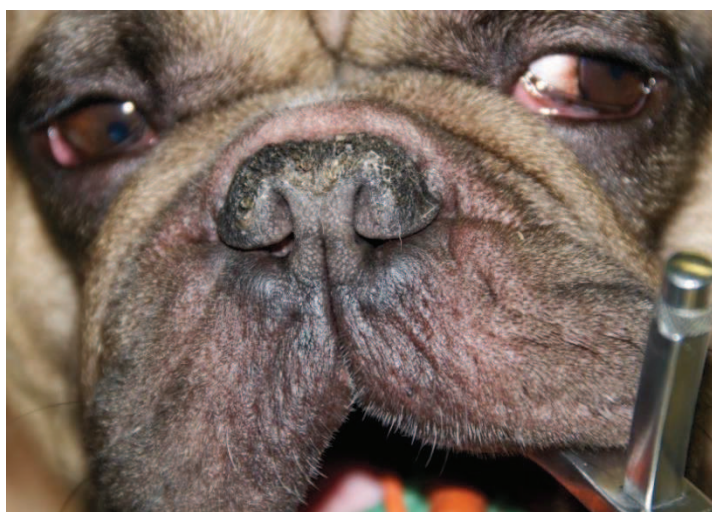


Figure 54 : Charly, bouledogue français. Sténose bilatérale marquée des narines

[Service de Chirurgie, ENVT]

<b>Charly</b>	
<b>Signalement</b>	Chien bouledogue français, mâle de 5 ans
<b>Motif de consultation</b>	Syndrome brachycéphale
<b>Anamnèse et commémoratifs</b>	Difficultés respiratoires chroniques lors de phases d'excitation, régurgitations chroniques
<b>Examen clinique</b>	Absence d'anomalie à l'examen clinique général Léger cornage Sténose des narines (Figure 54)
<b>Examens complémentaires</b>	Radiographies thoraciques : absence d'anomalie Échocardiographie : absence d'anomalie
<b>Traitement chirurgical</b>	Réssection du voile du palais par technique classique Plastie des narines par Coblation® (Figures 55 et 56) Sonde EVac 70, ArthroCare
<b>Traitement médical</b>	Anti-inflammatoires stéroïdiens (prednisolone) 15 jours Antibiotiques (spiramycine, métronidazole) 7 jours
<b>Évolution et suivi</b>	J+15 : Retrait des points ⇒ Bonne cicatrisation et disparition des sifflements inspiratoires

Tableau 3 : Cas clinique de Charly

Ce cas illustre une des utilisations les plus fréquentes de la Coblation® à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT) : le traitement des anomalies à l'origine du syndrome brachycéphale. Ce syndrome est caractérisé, entre autre, par une sténose des narines, un voile du palais anormalement long et une éversion des ventricules laryngés. L'élongation du voile du palais est la lésion la plus fréquemment observée,

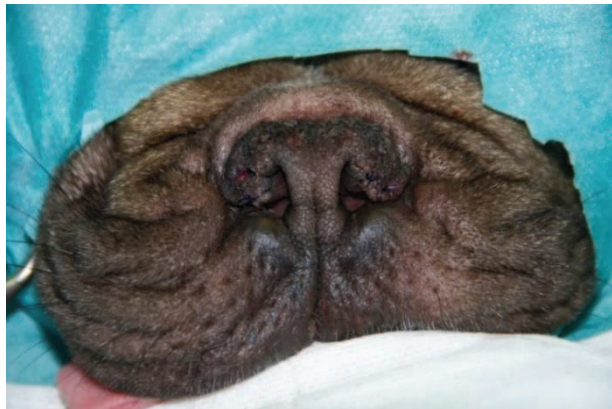
les 2 autres étant plus occasionnelles. Si la plastie des narines est actuellement réalisée par Coblation®, le traitement du voile du palais fait encore l'objet d'études expérimentales afin de valider l'innocuité de la technique. Deux thèses expérimentales de Doctorat Vétérinaire décrivant cette méthode sont en cours d'élaboration. Elles comparent, cliniquement et histologiquement, la technique de Coblation® à la technique chirurgicale classique.

Après incision de l'aile médiale de la narine, la Coblation® permet de désépaissir, progressivement et avec précision, la narine en éliminant l'excès de tissu (Figure 55).



**Figure 55 : À gauche : incision de l'aile de la narine droite à la lame froide n° 11. À droite : résection de la narine latéralement à l'incision par Coblation® [Service de Chirurgie, ENVT]**

Peu de saignements sont notés grâce à cette technique, l'application de la sonde est aisée. Lorsque le chirurgien juge que la quantité de tissu éliminée est suffisante, il suture l'aile médiale par deux points simples (Figure 56). Une bonne perméabilité des narines est alors observée.



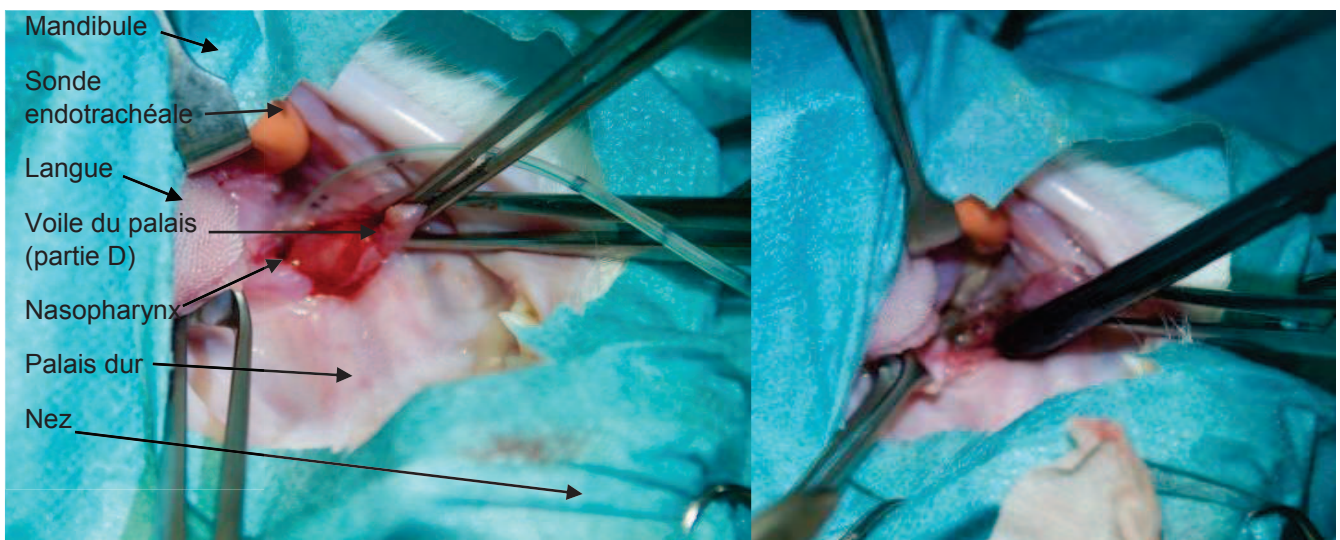
**Figure 56 : Fin de la plastie nasale [Service de Chirurgie, ENVT]**



## 2. Eva, imperforation des choanes

<b>Eva</b>	
<b>Signalement</b>	Chatte européenne stérilisée d'environ 1 an
<b>Motif de consultation</b>	Rhinite bilatérale purulente secondaire à un coryza
<b>Anamnèse et commémoratifs</b>	Jetage muco-purulent et dysorexie depuis 10 jours Symptômes de coryza depuis l'adoption il y a un mois Traitement doxycycline n'ayant pas amélioré le jetage
<b>Examen clinique</b>	Dyspnée mixte, tachypnée, sifflements inspiratoires
<b>Examens complémentaires</b>	Radiographies thoraciques : absence d'anomalie Bilan pré-anesthésique biochimique : absence d'anomalie Rhinoscopie rétrograde : choanes non visualisés, membrane tissulaire les obstruant en grande partie. Absence de communication entre les narines et le naso-pharynx
<b>État avant la chirurgie</b>	Sténose naso-pharyngée / atrésie des choanes
<b>Traitement chirurgical</b>	J0 : perforation de la membrane par Coblation® (Sonde EVac 70, ArthroCare) (Figures 57 et 58)
<b>Traitement médical</b>	Inhalations (huiles essentielles) Antibiotiques (amoxicilline / a. clavulanique) 3 semaines
<b>Évolution et suivi</b>	J0 : amélioration considérable de la fonction respiratoire  J+2mois : sténose cicatricielle marquée ⇒ dilatée par ballonnet par endoscopie  J+4mois : sténose cicatricielle modérée ⇒ dilatation à nouveau par ballonnet par endoscopie

**Tableau 4 : Cas clinique d'Eva**

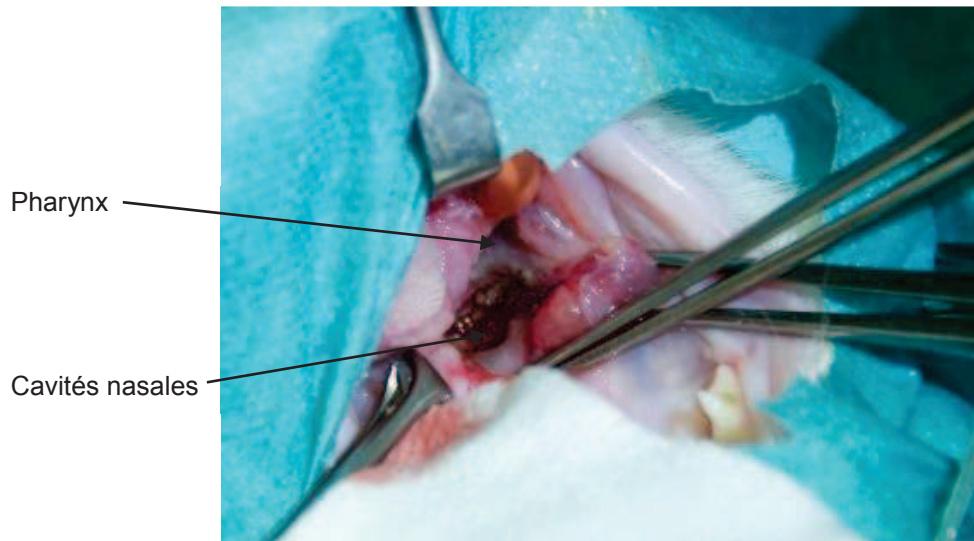


**Figure 57 : Perméabilisation du naso-pharynx par Coblation® [Service de Chirurgie, ENVT]**

À gauche : Incision sagittale du voile du palais et perforation des choanes à la lame froide. À droite : Coblation® de la zone pour créer une réelle communication naso-pharyngée



La Coblation® a permis de créer une communication naso-pharyngée qui n'existait pas jusque-là. Cette membrane tissulaire qui obstruait complètement le naso-pharynx, n'avait pu être perforée lors de la rhinoscopie rétrograde. L'angulation de la sonde de Coblation® a permis une perforation sans saignement malgré la difficulté d'accès de la zone (Figure 57). Ce cas illustre donc l'avantage du côté multifonctionnel de la Coblation® à l'aide d'un unique instrument. L'application de la sonde au contact de la membrane a permis sa perforation progressive sans léser les tissus sous-jacents (cavités nasales) (Figure 58). L'inflammation locale post-opératoire a été réduite, l'animal retrouvant une fonction respiratoire normale et ce pendant plusieurs semaines.



**Figure 58 : Aspect de la communication naso-pharyngée en fin d'intervention**

[Service de Chirurgie, ENVT]

Par la suite, une sténose cicatricielle a été observée. Cependant, la perméabilité étant conservée, une dilatation par ballonnet via endoscopie a assuré par la suite une communication suffisante naso-pharyngée.

### 3. Iceberg, imperforation du canal auriculaire

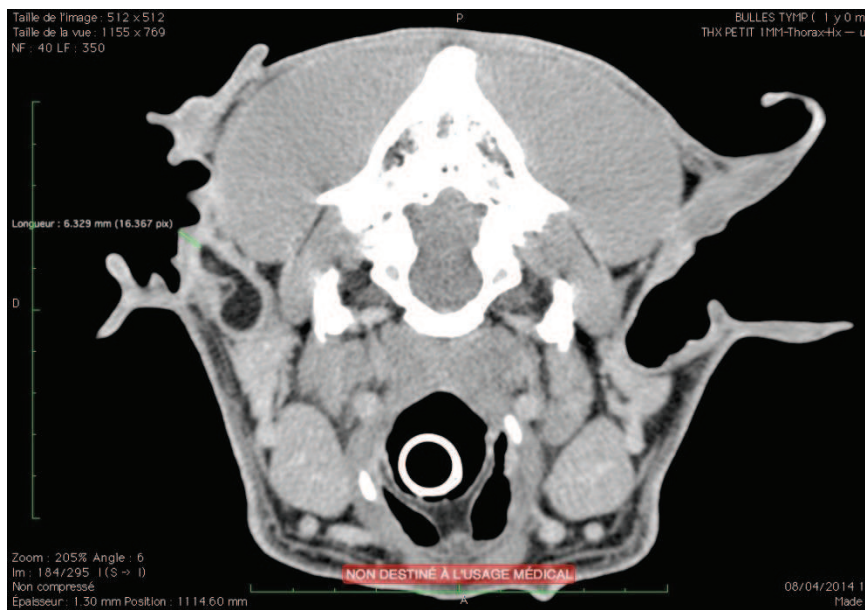


**Figure 59 : Iceberg, Berger blanc suisse** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : le port d'oreille est légèrement plus bas à droite. À droite : imperforation du canal auriculaire droit

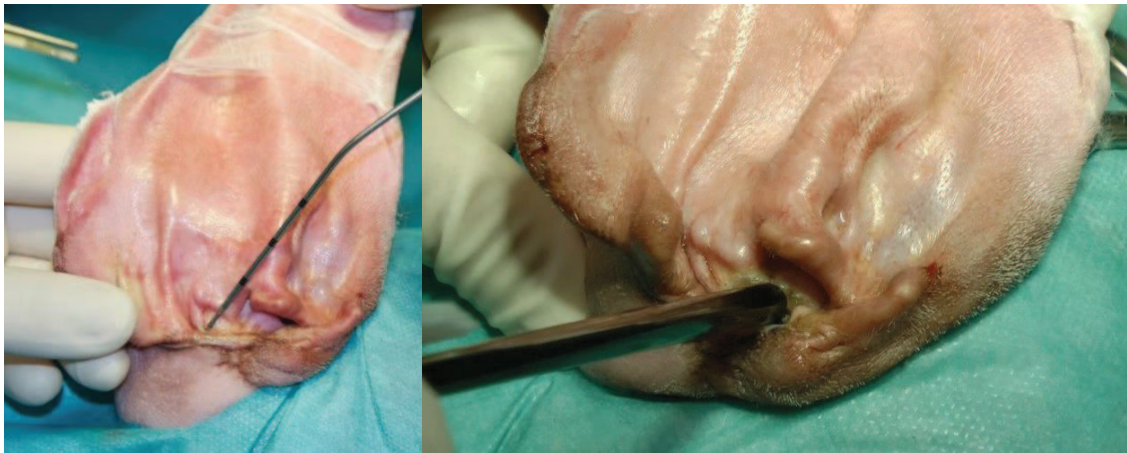
<b>Iceberg</b>	
<b>Signalement</b>	Chien Berger blanc Suisse, mâle de 9 mois
<b>Motif de consultation</b>	Malformation auriculaire droite
<b>Anamnèse et commémoratifs</b>	Port d'oreille modifié à droite (Figure 59) depuis l'adoption à 2 mois dans un élevage
<b>Examen clinique</b>	Absence d'anomalie à l'examen clinique général Absence de méat auriculaire droit et partie terminale du conduit vertical absente à la palpation (Figures 59 et 60) Suspicion d'atrésie congénitale du canal auditif vertical droit
<b>Examens complémentaires</b>	Scanner : tissu de 4 à 6 mm d'épaisseur obstruant l'abouchement du conduit auditif
<b>Traitement chirurgical</b>	J0 : perforation du conduit par Coblation® (sonde Reflex Ultra 45, puis sonde EVac 70, ArthroCare) (Figure 61)
<b>Traitement médical</b>	Anti-inflammatoires non stéroïdiens (méloxicam) 2 jours (arrêt pour intolérance), nettoyage local Puis anti-inflammatoires stéroïdiens (prednisolone) 5 jours
<b>Pansement</b>	Compresse hydrodétersive absorbante Urgoclean®
<b>Évolution et suivi</b>	J+15 : Suture dans le conduit d'une tubulure de sonde pour guider la cicatrisation  J+25 : retrait de la sonde ⇒ bonne évolution, cicatrisation quasi-complète

**Tableau 5 : Cas clinique d'Iceberg**



**Figure 60 : Image scanner de la partie terminale imperforée du conduit auditif D**

[Service de Chirurgie, ENVT]



**Figure 61 : Création du méat auditif par Coblation®** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : début de la perforation à l'aide de la sonde Reflex Ultra 45. À droite : agrandissement du méat à l'aide de la sonde EVac 70

Iceberg présentait une imperforation du canal auriculaire droit. Le conduit vertical était borgne, obstrué par la présence de cartilage auriculaire (Figure 60). Entre la partie terminale du conduit vertical et l'emplacement de l'abouchement se trouvait une membrane tissulaire de 4 mm d'épaisseur. La sonde fine Reflex Ultra a permis la perforation délicate de cette membrane afin d'accéder au conduit vertical (Figure 61). Puis, la sonde EVac 70 a été utilisée afin de sculpter un orifice reproduisant un abouchement normal (Figure 62).

Une nouvelle fois, l'angulation de la sonde et son côté multifonctionnel ont été utiles pour progresser délicatement dans un conduit difficile d'accès. L'abouchement nouvellement créé a cicatrisé par 2<sup>ème</sup> intention.



**Figure 62 : Fin l'intervention. On observe la perforation et le conduit auriculaire vertical**

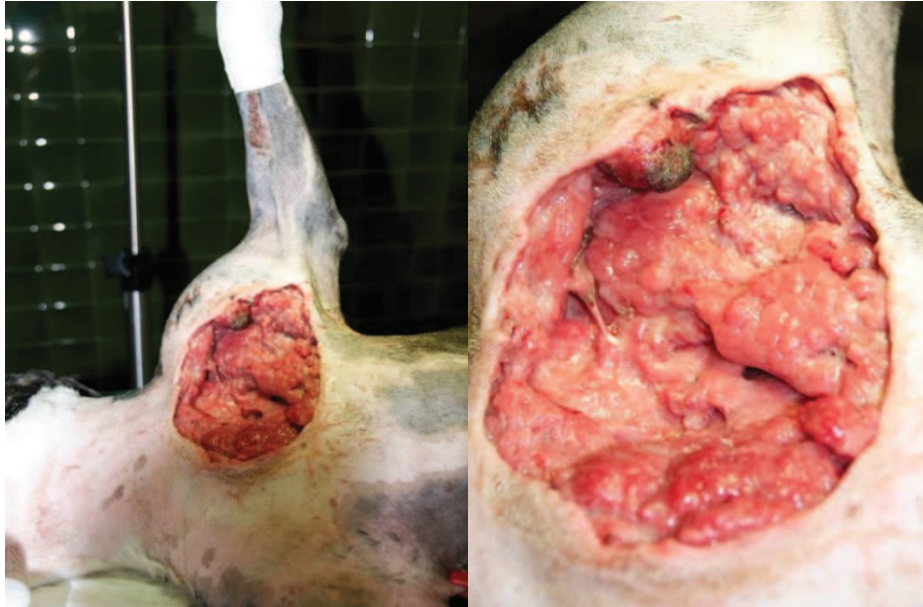
[Service de Chirurgie, ENVT]

## 4. Ginger, plaie de morsure

<b>Ginger</b>	
<b>Signalement</b>	Chienne croisée American Staffordshire Terrier de 1 an
<b>Motif de consultation</b>	Plaie de morsure au niveau du poitrail, évoluant depuis 5 jours
<b>Anamnèse et commémoratifs</b>	Morsure il y a 5 jours, plaie de 8-10 cm au niveau du poitrail, suturée par le vétérinaire traitant. Nécrose des bords de la plaie, déhiscence des sutures Plaie exsudative ++++
<b>Examen clinique</b>	J0 : Absence d'anomalie à l'examen clinique général Plaie au niveau du poitrail de 20 x 15 cm et 8 cm de profondeur, en phase de détersion (Figure 63) Emphysème sous-cutané
<b>Examens complémentaires</b>	Radiographies thoraciques : Absence d'anomalie Bilan pré-anesthésique : biochimie et hémogramme : absence d'anomalie
<b>Traitement chirurgical</b>	J1 : Désinfection à l'aide de chlorexidine savon Parage chirurgical par Coblation® de la plaie, Sonde EVac 70 ArthroCare (Figure 64)
<b>Traitement médical</b>	Antibiotiques (amoxicilline/a. clavulanique) 3 semaines Anti-inflammatoires non-stéroïdiens (firocoxib) 7 jours Morphine en post-opératoire immédiat
<b>Pansement</b>	Hydrocolloïdes : Algoplaque® (Figure 65)
<b>Évolution et suivi</b>	J4 : Changement du pansement : hydrocolloïde Algoplaque® ⇒ granulation et comblement tissulaire en cours, épithélialisation sur les marges de la plaie  J7 : Changement du pansement : hydrocolloïde Algoplaque® ⇒ granulation et comblement tissulaire en cours, épithélialisation sur les marges de la plaie, et diminution de taille d'environ 1/3 de la plaie (Figure 66)  J9 : Changement du pansement : Lipo-colloïde UrgoTul absorb® ⇒ granulation en cours, phase de contraction  J15 : Parage et suture de la plaie, pansement lipo-colloïde Urgotul® : ⇒ Pose d'un drain de redon  J23 : Retrait des points : ⇒ Bonne évolution malgré quelques points avec déhiscence des sutures. Cicatrisation par 2 <sup>ème</sup> intention

**Tableau 6 : Cas clinique de Ginger**





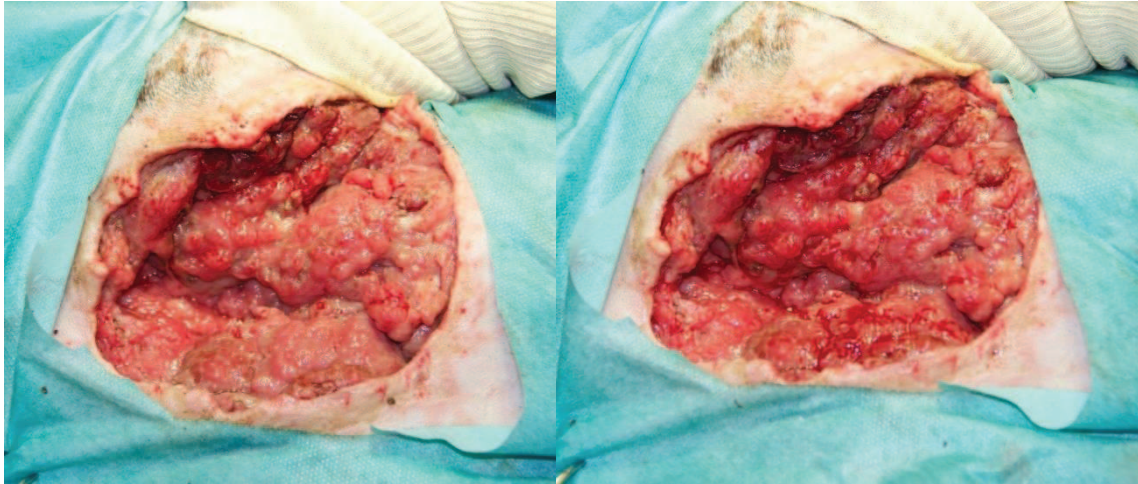
**Figure 63 : Aspect de la plaie 5 jours après la morsure** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : vue à distance ; À droite : vue rapprochée. Le délabrement tissulaire et la perte de substance sont très importants

Cette indication dans le traitement des plaies se développe depuis 2 ans à l'ENVT. Une thèse expérimentale est en cours afin de vérifier l'innocuité de son utilisation dans le traitement des plaies.

Ginger présentait une plaie de morsure très importante au niveau du poitrail. Étant donné l'origine (plaie surinfectée), l'évolution (déhiscence des sutures, nécrose des tissus) et la localisation, une suture était impossible. La plaie était en phase de détersion. Pour accélérer le processus physiologique, il a été choisi de réaliser un parage chirurgical afin d'éliminer le maximum de tissus nécrosés, dévascularisés ou dévitalisés. Il était impossible de réaliser un parage en bloc en raison de la profondeur de la plaie et la proximité du plexus brachial. L'exérèse *a minima* des tissus à la lame froide était également délicate en raison de l'imprécision de la technique et la taille importante de la lame. C'est pourquoi, il a été décidé de réaliser ce parage par Coblation®. La sonde est suffisamment petite pour se glisser dans les anfractuosités. Elle n'élimine que les tissus en contact, ce qui permettait d'essayer de conserver un maximum de tissus pour la future reconstruction. En outre, la contamination de la plaie étant évidente, la technique de Coblation® permet l'élimination des germes placés dans le rayon d'action de la sonde.

La détersion des tissus nécrosés est accélérée grâce à la Coblation®. Le tissu nécrotique et les dépôts de fibrine caractérisés par leur couleur blanchâtre présents sur la plaie ont alors éliminés par Coblation® laissant place à un tissu sain caractérisé par une couleur rosée, et des saignements maîtrisés (Figure 64).



**Figure 64 : Parage chirurgical par Coblation®** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : avant Coblation®. À droite : après Coblation®

À la fin du parage, l'aspect de la plaie était bien meilleur, mais certaines anfractuosités n'ont pu être traitées correctement du fait de la présence du plexus brachial. La fin de la phase de détersion a été assurée par 2<sup>ème</sup> intention par la mise en place de pansements hydrocolloïdes (Figure 65). Avant Coblation®, le pansement était saturé en 12h en raison d'une très forte exsudation ; après Coblation®, le pansement n'était renouvelé que tous les 3 à 4 jours en moyenne.



**Figure 65 : Pansement hydrocolloïde algoplaque®** [Service de Chirurgie, ENVT]

Ensuite, la phase de granulation s'est rapidement mise en place (Figure 66).



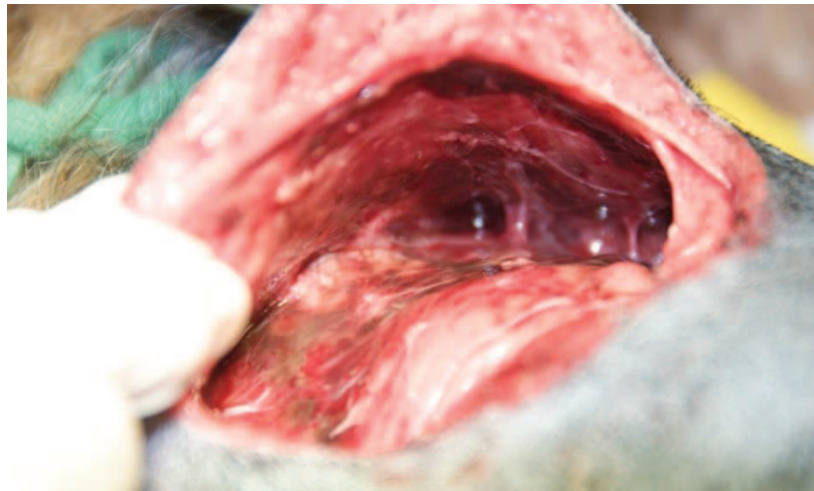
**Figure 66 : Évolution de la plaie** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : J7 : diminution de taille d'environ 1/3. À droite : J15, avant la reconstruction chirurgicale

À J16, la plaie a pu être reconstruite chirurgicalement par suture et pose d'un drain aspiratif.



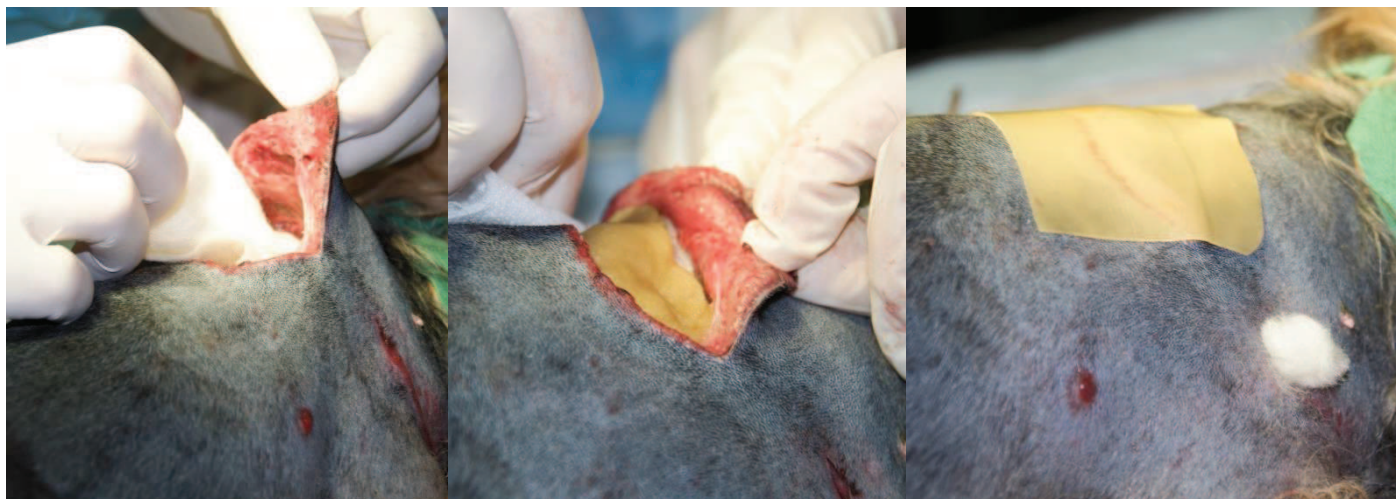
## 5. Dipsy, plaie de morsure



**Figure 67 : Aspect de la plaie : décollement tissulaire important** [Service de Chirurgie, ENVT]

<b>Dipsy</b>	
<b>Signalement</b>	Chienne Yorkshire Terrier de 12 ans
<b>Motif de consultation</b>	Plaie de morsure à l'encolure
<b>Anamnèse et commémoratifs</b>	Morsure par un chien 30 min avant la consultation
<b>Examen clinique</b>	Absence d'anomalie à l'examen clinique général Plaie de 10 cm sur l'encolure, décollement de la peau, s'étendant en dorso-ventral (Figure 67) Multiples plaies sur le thorax communiquant avec la plaie principale
<b>Examens complémentaires</b>	Bilan pré-anesthésique biochimique : Absence d'anomalie Radiographies thoraciques : Absence d'anomalie
<b>Pansement</b>	J0 : pansement Hydrocolloïdes : Algoplaque® et Algoplaque pâte® (Figure 68)
<b>Traitement médical</b>	Antibiotiques (amoxicilline / a. clavulanique) Anti-inflammatoires non stéroïdiens (méloxicam) Analgésiques (morphine)
<b>Évolution et suivi</b>	J2 : changement du pansement : hydrocolloïdes et alginates de calcium : Urgosorb® ⇒ Phase de détersion de la plaie  J4 : parage par Coblation® (Sonde EVac 70, ArthroCare) et suture de la plaie (Figures 69 et 70)  J+15 : Retrait des points ⇒ Bonne cicatrisation

**Tableau 7 : Cas clinique de Dipsy**

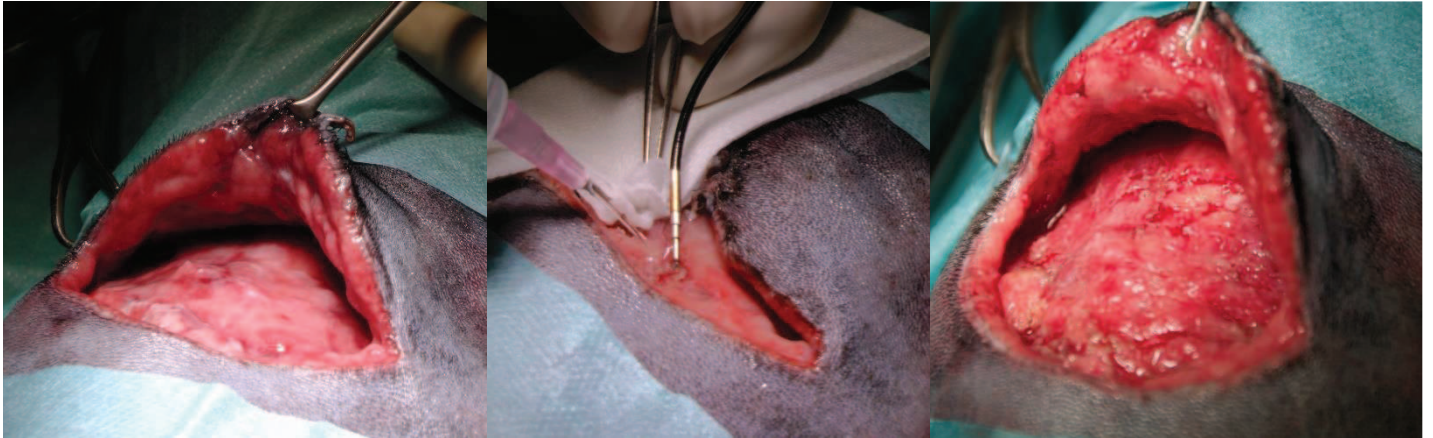


**Figure 68 : Prise en charge de la plaie à J0** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : nettoyage de la plaie à la chlorexhidine. Au milieu : comblement par de l'Algoplaque pâte® (pansement hydrocolloïdes). À droite : pose d'une plaque d'Algoplaque® (pansement hydrocolloïdes)

Lors de la prise en charge, la plaie a été correctement lavée et un pansement hydrocolloïdes Algoplaque® a été mis en place (Figure 68). Après morsures multiples, il est courant d'observer une nécrose vasculaire liée aux écrasements induits par les morsures. Les lésions vasculaires se développent progressivement et se traduisent par des zones de nécrose, visibles dans les jours qui suivent l'accident. Il convient donc de ne pas se précipiter et surveiller pendant quelques jours, l'évolution des tissus avant d'envisager un parage chirurgical.

Après 4 jours d'observation, l'évolution des plaies étant très favorables (pas de nécrose visible), le parage par Coblation® de l'ensemble de la plaie a été réalisé et a permis une suture chirurgicale immédiate pour une cicatrisation par 1<sup>ère</sup> intention. L'effet bactéricide et la détersion de la plaie ayant été réalisées (Figure 69) la peau étant disponible, une suture à l'aide de points simples a été effectuée (Figure 70). Les tissus sains après le passage de la sonde peuvent être suturés avec un risque de déhiscence bien moindre. Dans le cas de Ginger (cf 4. Ginger), la perte de tissus et la localisation ne permettaient pas la suture.



**Figure 69 : Parage chirurgical par Coblation®** [Service de Chirurgie, ENVT]

À gauche : aspect de la plaie avant le parage. Au milieu : Coblation® à l'aide de la sonde Reflex Ultra 55, ArthroCare. À droite : aspect après la chirurgie. On note la couleur rosée et les petits saignements



**Figure 70 : Fin de l'intervention : suture cutanée par points simples** [Service de Chirurgie, ENVT]

Ces 5 cas illustrent quelques-unes des utilisations des sondes de Coblation® en chirurgie des tissus mous à l'école vétérinaire de Toulouse. La Coblation® y est davantage utilisée comme un instrument de qualité à disposition du chirurgien pour compléter son plateau technique que comme une technique à part entière. En effet, la Coblation® s'apparente à un bistouri électrique présentant des qualités différentes, notamment exploitant de plus faibles températures.

Le parage des plaies (cas 4 et 5) est par exemple une indication très intéressante étant donné les particularités des plaies animales (morsure, abrasion, contact avec bactéries, surinfections, léchage...). Le domaine oto-rhino-laryngologique est quant à lui relativement bien représenté par la résection du voile du palais et la sténose des narines. Néanmoins, les amygdalectomies sont rares chez les animaux et la cosmétologie n'est pas représentée.

Toutefois, les indications de la Coblation® au sein du service de chirurgie de l'ENVT se développent chaque jour en fonction des opportunités : excrèse de lésions inflammatoire du pourtour de l'anus, d'un tissu cicatriciel exubérant d'un sialocèle lingual, ...





## CONCLUSION

Après avoir révolutionné l'arthroscopie ainsi que les chirurgies de la colonne vertébrale, la Coblation® a permis de nombreuses avancées techniques dans la pratique de la chirurgie des tissus mous. Aujourd'hui, elle tient sa place dans l'arsenal thérapeutique des chirurgiens oto-rhino-laryngologues, ainsi que de nombreux chirurgiens esthétiques.

Ses nombreux avantages font de cette technique une méthode relativement simple, efficace et sûre d'opérer. En outre, la faible chaleur émise fournit, de surcroît, de bonnes conditions de récupération et de cicatrisation. Malgré quelques inconvénients, la Coblation® tend à se développer en chirurgie des tissus mous, nécessitant davantage d'études sur les indications autres qu'oto-rhino-laryngologiques.

Cependant, cet outil désormais indispensable en médecine humaine n'a pour l'instant que peu de place en chirurgie des tissus mous vétérinaires. L'usage de la Coblation® s'est bien développé en arthroscopie mais il reste encore tous les autres domaines à développer. Il serait intéressant de s'inspirer et exploiter les connaissances en médecine humaine afin de favoriser le développement de la technique dans notre pratique. Certaines indications ne seront pas exploitables telles que la cosmétologie. En revanche, le traitement des plaies afin d'obtenir une cicatrice la plus discrète possible est envisageable. L'observation des pratiques en médecine humaine nous ouvre un champ d'application important. Certaines indications pourront être applicables directement après extrapolation, d'autres nécessiteront la réalisation d'études expérimentales et cliniques afin de tester l'innocuité de la technique comme, par exemple, dans le traitement des plaies ou la chirurgie du voile du palais.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, Patricia MEYNAUD-COLLARD, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **SEROT Paul**, intitulée «**INDICATIONS DE LA COBLATION EN CHIRURGIE DES TISSUS MOUS**» et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 20 juin 2013  
Docteur Patricia MEYNAUD  
Enseignant chercheur  
de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

  
Vu :  
Le Directeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Professeur Alain MILON



Vu :  
Le Président du jury :  
Professeur Paul BONNEVIALLE

  
Professeur Paul BONNEVIALLE  
Spécialisation Traumatologie - Université  
CHU TOULOUSE PURPAN  
Place du Docteur Baylac  
TSA 40031  
31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université  
Paul Sabatier  
Professeur Bertrand MONTHUBERT  
Par délégation, le Vice Président du CEVU  
Arnaud LE PADELLEC


Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ACLAND KM, CALONJE E, SEED PT, STAT C, BARLOW RJ. A clinical and histologic comparison of electrosurgical and carbon dioxide laser peels. *J Am Acad Dermatol*. 2001 Mar;44(3):492-6.
- [2] ALEXIOU VG, SALAZAR-SALVIA MS, JERVIS PN, FALAGAS ME. Modern technology-assisted vs conventional tonsillectomy: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Jun;137(6):558-70.
- [3] ALGHONAIM Y, VARSHNEY R, SANDS N, DANIEL SJ. Coblation technique as an alternative treatment modality for oral lymphangioma. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012 Oct;76(10):1526-7.
- [4] AMIEL D, BALL ST, TASTO JP. Chondrocyte viability and metabolic activity after treatment of bovine articular cartilage with bipolar radiofrequency: an in vitro study. *Arthroscopy*. 2004 May;20(5):503-10.
- [5] AMIRI I, BELLOSO A, BROOMFIELD SJ, MORAR P. Return to theatre in secondary post-tonsillectomy haemorrhage: a comparison of coblation and dissection techniques. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012 Feb;269(2):667-71.
- [6] AMIRARAGHI N, SYED MI, SYED S, WILLIAMS AT. Paraganglioma of the skull base presenting as nasal polyps. *Laryngoscope*. 2013 Mar;123(3):577-80.
- [7] ANDRAC L (1874). Quelques considérations sur la cautérisation actuelle. Thèse de Doctorat vétérinaire. Toulouse
- [8] ANTONELLI PJ, BARATELLI R. Cochlear implant integrity after adenoidectomy with Coblation and monopolar electrosurgery. *Am J Otolaryngol*. 2007 Jan-Feb;28(1):9-12.
- [9] ArthroCare Corporation. ArthroCare ENT: Coblation Products [en ligne]. Disponible sur : [http://www.arthrocareent.com/coblation\\_products](http://www.arthrocareent.com/coblation_products) (consulté le 20/06/13).
- [10] ArthroCare Corporation. Coblation Technology [en ligne]. Disponible sur : [http://www.arthrocaresportsmedicine.com/files/datasheets/Coblation\\_Technology\\_White\\_Paper\\_B.pdf](http://www.arthrocaresportsmedicine.com/files/datasheets/Coblation_Technology_White_Paper_B.pdf) (consulté le 20/06/2013)
- [11] ArthroCare Corporation. ArthroCare – Our Technology [en ligne]. Disponible sur : [http://www.arthrocare.com/our\\_technology/ot\\_our\\_technology.htm](http://www.arthrocare.com/our_technology/ot_our_technology.htm) (consulté le 20/06/2013).
- [12] ArthroCare Corporation. Procedures [en ligne]. Disponible sur : <http://www.arthrocareent.com/procedures> (consulté le 20/06/2013).
- [13] ATEF A, MOSLEH M, EL BOSRATY H, ABD EL FATAH G, FATHI A. Bipolar radiofrequency volumetric tissue reduction of inferior turbinate: does the number of treatment sessions influence the final outcome? *Am J Rhinol*. 2006 Jan-Feb;20(1):25-31.
- [14] BABADEMEZ MA, YUREKLI MF, ACAR B, GÜNBEY E. Comparison of radiofrequency ablation, laser and coblator techniques in reduction of tonsil size. *Acta Otolaryngol*. 2011 Jul;131(7):750-6.



- [15] BELLANEY GJ. Scarring of the eyelids from Coblation treatment. *Australas J Dermatol*. 2004 Aug;45(3):170-1.
- [16] BELLOSO A, CHIDAMBARAM A, MORAR P, TIMMS MS. Coblation tonsillectomy versus dissection tonsillectomy: postoperative hemorrhage. *Laryngoscope*. 2003 Nov;113(11):2010-3.
- [17] BELLOSO A, MORAR P, TAHERY J, SARAVANAN K, NIGAM A, TIMMS MS. Randomized-controlled study comparing post-operative pain between coblation palatoplasty and laser palatoplasty. *Clin Otolaryngol*. 2006 Apr;31(2):138-43.
- [18] BENNINGER M, WALNER D. Coblation: improving outcomes for children following adenotonsillectomy. *Clin Cornerstone*. 2007;9 Suppl 1:S13-23.
- [19] BERGER G, OPHIR D, PITARO K, LANDSBERG R. Histopathological changes after coblation inferior turbinate reduction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008 Aug;134(8):819-23.
- [20] BHATTACHARYYA N, KEPNES LJ. Bipolar radiofrequency cold ablation turbinate reduction for obstructive inferior turbinate hypertrophy. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2002 Jan;13(2):170-174.
- [21] BLUMEN M, COQUILLE F, CHABOLLE F. Lingual tonsil reduction in OSA: transcervical radiofrequency ablation. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2012 Dec;129(6):339-42.
- [22] CARNEY AS, TIMMS MS, MARNANE CN, KRISHNAN S, REES G, MIRZA S. Radiofrequency coblation for the resection of head and neck malignancies. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008 Jan;138(1):81-5.
- [23] CARNEY AS, HARRIS PK, MACFARLANE PL, NASSER S, ESTERMAN A. The coblation tonsillectomy learning curve. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008 Feb;138(2):149-52.
- [24] CARNEY AS, EVANS AS, MIRZA S, PSALTIS A. Radiofrequency coblation for treatment of advanced laryngotracheal recurrent respiratory papillomatosis. *J Laryngol Otol*. 2010 May;124(5):510-4.
- [25] CHANG CY, THRASHER R. Coblation cryptolysis to treat tonsil stones: a retrospective case series. *Ear Nose Throat J*. 2012 Jun;91(6):238-54.
- [26] CHANG KW. Randomized controlled trial of Coblation versus electrocautery tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005 Feb;132(2):273-80.
- [27] CHEN X, KONG W, XIAO Y, HE L, YU Q, SHEN J, CHEN Q. Modified-coblation assisted UPPP in treatment of severe obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 Oct;25(20):929-32.
- [28] CHEN X, XIAO Y, HE LC, DONG JQ, KONG WJ. Comparison between modified coblation assisted uvulopalatopharyngoplasty and conventional uvulopalatopharyngoplasty in operative complication. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2012 Feb;47(2):101-6.

- [29] CHENG L, LIU B, TIAN A, MING H. Treatment of early-stage glottic cancer with radiofrequency coblation. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2013 Feb;27(3):153-4.
- [30] CHIN D, SNIDVONGS K, SACKS R, HARVEY RJ. Collateral thermal injury during endoscopic skull base surgery from endonasal CO2 laser and coblation. *J Laryngol Otol*. 2013 Apr 10:1-4.
- [31] CLARK MP, SMITHARD A, JERVIS P. How we do it: coblation tonsillectomy complication rates from a single ENT department compared with the National Prospective Tonsillectomy Audit. *Clin Otolaryngol*. 2006 Apr;31(2):156-9.
- [32] DE SIO M, AUTHORINO R, QUARTO G, DAMIANO R, PERDONÀ S, DI LORENZO G, MORDENTE S, D'ARMIENTO M. Gyrus bipolar versus standard monopolar transurethral resection of the prostate: A randomized prospective trial. *Urology*. 2006;67(1):69-72.
- [33] D'EREDITÀ R, BOZZOLA L. Molecular resonance vs. coblation tonsillectomy in children. *Laryngoscope*. 2009 Oct;119(10):1897-901.
- [34] D'EREDITÀ R. Tonsillectomy in children: a five-factor analysis among three techniques--reporting upon clinical results, anesthesia time, surgery time, bleeding, and cost. *Laryngoscope*. 2010 Dec;120(12):2502-7.
- [35] DI RIENZO BUSINCO L, COEN TIRELLI G. Paediatric tonsillectomy: radiofrequency-based plasma dissection compared to cold dissection with sutures. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2008 Apr;28(2):67-72.
- [36] DI RIENZO BUSINCO L, DI RIENZO BUSINCO A, LAURIELLO M. Comparative study on the effectiveness of Coblation-assisted turbinoplasty in allergic rhinitis. *Rhinology*. 2010 Jun;48(2):174-8.
- [37] DI RIENZO BUSINCO L, ANGELONE AM, MATTEI A, VENTURA L, LAURIELLO M. Paediatric adenoidectomy: endoscopic coblation technique compared to cold curettage. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2012 Apr;32(2):124-9.
- [38] DIVI V, BENNINGER M. Postoperative tonsillectomy bleed: coblation versus noncoblation. *Laryngoscope*. 2005 Jan;115(1):31-3.
- [39] DIVI V, BENNINGER M, KIUPEL M, DOBBIE A. Coblation of the canine vocal fold: a histologic study. *J Voice*. 2012 Nov;26(6):811.e9-13.
- [40] ELBASSIUONY A. Coblation-assisted soft palatal webbing flap uvulopalatoplasty: a new technique for the treatment of snoring. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2012 Sept;23(3):211-18
- [41] ELOY JA, WALKER TJ, CASIANO RR, RUIZ JW. Effect of coblation polypectomy on estimated blood loss in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 2009 Sep-Oct;23(5):535-9.
- [42] FARMER SE, QUINE SM, ECCLES R. Efficacy of inferior turbinate coblation for treatment of nasal obstruction. *J Laryngol Otol*. 2009 Mar;123(3):309-14.

- [43] FRIEDMAN M, IBRAHIM H. Radiofrequency tonsil and adenoid ablation. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2001 Dec;12(4):196-8.
- [44] FRIEDMAN M, LOSAVIO P, IBRAHIM H, RAMAKRISHNAN V. Radiofrequency tonsil reduction: safety, morbidity, and efficacy. *Laryngoscope*. 2003 May;113(5):882-7.
- [45] FRIEDMAN M, WILSON MN, FRIEDMAN J, JOSEPH NJ, LIN HC, CHANG HW. Intracapsular coblation tonsillectomy and adenoidectomy for the treatment of pediatric obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009 Mar;140(3):358-62.
- [46] FUJIHARA K, KOHNO M, OGAMI M, HAYASHI M, TOGAWA A, TAMURA S, YAMANAKA N. Coblation tonsillectomy under surgical microscopy. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*. 2011 Dec;114(12):924-7.
- [47] GALLAGHER TQ, WILCOX L, MCGUIRE E, DERKAY CS. Analyzing factors associated with major complications after adenotonsillectomy in 4776 patients: comparing three tonsillectomy techniques. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010 Jun;142(6):886-92.
- [48] GILES JE, WORLEY NK, TELUSCA N. Gold laser tonsillectomy--a safe new method. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009 Sep;73(9):1274-7.
- [49] GINDROS G, KANTAS I, BALATSOURAS DG, KAIDOGLOU A, KANDILOROS D. Comparison of ultrasound turbinate reduction, radiofrequency tissue ablation and submucosal cauterization in inferior turbinate hypertrophy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010 Nov;267(11):1727-33.
- [50] GLADE RS, PEARSON SE, ZALZAL GH, CHOI SS. Coblation adenotonsillectomy: an improvement over electrocautery technique? *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006 May;134(5):852-5.
- [51] GOSWAMY J, PENNEY SE, BRUCE IA, ROTHERA MP. Radiofrequency ablation in the treatment of paediatric microcystic lymphatic malformations. *J Laryngol Otol*. 2013 Mar;127(3):279-84.
- [52] GRIMMER JF, MULLIKEN JB, BURROWS PE, RAHBAR R. Radiofrequency ablation of microcystic lymphatic malformation in the oral cavity. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006 Nov;132(11):1251-6.
- [53] GUAN J, YI H, YU D, HUANG Y, YIN S. Channel radiofrequency volumetric reduction of tongue base a vitro porcine three-dimensional reconstruction experiment for the treatment of obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2009 Aug;23(15):700-2.
- [54] GUSTAVII N, BOVE M, DAHLIN C. Postoperative morbidity in traditional versus coblation tonsillectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010 Nov;119(11):755-60.
- [55] HASAN H, RAITIOLA H, CHRAPEK W, PUKANDER J. Randomized study comparing postoperative pain between coblation and bipolar scissor tonsillectomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008 Jul;265(7):817-20.
- [56] HE M, CHEN H, JIN W, HE Y, SU Z, FAN Y, YU C. Uvulopalatopharyngoplasty and tongue base coblation treat the 112 cases of severe obstructive sleep apnea -hypopnea syndrome. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*. 2005 Dec;19(23):1061-2.

- [57] HEIDEMANN CH, WALLÉN M, AAKESSON M, SKOV P, KJELDEN AD, GODBALLE C. Post-tonsillectomy hemorrhage: assessment of risk factors with special attention to introduction of coblation technique. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009 Jul;266(7):1011-5.
- [58] HETZLER D. In reference to histologic assessment of thermal injury to tonsillectomy specimens: a comparison of electrocautery, coblation, harmonic scalpel, and tonsillotome. *Laryngoscope*. 2010 May;120(5):1077.
- [59] HOU T, HU S, JIANG X. Tongue coblation via the ventral approach for obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome surgery. *Laryngoscope*. 2012 Nov;122(11):2582-6.
- [60] JAVED F, SADRI M, UDDIN J, MORTIMORE S, PARKER D. A completed audit cycle on post-tonsillectomy haemorrhage rate: coblation versus standard tonsillectomy. *Acta Otolaryngol*. 2007 Mar;127(3):300-4.
- [61] JOHNSON JT, VATES J, WAGNER RL. Reduction of snoring with a plasma-mediated radiofrequency-based ablation (Coblation) device. *Ear Nose Throat J*. 2008 Jan;87(1):40-3.
- [62] JONES DT, KENNA MA, GUIDI J, HUANG L, JOHNSTON PR, LICAMELI GR. Comparison of postoperative pain in pediatric patients undergoing coblation tonsillectomy versus cautery tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Jun;144(6):972-7.
- [63] JOSHI H, CARNEY AS. Use of coblation in otolaryngology, head and neck surgery. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2011 Oct;72(10):565-9.
- [64] JOSHI H, WOODWORTH BA, CARNEY AS. Coblation for epistaxis management in patients with hereditary haemorrhagic telangiectasia: a multicentre case series. *J Laryngol Otol*. 2011 Nov;125(11):1176-80.
- [65] KEZIRIAN EJ (2007). Radiofrequency of the palate. In: *Rhinologic and Sleep Apnea Surgical Techniques*. 1<sup>st</sup> edition. **Springer**. 303-8.
- [66] KHAN I, ABELARDO E, SCOTT NW, SHAKEEL M, MENAKAYA O, JARAMILLO M, MAHMOOD K. Coblation tonsillectomy: is it inherently bloody? *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012 Feb;269(2):579-83.
- [67] KIM JW, MUN SJ, LEE WH, MO JH. Post-tonsillectomy hemorrhage in children: a single surgeon's experience with coblation compared to diathermy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013 Jan;270(1):339-44.
- [68] KOSTRZEWA JP, SUNDE J, RILEY KO, WOODWORTH BA. Radiofrequency coblation decreases blood loss during endoscopic sinonasal and skull base tumor removal. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2010;72(1):38-43.
- [69] LEE JY, LEE JD. Comparative study on the long-term effectiveness between coblation- and microdebrider-assisted partial turbinoplasty. *Laryngoscope*. 2006 May;116(5):729-34.
- [70] LEE KC, ALTENAU MM, BARNES DR, BERNSTEIN JM, BIKHAZI NB, BRETTSCHEIDER FA, CAPLAN CH, DITKOWSKY WA, INGBER CF, KLAUSNER LM, MOGHADDASSI MM. Incidence of complications for subtotal ionized field ablation of the tonsils. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002 Dec;127(6):531-8.

- [71] LEONG SC, FARMER SE, ECCLES R. Coblation® inferior turbinate reduction: a long-term follow-up with subjective and objective assessment. *Rhinology*. 2010 Mar;48(1):108-12.
- [72] LIN AC, KOLTAI PJ. Persistent pediatric obstructive sleep apnea and lingual tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009 Jul;141(1):81-5.
- [73] LIU DB, TAN ZY, ZHONG JW, SHAO JB, QIU SY, ZHOU J. A preliminary study of the secondary postoperative haemorrhage in pediatric coblationadenotonsillectomy. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2010 May;45(5):373-6.
- [74] LOWE D, VAN DER MEULEN J; NATIONAL PROSPECTIVE TONSILLECTOMY AUDIT. Tonsillectomy technique as a risk factor for postoperative haemorrhage. *Lancet*. 2004 Aug 21-27;364(9435):697-702.
- [75] MACKAY SG, CARNEY AS, WOODS C, ANTIC N, MCEVOY RD, CHIA M, SANDS T, JONES A, HOBSON J, ROBINSON S. Modified uvulopalatopharyngoplasty and coblation channeling of the tongue for obstructive sleep apnea: a multi-centre Australian trial. *J Clin Sleep Med*. 2013 Feb 1;9(2):117-24.
- [76] MAGDY EA, ELWANY S, EL-DALY AS, ABDEL-HADI M, MORSHEDY MA. Coblation tonsillectomy: a prospective, double-blind, randomised, clinical and histopathological comparison with dissection-ligation, monopolar electrocautery and laser tonsillectomies. *J Laryngol Otol*. 2008 Mar;122(3):282-90.
- [77] MANCINI PF. Coblation: a new technology and technique for skin resurfacing and other aesthetic surgical procedures. *Aesthetic Plast Surg*. 2001 Sep-Oct;25(5):372-7.
- [78] MATT BH, COTTEE LA. Reducing risk of fire in the operating room using coblation technology. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010 Sep;143(3):454-5.
- [79] MATURO SC, MAIR EA. Submucosal minimally invasive lingual excision: an effective, novel surgery for pediatric tongue base reduction. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2006 Aug;115(8):624-30.
- [80] MCMULLEN CP, FRANK DK, SMITH LP. Backyard hazard: a case series of ingested grill brush bristles and a novel approach to extraction. *Am J Otolaryngol*. 2012 Nov-Dec;33(6):731-4.
- [81] MITCHELL RB. Pediatric turbinate reduction by coblation. *Operative Techniques in Otolaryngology*. 2009;20:172-174
- [82] MITIC S, TVINNEREIM M, LIE E, SALTYTE BJ. A pilot randomized controlled trial of coblation tonsillectomy versus dissection tonsillectomy with bipolar diathermy haemostasis. *Clin Otolaryngol*. 2007 Aug;32(4):261-7.
- [83] MODI VK, MONFORTE H, GELLER KA, KOEMPEL JA. Histologic assessment of thermal injury to tonsillectomy specimens: a comparison of electrocautery, coblation, harmonic scalpel, and tonsillotome. *Laryngoscope*. 2009 Nov;119(11):2248-51.
- [84] MOESGAARD L, MIRZ F. No clinical advantages of coblation tonsillectomy compared with traditional tonsillectomy. *Dan Med J*. 2012 Jan;59(1):A4355.



- [85] MÖSGES R, ALBRECHT K, HELLMICH M, ALLEKOTTE S, VOGTEL M. Hemorrhage rates following coblation tonsillectomy. A meta-analysis of published trials. *HNO*. 2010 Aug;58(8):799-805.
- [86] MÖSGES R, HELLMICH M, ALLEKOTTE S, ALBRECHT K, BÖHM M. Hemorrhage rate after coblation tonsillectomy: a meta-analysis of published trials. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2011 Jun;268(6):807-16.
- [87] MOWATT G, COOK JA, FRASER C, MCKERROW WS, BURR JM. Systematic review of the safety of electrosurgery for tonsillectomy. *Clin Otolaryngol*. 2006 Apr;31(2):95-102.
- [88] MYOMETOSALINAS NL, BARRERA JE. Coblation lesion formation in a porcine tongue model. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010 Sep;143(3):448-53.
- [89] NOON AP, HARGREAVES S. Increased post-operative haemorrhage seen in adult coblation tonsillectomy. *J Laryngol Otol*. 2003 Sep;117(9):704-6.
- [90] NOORDZIJ JP, AFFLECK BD. Coblation versus unipolar electrocautery tonsillectomy: a prospective, randomized, single-blind study in adult patients. *Laryngoscope*. 2006 Aug;116(8):1303-9.
- [91] NUARA MJ, PARK AH, ALDER SC, SMITH ME, KELLY S, MUNTZ H. Perioral burns after adenotonsillectomy: a potentially serious complication. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008 Jan;134(1):10-5.
- [92] NUSBAUM AG, GIL J, RIPPY MK, WARNE B, VALDES J, CLARO A, DAVIS SC. Effective method to remove wound bacteria: comparison of various debridement modalities in an in vivo porcine model. *J Surg Res*. 2012 Aug;176(2):701-7.
- [93] OMRANI M, BARATI B, OMIDIFAR N, OKHOVAT AR, HASHEMI SA. Coblation versus traditional tonsillectomy: A double blind randomized controlled trial. *J Res Med Sci*. 2012 Jan;17(1):45-50.
- [94] ÖZKIRIŞ M, KARAÇAVUŞ S, KAPUSUZ Z, SAYDAM L. Comparison of two different adenoidectomy techniques with special emphasize on postoperative nasal mucociliary clearance rates: coblation technique vs. cold curettage. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013 Mar;77(3):389-93.
- [95] PARAMASIVAN VK, ARUMUGAM SV, KAMESWARAN M. Randomised comparative study of adenotonsillectomy by conventional and coblation method for children with obstructive sleep apnoea. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012 Jun;76(6):816-21.
- [96] PARKER D, HOWE L, UNSWORTH V, HILLIAM R. A randomised controlled trial to compare postoperative pain in children undergoing tonsillectomy using cold steel dissection with bipolar haemostasis versus coblation technique. *Clin Otolaryngol*. 2009 Jun;34(3):225-31.
- [97] PARKER NP, WALNER DL. Post-operative pain following coblation or monopolar electrocautery tonsillectomy in children: a prospective, single-blinded, randomised comparison. *Clin Otolaryngol*. 2011 Oct;36(5):468-74.

- [98] PARSONS SP, CORDES SR, COMER B. Comparison of posttonsillectomy pain using the ultrasonic scalpel, coblator, and electrocautery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006 Jan;134(1):106-13.
- [99] PATEL A, ADSHEAD JM. First clinical experience with new transurethral bipolar prostate electrosurgery resection system: controlled tissue ablation (coblation technology). *J Endourol.* 2004 Dec;18(10):959-64.
- [100] PETERS G, MCLAUGHLIN K, NUSS DW. Treatment of nasopharyngeal papillomatosis with coblation: a case series. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2011 Sep-Oct;1(5):405-8.
- [101] PHILPOTT CM, WILD DC, MEHTA D, DANIEL M, BANERJEE AR. A double-blinded randomized controlled trial of coblation versus conventional dissection tonsillectomy on post-operative symptoms. *Clin Otolaryngol.* 2005 Apr;30(2):143-8.
- [102] PIERSON B, POWITZKY R, DIGOY GP. Endoscopic Coblation for the treatment of advanced juvenile nasopharyngeal angiofibroma. *Ear Nose Throat J.* 2012 Oct;91(10):432, 434, 436, 438.
- [103] POLITES N, JONIAU S, WABNITZ D, FASSINA R, SMYTHE C, VARLEY P, CARNEY AS. Postoperative pain following coblation tonsillectomy: randomized clinical trial. *ANZ J Surg.* 2006 Apr;76(4):226-9.
- [104] QIU SY, LIU DB, HUANG ZY, ZHONG JW, LIU SF. Application of minimally invasive technique of coblation in 30 infants with epiglottic cyst. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.* 2012 Jun;47(6):496-8.
- [105] RABIEI S, RAHIMI M, EBRAHIMI A. Coblation assisted excision of lingual thyroid. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010 Jun;62(2):108-10.
- [106] RACHMANIDOU A, MODAYIL PC. Coblation resection of paediatric laryngeal papilloma. *J Laryngol Otol.* 2011 Aug;125(8):873-6.
- [107] ROJE Z, RACIĆ G, DOGAS Z, PISAC VP, TIMMS M. Postoperative morbidity and histopathologic characteristics of tonsillar tissue following coblation tonsillectomy in children: a prospective randomized single-blind study. *Coll Antropol.* 2009 Mar;33(1):293-8.
- [108] ROJE Z, RACIĆ G, KARDUM G. Efficacy and safety of inferior turbinate coblation-channeling in the treatment of nasal obstructions. *Coll Antropol.* 2011 Mar;35(1):143-6.
- [109] ROY S, REYES S, SMITH LP. Bipolar radiofrequency plasma ablation (Coblation) of lymphatic malformations of the tongue. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009 Feb;73(2):289-93.
- [110] RUIZ JW, SAINT-VICTOR S, TESSEMA B, ELOY JA, ANSTEAD A. Coblation assisted endoscopic juvenile nasopharyngeal angiofibroma resection. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2012 Mar;76(3):439-42.
- [111] RYAN TP, STALDER KR, WOLOSZKO J (2013). Overview of plasma technology used in medicine. In : Proc. SPIE 8584, Energy-based Treatment of Tissue and Assessment VII, 85840O, February 26, 2013, San Francisco, California, USA. RYAN.



- [112] SARNY S, OSSIMITZ G, HABERMANN W, STAMMBERGER H. Austrian tonsil study part 3: surgical technique and postoperative haemorrhage after tonsillectomy. *Laryngorhinootologie*. 2013 Feb;92(2):92-6.
- [113] SETABUTR D, ADIL EA, ADIL TK, CARR MM. Emerging trends in tonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Aug;145(2):223-9.
- [114] SHAPIRO NL, BHATTACHARYYA N. Cold dissection versus coblation-assisted adenotonsillectomy in children. *Laryngoscope*. 2007 Mar;117(3):406-10.
- [115] SHE CP, ZHANG QF, CHENG CJ. Coblation treatment for laryngeal papilloma in adult. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 Apr;46(4):336-8.
- [116] SHIMAMOTO N, MCAFEE P, CUNNINGHAM B, DMITRIEV A, BRYANT J, DENARO F. The healing process of back muscle injury: a comparative study of coblation electrosurgery and conventional electrosurgery. *The Spine Journal*. 2002;2(S1):43.
- [117] SIM G, VIJAYASEKARAN S. Novel use of Coblation technology in an unusual congenital tracheal stenosis. *J Laryngol Otol*. 2013 May 20:1-4.
- [118] SIMÉON R, SOUFFLET B, SOUCHAL DELACOUR I. Coblation turbinate reduction in childhood allergic rhinitis. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2010 May;127(2):77-82.
- [119] SMITH N, RILEY KO, WOODWORTH BA. Endoscopic Coblator™-assisted management of encephaloceles. *Laryngoscope*. 2010 Dec;120(12):2535-9.
- [120] Société française d'Étude et du Traitement de la Douleur. Évaluation de la douleur [en ligne]. Disponible sur : Société française d'Étude et du Traitement de la Douleur (consulté le 25/03/2014)
- [121] SÖNNERGRÉN HH, STRÖMBECK L, FAERGEMANN J. Antimicrobial effects of plasma-mediated bipolar radiofrequency ablation on bacteria and fungi relevant for wound infection. *Acta Derm Venereol*. 2012 Jan;92(1):29-33.
- [122] STALDER KR, RYAN TP, WOLOSZKO J (2013). Some physics and chemistry of Coblation® electrosurgical plasma devices. In : Proc. SPIE 8584, Energy-based Treatment of Tissue and Assessment VII, 85840P, February 26, 2013, San Francisco, California, USA. RYAN.
- [123] STOKER KE, DON DM, KANG DR, HAUPERT MS, MAGIT A, MADGY DN. Pediatric total tonsillectomy using coblation compared to conventional electrosurgery: a prospective, controlled single-blind study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 Jun;130(6):666-75.
- [124] STUCK BA, VERSE T (2010). Radiofrequency Surgery. In: *Surgery for Sleep Disordered Breathing*. 2<sup>nd</sup> edition. Springer. 103-114.
- [125] SUI HJ, XIAO SF, QIN Y, WANG QG, ZHAO EM, LIU YH, SHEN H, LI TC, CONG TC. Study on hemorrhage following coblation assisted uvulopalatopharyngoplasty. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2010 Oct;45(10):830-4.

- [126] SWIBEL ROSENTHAL LH, BENNINGER MS, STONE CH, ZACHAREK MA. Wound healing in the rabbit paranasal sinuses after Coblation: evaluation for use in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 2009 May-Jun;23(3):360-3.
- [126B] SWIBEL-ROSENTHAL LH, BENNINGER MS, STONE CH, ZACHAREK MA. Wound healing in the paranasal sinuses after Coblation, Part II: evaluation for endoscopic sinus surgery using a sheep model. *Am J Rhinol Allergy*. 2010 Nov-Dec;24(6):464-6.
- [127] SYED MI, MENNIE J, WILLIAMS AT. Early experience of radio frequency coblation in the management of intranasal and sinus tumors. *Laryngoscope*. 2012 Feb;122(2):436-9.
- [128] TAN AK, HSU PP, ENG SP, NG YH, LU PK, TAN SM, SAY JH, CHAN YH. Coblation vs electrocautery tonsillectomy: postoperative recovery in adults. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006 Nov;135(5):699-703.
- [129] TANI T, SENO S, HANAMITSU M, SHIMIZU T. Clinical effectiveness of coblation-assisted inferior turbinoplasty. *Arerugi*. 2008 Aug;57(8):1053-60.
- [130] TASTO JP, CUMMINGS J, MEDLOCK V, HARWOOD F, HARDESTY R, AMIEL D. The tendon treatment center: New horizons in the treatment of Tendinosis. *Arthroscopy*. 2003;19(S1):213-23.
- [131] TEMPLE RH, TIMMS MS. Paediatric coblation tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2001 Dec 1;61(3):195-8.
- [132] TIMMS M, ROPER A, PATRICK C. Coblation of rhinophyma. *J Laryngol Otol*. 2011 Jul;125(7):724-8.
- [133] TIMMS MS, TEMPLE RH. Coblation tonsillectomy: a double blind randomized controlled study. *J Laryngol Otol*. 2002 Jun;116(6):450-2.
- [134] TIMMS MS, BRUCE IA, PATEL NK. Radiofrequency ablation (coblation): a promising new technique for laryngeal papillomata. *J Laryngol Otol*. 2007 Jan;121(1):28-30.
- [135] TOFT JG, GULDFRED LA, HOLMGAARD LARSEN BI, BECKER BC. Novel tonsillectomy technique. *Ugeskr Laeger*. 2009 Jan 5;171(1-2):45-9.
- [136] TRIAL C, BRANCATI A, MARNET O, TÉOT L. Coblation technology for surgical wound debridement: principle, experimental data, and technical data. *Int J Low Extrem Wounds*. 2012 Dec;11(4):286-92.
- [137] WALNER DL, MILLER SP, VILLINES D, BUSSELL GS. Coblation tonsillectomy in children: incidence of bleeding. *Laryngoscope*. 2012 Oct;122(10):2330-6.
- [138] WANG J, LIU D, HUANG Z, ZHONG J, TAN Z, QIU S. Low-temperature coblation-assisted versus conventional dissection tonsillectomy in surgeries for children. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2009 Aug;23(15):690-2.
- [139] WANG L, LIU JX, YANG XL, YANG CW, QIN YX. Z-palatoplasty and Tongue Radiofrequency for Patients with Small Tonsils. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 May;148(5):873-7.

- [140] WEBER SM, DOWNS BW, FERRAZ MB, WANG TD, COOK TA. Facial resurfacing with coblation technology. *Medscape J Med*. 2008 Jul 2;10(7):155.
- [141] Wikipédia. Cautérisation [en ligne]. Disponible sur : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cautérisation> (consulté le 15/03/2014)
- [142] WILSON JA, LESTER SE, GIBSON GJ, ANARI S, STEELE JG, STEEN IN, MCCRACKEN GI. Silencing the snorers: no gain without pain? *J Laryngol Otol*. 2006 Jul;120(7):570-4.
- [143] WILSON YL, MERER DM, MOSCATELLO AL. Comparison of three common tonsillectomy techniques: a prospective randomized, double-blinded clinical study. *Laryngoscope*. 2009 Jan;119(1):162-70.
- [144] WINDFUHR JP, DECK JC, REMMERT S. Hemorrhage following coblation tonsillectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2005 Oct;114(10):749-56.
- [145] WINDFUHR JP, DECK JC, KRABS C, SADRA R, REMMERT S. Coblation tonsillectomy. Results of a pilot study. *HNO*. 2006 Mar;54(3):190-7.
- [146] WINDFUHR JP. Coblation tonsillectomy: a review of the literature. *HNO*. 2007 May;55(5):337-48.
- [147] WOLFSWINKEL EM, KOSHY JC, KAUFMAN Y, SHARABI SE, HOLLIER LH JR, EDMONDS JL. A modified technique for inferior turbinate reduction: the integration of coblation technology. *Plast Reconstr Surg*. 2010 Aug;126(2):489-91.
- [148] WOLOSZKO J, STALDER KR, BROWN IG. Plasma characteristics of repetitively-pulsed electrical discharges in saline solutions used for surgical procedures. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 2002 June;30(3):1376-83
- [149] WOLOSZKO J, ENDLER A, RYAN TP, STALDER KR (2013). Clinical applications of plasma based electrosurgical systems. In : *Proc. SPIE 8584, Energy-based Treatment of Tissue and Assessment VII, 85840Q, February 26, 2013, San Francisco, California, USA*. RYAN.
- [150] WOODSON BT. Innovative technique for lingual tonsillectomy and midline posterior glossectomy for obstructive sleep apnea. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2007 Jan;18(1):20-28.
- [151] WOODSON BT, LAOHASIRIWONG S. Lingual tonsillectomy and midline posterior glossectomy for obstructive sleep apnea. *Operative Techniques in Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2012 June;23(2):155-161.
- [152] YAMAMOTO N, GU A, DEROSA CM, SHIMIZU J, ZWAS DR, SMITH CR, BURKHOFF D. Radio frequency Transmyocardial revascularization enhances angiogenesis and causes myocardial denervation in canine model. *Lasers Surg. Med*. 2000;27(1):18-28.
- [153] YE L, ZHOU X, LI J, JIN J. Coblation-assisted endonasal endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. *J Laryngol Otol*. 2011 Sep;125(9):940-4.

- [154] ZHANG Q, SHE C, LI D, CHENG C, ZHANG X. Coblation treatment of partial tonsillectomy in children with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 Feb;25(3):114-6.
- [155] ZHANG Q, ZHANG N, LIU D. Preliminary clinical investigation of coblation-assisted functional endoscopic sinus surgery for chronic sinusitis and nasal polyps. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 Dec;25(23):1087-9.
- [156] ZHANG Q, SONG W, SHE C, LIU D, LI D, ZHANG X, CHENG C. Coblation-assisting uvulopalatopharyngoplasty combining coblation-channeling of the tongue for patients with severe OSAHS. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2012 Feb;26(3):114-7.
- [157] ZHANG QF, LIU D. Coblation for benign hyperplasia of tongue base under endoscope. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2009 Jun;23(12):529-30, 534.
- [158] ZHANG QF, LIU DL, ZHANG Y, CUI SL, SHE CP, SONG W, ZHANG XR. Preliminary investigation of coblation for early glottic carcinoma. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 Jan;46(1):63-5.
- [159] ZHONG Z, XIAO S, WANG C, WANG H, WANG G. Coblation tonsillectomy versus blunt dissection tonsillectomy. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*. 2006 May;20(9):391-2, 395.



Nom : SERIOT

Prénom : Paul

TITRE : Indications de la technique de coblation® en chirurgie des tissus mous

RESUME :

La technique de Coblation® est une technique d'ablation contrôlée des tissus à basse température, brevetée par la société ArthroCare® Corporation en 1997. L'énergie de la radiofréquence bipolaire est transmise à une solution saline afin de créer un plasma ionisé. Dans des conditions spécifiques, la solution saline se vaporise à proximité immédiate des électrodes actives, formant une fine couche de vapeur. Le plasma résultant produit des éléments qui interagissent avec le tissu voisin : ce dernier est incisé ou éliminé.

Très répandue en chirurgie humaine, notamment pour traiter des affections articulaires et de la colonne vertébrale, son développement en oto-rhino-laryngologie a été plus tardif. La médecine vétérinaire a récemment adapté la Coblation® en chirurgie orthopédique. Cependant, son utilisation en chirurgie des tissus mous reste aujourd'hui très limitée. Dans la première partie de cette revue bibliographique, le principe de fonctionnement de la Coblation®, le matériel utilisé, ainsi que les avantages et inconvénients de cette technique sont présentés. Les indications humaines en chirurgies des amygdales, du voile du palais, des cavités nasales, de la langue, l'oncologie et la cosmétologie sont évoquées et argumentées. Enfin, 5 animaux traités par Coblation® à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse illustrent quelques-unes des plus fréquentes indications.

Mots-clés : coblation, chirurgie des tissus mous, amygdalectomie, plaie, ablation, plasma, coagulation

---

TITLE: Coblation® indication in soft tissue surgery

SUMMARY:

Coblation® is a low-temperature controlled tissue ablation technique, patented by ArthroCare® Corporation in 1997. Bipolar radiofrequency energy is transferred to a saline solution to create an ionized-plasma. Under specific conditions, the saline solution vaporizes in close proximity of the active electrodes creating a vapor layer of plasma. The by-products of the plasma interact with the surrounding tissue causing its excision and vaporization.

Coblation® is frequently used in human surgery, especially in the treatment of joint and spinal conditions. Its development in ear nose and throat surgery is more recent. Coblation® was recently introduced in veterinary orthopedic surgery. However, the use of Coblation® in veterinary soft tissue surgery is currently very limited. In the first part of this literature review, Coblation® principle, material, advantages and, limitations are described. Then human indications of Coblation® in surgery of tonsils, soft palate and turbinates, and also in oncologic and plastic surgery are discussed. Finally, 5 clinical cases of small animals treated by Coblation® at the National Veterinary School of Toulouse illustrate some of the most frequent indications of this technique.

Key-words: coblation, soft tissue surgery, tonsillectomy, wound, ablation, plasma, coagulation