

# **ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON**

Année 2003 - Thèse n° .....

## ***PATHOLOGIE ET CHIRURGIE DE LA TRACHEE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES***

# **THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 26 Novembre 2003  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

**MAUREL Guylaine**  
Née le 21 Janvier 1978  
à Besançon





# **ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON**

Année 2003 - Thèse n° .....

## ***PATHOLOGIE ET CHIRURGIE DE LA TRACHEE CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES***

# **THESE**

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I  
(Médecine - Pharmacie)  
et soutenue publiquement le 26 Novembre 2003  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

**MAUREL Guylaine**  
Née le 21 Janvier 1978  
à Besançon





**DEPARTEMENTS ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉINAIRE DE LYON**  
 Directeur : Professeur J.-F. CHARY

Le 16 Janvier 2003

DEPARTEMENT	PREX	PR1	PR2	MC	Contractuel, Associé & IPAC	AERC	Chargés de consult et d'enseignement
<b>DEPART SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉINAIRE</b> Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale		Y. RICHARD	A. LACHERETZ M. ARTOIS	V. GUERIN-FAUBLEE A. KODJO D. GREZEL J. VIALARD 80 %	J. BOUVET MCC		
Pathologie infectieuse							
Parasitologie & Maladies parasitaires	C. CHAUVE		G. BOURDOISEAU	MP CALLAIT CARDINAL			
Qualité et Sécurité des Aliments	G. CHANTEGRELET		F. DEMONT	L. ZENNER C. VENOZY A. GONTHIER			
Législation & Jurisprudence			A. LACHERETZ				
<b>DEPART DES ANIMAUX DE COMPAGNIE</b>							
Anatomie	E. CHATELAIN		T. ROGER	S. SAWAYA	R. DA ROCHA CARARO		G. CHANOIT A. MOGUEH E. MORGANA C. DECOSNE JUNOT (50%) K. PORTIER
Chirurgie et Anesthésiologie	J.P. GENEVOIS		D. FAU E. VIGUIER D. REMY		S. JUNOT MCC	C. CAROZZO	
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancrologie	J.P. MAGNOL		J.L. CADORE	T. MARCHAL	D. WATRELOT-VIRIEUX MCC P. BELLI MCA D. PIN MCA		I. BUBLOT (60 %) A. LE GARRERES (40 %)
Médecine interne	J.P. COTARD C. FOURNEL			L. CHABANNE	M. HUGONNARD	F. PONCE C. ESCRIOU	
Imagerie médicale				P. BARTHEZ			
<b>DEPART DES PRODUCTIONS ANIMALES</b> Zootechnie, Ethologie & Economic rurale							
Nutrition et Alimentation	M. FRANCK			D. GRANCHER L. ALVES de OLIVEIRA G. EGRON P. GUERIN S. MARTINOT R. FRIKHA M.A. ARCAINGIOLI D. LE GRAND	A. DERNBURG MCC	L. MOUNIER	
Biol & Patho de la Reproduction	J.P. DESCHANEL F. BADINAND P. BEZILLE		M. RACHAIL-BRETIN		S. BUFF D. LAURENT MCA		N. GRAUD P. DEBARNOT D. LAURENT
Patho Animaux de Production			T. ALOGNINOUBA				
<b>DEPART SCIENCES BIOLOGIQUES</b>							
Physiologie /Ithéropenteque	R. BOVIN		E. BENOIT F. GRAIN P. JAUSSAUD	J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN 90 % T. BURONFOSSE V. LAMBERT P. BERRY			
Biophysique /Biochimie	F. GARNIER			P. SABATIER M.L. DELIGNETTE 80 % K. CHALVET-MONFRAY	C. FARMER A. FAVIER IPAC IPAC		
Génétique et Biologie moléculaire	G. KECK						
Pharmacie / Toxicologie Législation du Médicament							
Bio-Mathématiques							
Langues							
<b>DEPART HIPPIQUE</b>							
Pathologie équine	O. LEPAGE		J.L. CADORE	A. LEBLOND A. BENAMOU-SMITH E. CAUVIN			
Clinique équine			C. FLEURY				
Expertise nécropsique							



# REMERCIEMENTS

## ***A Monsieur le Professeur Jean-Christian PIGNAT***

De la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon  
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

## ***A Monsieur le Professeur Didier FAU***

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Qui nous a proposé ce travail et conseillé tout au long de sa réalisation,  
Pour sa disponibilité, ses conseils et sa bienveillance,  
Avec toute notre reconnaissance.

Hommages respectueux.

## ***A Madame le Professeur Denise REMY***

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements.

## ***A Monsieur le Docteur Claude CAROZZO***

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Qui nous a fourni de nombreux documents et renseignements en rapport  
avec ce travail.

Sincères remerciements.



***A Monsieur le Professeur Bertrand LUSSIER***

De la Faculté de Médecine Vétérinaire de Saint-Hyacinthe (Québec)  
Qui nous a fourni de nombreux documents en rapport avec ce travail  
Sans pour autant participer à son élaboration.  
Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Sincères remerciements.

***A Monsieur le Docteur Stéphane Junot***

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Qui nous a fourni quelques documents  
Et qui a relu avec un œil critique la partie concernant sa spécialité.

Très sincères remerciements.



### **A mes parents**

Pour tout l'amour et le soutien qu'ils m'ont apporté  
et m'apportent encore  
Pour l'éducation qu'ils m'ont donnée  
(désolée papa, je crois que je ne serai jamais en avance à un rendez-vous...)  
et l'occasion qu'ils m'ont offerte de faire des études  
(désolée maman, je ne serai pas prof de bio...)

### **A Elodie et Vincent, mes deux frère et sœur uniques**

Pour toutes les rigolades et toutes les engueulades...  
Surtout les engueulades, d'ailleurs...

### **A mes deux grands-mères**

L'une ici et l'autre là-bas  
Merci pour tout : amour, pâté de lapin, vacances à la mer, premier contact  
avec les poules...

### **A mon grand-père**

### **A ma marraine**

### **A mon cousin**

### **A toute ma famille**



### **A Sébastien**

Merci de me faire redécouvrir la vie : à deux, en société, en famille, entre amis...  
Merci de ta patience angélique avec moi, surtout devant un ordinateur et surtout ces derniers temps...  
Je t'aime !

### **A Llotte**

Pour toutes ces soirées passées à papoter (d'ailleurs, il faudrait penser à s'y remettre...).  
Merci pour ton soutien durant toutes ces années et pour ta bonne humeur.

### **A Valérie**

En souvenir des journées passées au Parc à réviser avec 40°C...  
(les points de suspension en disent long...)

### **A tous mes amis**

Florence et Maxime, Elise, Julie, Sylvie, Charlotte et Nicolas, Claire, Marion, Antoine, Charly, Elisabeth et Yann, Jessica et Julien, Marion et Romain, Stéphanie et Damien, Céline et Damien, Stéphanie, Stéphanie et Samuel, Patoche, ceux que j'ai connus au Québec.....

**A Virginie et Bernard et les filles et Mathissou, ma famille d'accueil larnysoise et gardiens de Rumba à l'occasion !**

**A tous ceux que j'ai oubliés sur le papier mais pas dans le cœur...**



# TABLE DES MATIERES

## INTRODUCTION

### PREMIERE PARTIE : PATHOLOGIE DE LA TRACHEE

#### I. ETIOLOGIE DES AFFECTIONS DE LA TRACHEE : ..... 27

A. ORIGINE CONGENITALE .....	27
B. ORIGINE TRAUMATIQUE .....	29
1. <i>Lacération, perforation, rupture trachéales</i> .....	29
2. <i>Corps étranger intra-trachéal</i> .....	29
3. <i>Sténose segmentaire</i> .....	30
C. ORIGINE INFLAMMATOIRE OU INFECTIEUSE.....	30
D. ORIGINE PARASITAIRE .....	31
1. <i>Généralités</i> .....	31
2. <i>Etudes spécifiques des strongyloses respiratoires à localisation trachéale</i> .....	31
E. ORIGINE TUMORALE.....	32
1. <i>Primaire</i> : .....	32
2. <i>Secondaire</i> .....	33
F. ORIGINE DEGENERATIVE : LE COLLAPSUS TRACHEAL.....	33
1. <i>Epidémiologie et causes prédisposantes</i> .....	33
a) <i>L'espèce</i> .....	33
b) <i>La race</i> .....	34
c) <i>L'âge</i> .....	34
d) <i>Le sexe</i> .....	34
e) <i>Le poids</i> .....	34
2. <i>Localisations préférentielles</i> .....	34
3. <i>Etiologie</i> .....	35
a) <i>Les causes indirectes ou causes favorisantes et aggravantes</i> : .....	35
1- <i>Causes intrinsèques</i> : .....	35
2- <i>Causes extrinsèques (responsables de toux ponctuelle)</i> : .....	36
b) <i>Les causes directes ou causes déterminantes</i> : .....	36
4. <i>Gradation</i> .....	38
a) <i>Le stade I</i> .....	38
b) <i>Le stade II</i> .....	39
c) <i>Le stade III</i> .....	40
d) <i>Le stade IV</i> .....	40
G. ORIGINE EXTRA-TRACHEALE.....	41

#### II. MANIFESTATIONS CLINIQUES DES AFFECTIONS TRACHEALES..... 42

A. LA TOUX.....	42
1. <i>Définition et déroulement</i> .....	42
2. <i>Stimuli et zones tussigènes</i> .....	42
3. <i>Caractéristiques</i> .....	43
B. LA DYSPNEE .....	44

1.	<i>Définitions et classification</i> .....	44
2.	<i>Condition d'apparition d'une dyspnée : notion de seuil</i> .....	44
3.	<i>Syndrome de détresse respiratoire</i> .....	45
C.	BRUITS RESPIRATOIRES ANORMAUX.....	45
D.	L'HEMOPTYSIE.....	45
E.	PNEUMOMEDIASTIN ET PNEUMOTHORAX.....	46
F.	SYMPTOMES AUTRES QUE RESPIRATOIRES.....	46
1.	<i>Effractions cutanées</i> .....	46
2.	<i>Emphysème sous-cutané</i> .....	46
3.	<i>Symptômes non spécifiques</i> .....	47

## DEUXIEME PARTIE : EVALUATION MEDICALE DE LA TRACHEE

<b>I.</b>	<b>EXAMEN CLINIQUE</b> .....	<b>51</b>
A.	COMMEMORATIFS.....	51
B.	ANAMNESE.....	51
C.	EXAMEN CLINIQUE PROPREMENT DIT.....	52
1.	<i>Inspection</i> .....	52
2.	<i>Palpation</i> .....	52
a)	Palpation de la trachée.....	52
b)	Palpation d'autres organes.....	53
3.	<i>Auscultation</i> .....	54
<b>II.</b>	<b>IMAGERIE MEDICALE DE LA TRACHEE</b> .....	<b>55</b>
A.	RADIOGRAPHIE DE LA TRACHEE.....	55
1.	<i>Indications et réalisation</i> .....	55
2.	<i>Interprétation</i> .....	56
a)	Trachée normale.....	56
b)	Anomalies radiographiques.....	58
1-	Modifications de la taille de la trachée.....	58
2-	Modifications de la position de la trachée.....	60
3-	Modifications de la densité de la trachée et des structures environnantes.....	61
B.	TRACHEOGRAPHIE.....	63
1.	<i>Intérêts</i> .....	63
2.	<i>Réalisation</i> .....	64
C.	RADIOSCOPIE DE LA TRACHEE.....	64
D.	ECHOGRAPHIE.....	65
<b>III.</b>	<b>ENDOSCOPIE (TRACHEO-BRONCHOSCOPIE)</b> .....	<b>66</b>
A.	GENERALITES.....	66
B.	INDICATIONS ET REALISATION.....	66
1.	<i>Indications</i> .....	66
2.	<i>Réalisation</i> .....	66
C.	INTERETS DE LA TRACHEOSCOPIE.....	67
1.	<i>Diagnostic immédiat</i> .....	67
a)	Aspect endoscopique normal de la trachée.....	67
b)	Aspects endoscopiques pathologiques de la trachée.....	68
1-	Nodules parasitaires.....	68
2-	Collapsus trachéal.....	68

3-	Eléments intraluminaux.....	69
4-	Anomalies de la paroi trachéale .....	69
2.	Réalisation de prélèvements dans un but diagnostique .....	70
3.	Thérapeutique.....	71
a)	Retrait de corps étranger ou de masses de petite taille.....	71
b)	Suivi visuel de l'évolution.....	71
D.	LIMITES DE LA TRACHEOSCOPIE .....	71

## TROISIEME PARTIE : CHIRURGIE DE LA TRACHEE

### I. RAPPELS ANATOMIQUES ET VOIES D'ABORD ..... 75

A.	RAPPELS ANATOMO-HISTOLOGIQUES .....	75
1.	<i>Structure et environnement de la trachée</i> .....	75
a)	Rapports anatomiques de la trachée.....	75
b)	Structure anatomique de la trachée .....	77
c)	Structure histologique de la trachée .....	78
d)	Propriétés et fonctions de la trachée résultant de ces caractéristiques anatomo-histologiques.....	79
2.	<i>Vascularisation de la trachée</i> .....	79
3.	<i>Innervation de la trachée</i> .....	80
B.	VOIES D'ABORD CHIRURGICAL .....	80
1.	<i>Voie d'abord cervical</i> .....	81
2.	<i>Voies d'abord thoracique</i> .....	82
a)	Sternotomie médiane.....	82
b)	Thoracotomie latérale.....	83

### II. PRINCIPES GENERAUX DE LA CHIRURGIE TRACHEALE ..... 86

A.	CONSIDERATIONS SUR L'ANESTHESIE.....	86
1.	<i>Prémédication</i> .....	86
2.	<i>Préoxygénation</i> .....	86
3.	<i>Induction de l'anesthésie</i> .....	87
4.	<i>Intubation trachéale</i> .....	87
5.	<i>Entretien de l'anesthésie par inhalation</i> .....	89
6.	<i>Réveil</i> .....	89
B.	PRINCIPES DE LA CHIRURGIE TRACHEALE.....	89
1.	<i>Les principes communs à toute chirurgie : les principes de Halstead</i> .....	89
2.	<i>Les principes propres à la chirurgie trachéale</i> .....	90
a)	Principes d'optimisation de la cicatrisation trachéale .....	90
1-	Déroulement de la cicatrisation dans les conditions optimales.....	90
2-	Obtention de ces conditions optimales.....	91
(α)	Ménager la vascularisation.....	91
(β)	Limiter les tensions sur les sutures.....	91
(χ)	Apposition anatomique précise .....	91
(δ)	Limiter la réaction inflammatoire .....	91
(i)	Manipulation de la trachée .....	91
(ii)	Matériel de suture.....	92
(iii)	Réalisation des sutures trachéales .....	92
(iv)	Gestion médicale et hygiénique périopératoire .....	92

(ε) Limiter l'infection .....	92
(i) Antibiothérapie et antibioprophylaxie.....	93
(ii) Sutures non perforantes .....	93
(φ) Limiter la sténose cicatricielle.....	93
(γ) Préserver la circulation mucociliaire.....	93
(i) Conséquences d'une perturbation de l'escalator mucociliaire.....	93
(ii) Causes de perturbation de l'escalator mucociliaire.....	94
b) Autres grands principes lors d'intervention chirurgicale sur la trachée.....	94
1- Manipuler la sonde endotrachéale.....	94
2- Vérifier l'étanchéité des sutures avant de refermer le site opératoire.....	94
<b>III. TRACHEOTOMIE ET TRACHEOSTOMIE .....</b>	<b>95</b>
A. DEFINITIONS.....	95
1. <i>Trachéotomie et trachéostomie</i> .....	95
2. <i>Trachéostomie temporaire et trachéostomie permanente</i> .....	95
B. TRACHEOSTOMIE TEMPORAIRE.....	95
1. <i>Indications et avantages</i> .....	95
2. <i>Réalisation</i> .....	96
a) Choix du site de trachéostomie .....	96
b) Choix du type d'incision .....	96
c) Choix de la sonde de trachéostomie .....	97
1- Type de sonde.....	97
2- Taille de la sonde.....	97
d) Mise en place de la sonde de trachéostomie .....	97
e) Sutures.....	98
f) Gonflement du ballonnet.....	99
3. <i>Soins postopératoires</i> .....	100
a) Entretien de la sonde de trachéostomie .....	100
b) Humidification de l'air inspiré .....	101
4. <i>Retrait de la sonde de trachéostomie</i> .....	101
a) Indication du retrait .....	101
b) Evolution de la plaie.....	102
C. TRACHEOSTOMIE PERMANENTE.....	102
1. <i>Indications</i> .....	102
2. <i>Réalisation</i> .....	102
a) Isolement et surélévation de la trachée .....	102
b) Mise à nu de la muqueuse trachéale.....	102
c) Excision de deux volets cutanés et suture à la paroi trachéale.....	103
d) Incision et suture de la muqueuse trachéale .....	103
3. <i>Soins postopératoires</i> .....	105
a) Soins postopératoires immédiats.....	105
b) Soins à long terme .....	105
4. <i>Complications possibles</i> .....	105
a) Obstruction du site de trachéostomie .....	105
b) Sténose cicatricielle.....	106
c) Autres complications.....	106
<b>IV. SECTION ET ANASTOMOSE SIMPLES .....</b>	<b>107</b>
A. INDICATIONS .....	107

1.	<i>Traumatismes</i> .....	107
2.	<i>Sténose et collapsus</i> .....	108
a)	Sténose trachéale .....	108
b)	Collapsus trachéal .....	108
3.	<i>Masses et corps étrangers</i> .....	108
4.	<i>Limites de la résection trachéale</i> .....	109
B.	TECHNIQUE OPERATOIRE.....	109
1.	<i>Section et résection trachéales</i> .....	109
a)	Section trachéale .....	109
b)	Résection trachéale.....	110
2.	<i>Anastomose</i> .....	111
a)	Suture simple.....	111
b)	Anastomose après résection d'une partie de la trachée.....	113
1-	Temps chirurgicaux classiques.....	113
(α)	Mise en place des fils de soutien.....	113
(β)	Mise en place des sutures .....	113
(χ)	Serrage des fils .....	114
(i)	Chronologie.....	114
(ii)	Evaluation de la tension sur la ligne de suture .....	114
(iii)	Vérification de l'étanchéité de l'anastomose .....	114
(iv)	Temps chirurgicaux supplémentaires .....	114
2-	Cas particulier de la résection de la carène trachéale.....	115
C.	SOINS POSTOPERATOIRES SPECIFIQUES.....	115
<b>V.</b>	<b>TRACHEOPLASTIES.....</b>	<b>117</b>
A.	INDICATIONS .....	117
B.	TRACHEOPLASTIE PARTIELLE (OU PROTHESE TRACHEALE PARTIELLE).....	117
1.	<i>Matériaux utilisés</i> .....	117
2.	<i>Réalisation d'une trachéoplastie partielle utilisant un lambeau intercostal</i> .....	118
C.	TRACHEOPLASTIE TOTALE (OU PROTHESE TRACHEALE TOTALE).....	119
D.	TRANSPLANTATION TRACHEALE .....	119
1.	<i>Présentation</i> .....	119
2.	<i>Antigénicité trachéale et immunosuppression</i> .....	120
a)	Position du problème.....	120
b)	Une solution : la cryoconservation.....	120
3.	<i>Vascularisation du greffon</i> .....	121
a)	Position du problème.....	121
b)	Solutions recherchées.....	121
<b>VI.</b>	<b>TRAITEMENTS CHIRURGICAUX SPECIFIQUES DU COLLAPSUS TRACHEAL.....</b>	<b>123</b>
A.	INDICATIONS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DU COLLAPSUS TRACHEAL .....	123
1.	<i>Indications communément admises</i> .....	123
2.	<i>Age de l'animal</i> .....	123
3.	<i>Evaluation générale des voies respiratoires</i> .....	123
B.	LA CHONDROTOMIE.....	124
C.	PLICATURE DE LA MEMBRANE DORSALE .....	124
D.	LES PROTHESES .....	125
1.	<i>Utilisation des prothèses internes</i> .....	125

a)	Principe général.....	125
b)	Application de cette technique à l'endoscopie.....	126
c)	Autre technique intraluminale.....	128
2.	<i>Utilisation des prothèses externes</i> .....	128
a)	Principe général.....	128
b)	Prothèse annulaire .....	129
1-	Fabrication des prothèses annulaires.....	129
2-	Mise en place des prothèses annulaires.....	130
3-	Avantages et inconvénients de ce type de prothèses.....	131
c)	Prothèse spiralée en polypropylène.....	132
1-	Fabrication des prothèses spiralées .....	132
2-	Mise en place des prothèses spiralées .....	132
3-	Avantages et inconvénients de ce type de prothèses.....	134
E.	BILAN GENERAL SUR LES TRAITEMENTS CHIRURGICAUX DU COLLAPSUS TRACHEAL ...	135
<b>VII. SOINS ET COMPLICATIONS POSTOPERATOIRES .....</b>		<b>137</b>
A.	SOINS POSTOPERATOIRES .....	137
1.	<i>Suivi médical</i> .....	137
2.	<i>Mesures hygiéniques</i> .....	138
B.	COMPLICATIONS POSTOPERATOIRES.....	139

## CONCLUSION

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Aspect radiographique et en coupe de la trachée : à gauche, trachée normale ; à droite : trachée hypoplasique (G. Maurel, d'après (65)).</i>	28
<i>Figure 2 : Fistule oesophagotrachéale : aspect radiographique (à droite) et chirurgical (à gauche) (d'après (54)).</i>	28
<i>Tableau 1 : Agents pathogènes responsables de trachéites infectieuses chez le chat et le chien (d'après (52)).</i>	31
<i>Figure 3 : Coupe transversale de trachée lors de collapsus trachéal de stade I (G. Maurel, d'après (3)).</i>	38
<i>Figure 4 : Aspect radiographique et en coupe de la trachée : de haut en bas, trachée normale, flaccidité trachéale, et collapsus trachéal (G. Maurel, d'après (68)).</i>	39
<i>Figure 5 : Collapsus trachéal de stade II (G. Maurel, d'après (3) et (87) ; © B. Lussier).</i>	40
<i>Figure 6 : Collapsus trachéal de stade III (G. Maurel, d'après (3) et (87)).</i>	40
<i>Figure 7 : Collapsus trachéal stade IV (G. Maurel, d'après (2) et (83)).</i>	41
<i>Figure 8 : Emphysème sous-cutané en regard d'une plaie cutanée face ventrale du cou (d'après (8)).</i>	47
<i>Figure 9 : Radiographie de face d'un thorax normal (G. Maurel, d'après (68)).</i>	55
<i>Figure 10 : Radiographie de profil d'un thorax normal (G. Maurel, d'après (72)).</i>	56
<i>Figure 11 : Positionnement de l'animal et du tube à rayons X pour la radiographie de la trachée à l'entrée du thorax (d'après (68)).</i>	57
<i>Figure 12 : Radiographies de profil de la trachée d'un chien présentant un collapsus cervical et thoracique (G. Maurel, d'après (87)).</i>	59
<i>Figure 13 : Radiographie de profil de la trachée mettant en évidence une flaccidité de la membrane trachéale et une calcification des anneaux trachéaux (G. Maurel, d'après (68)).</i>	60
<i>Figure 14 : Radiographie de profil de la trachée cervicale mettant en évidence un emphysème sous-cutané important et une perte de continuité de la paroi ventrale de la trachée (dont les flèches indiquent le contour) (G. Maurel, d'après (10)).</i>	61
<i>Figure 15 : Radiographie de profil de la portion cervicale de la trachée d'un chien présentant une dyspnée ; on observe une masse de densité tissulaire s'étendant ventralement dans la lumière trachéale (flèche) (G. Maurel, d'après (18)).</i>	62
<i>Figure 16 : Radiographie de profil du thorax mettant en évidence un corps étranger radio-opaque bien visible dans la trachée thoracique (d'après (51)).</i>	63
<i>Figure 17 : Trachéographie (profil droit) montrant des parois anormalement resserrées, irrégulières et non parallèles (d'après (53)).</i>	64
<i>Figure 18 : Examen endoscopique d'une trachée normale (d'après (87)). La muqueuse est claire, non inflammée, sa vascularisation est visible, et les anneaux ont une bonne conformation.</i>	67
<i>Figure 19 : Examen endoscopique de la trachée distale d'un chien, en amont de la bifurcation trachéale : à gauche, en cours d'inspiration ; à droite, en cours d'expiration, montrant un collapsus sévère de la trachée et des bronches souches (d'après (29)).</i>	69
<i>Figure 20 : Examen endoscopique de la trachée d'un chien présentant une masse pédonculée obstruant partiellement la lumière trachéale (plasmocytome) (cf. aussi figure 14) (d'après (18)).</i>	69
<i>Figure 21 : Examen endoscopique révélant une brèche trachéale importante (flèche) entre deux anneaux trachéaux (d'après (10)).</i>	70

<i>Figure 22 : Trajet et rapports anatomiques de la trachée du chien (vue ventrale et vue latérale gauche) (d'après (2)).</i>	76
<i>Figure 23 : Représentation schématique de la trachée du chien et du chat en coupe transversale (G. Maurel, d'après (2)).</i>	77
<i>Figure 24 : Mise en évidence du feuillet latéral au cours d'un abord cervical de la trachée (d'après (3)).</i>	79
<i>Figure 25 : Représentation de l'apport sanguin transverse à la trachée lors d'abord ventral (G. Maurel, d'après (84)).</i>	80
<i>Figure 26 : Positionnement de l'animal, tonte et incision pour une voie d'abord cervical à la trachée (ici, trachéostomie permanente) © B. Lussier.</i>	81
<i>Figure 27 : Voie d'abord cervical ventral : après une incision cutanée médiane, les muscles sterno-hyôïdiens sont séparés, découvrant ainsi la paroi ventrale de la trachée. Une veine thyroïdienne caudale est ici mise en évidence (d'après (3)).</i>	82
<i>Figure 28 : Sternotomie médiane : voie d'abord de la portion thoracique crâniale de la trachée (d'après (3)).</i>	83
<i>Figure 29 : Accès à la trachée par thoracotomie latérale droite chez un chien (G. Maurel, d'après (3)).</i>	84
<i>Figure 30 : Préoxygénation d'un chien à l'aide d'un masque, avant l'induction anesthésique © S. Junot.</i>	87
<i>Figure 31 : Différentes incisions possibles lors de trachéostomie (G. Maurel, d'après (33)).</i>	96
<i>Figure 32 : Exemple de tube à trachéostomie temporaire (A) muni d'un ballonnet gonflable et comportant une cannule (B, amovible et pouvant être retirée pour faciliter le nettoyage) et un obturateur (C, utilisé uniquement lors de la mise en place du tube) (d'après (17)).</i>	97
<i>Figure 33 : Mise en place du tube de trachéostomie (G. Maurel, d'après (64)).</i>	98
<i>Figure 34 : Tube de trachéostomie en place sur une chienne Caniche présentée à la consultation pour difficultés respiratoires © G. Maurel.</i>	99
<i>Figure 35 : Position du tube de trachéostomie temporaire (G. Maurel, d'après (84)).</i>	99
<i>Figure 36 : Sonde de trachéostomie obstruée © C. Carozzo.</i>	100
<i>Figure 37 : Technique du « clapping » pour l'entretien de la sonde de trachéostomie © C. Carozzo.</i>	101
<i>Figure 38 : Représentation schématique de la réalisation d'une trachéostomie permanente (G. Maurel, d'après (33) et (64)).</i>	104
<i>Figure 39 : Aspect chirurgical du site de trachéostomie permanente au moment du retrait de la sonde endotrachéale © B. Lussier.</i>	105
<i>Figure 40 : Section d'un cartilage trachéal en préservant environ 2 mm de muqueuse de chaque côté (d'après (3)).</i>	110
<i>Figure 41 : Résection et anastomose trachéales lors de masse intraluminaire, et gestion de l'anesthésie (G. Maurel, d'après (64) © C. Carozzo).</i>	111
<i>Figure 42 : Suture simple d'une plaie trachéale : aspect chirurgical et représentation schématique (G. Maurel, d'après (10)).</i>	112
<i>Figure 43 : Résection de la carène et anastomose des deux bronches souches à la trachée (G. Maurel, d'après (33)).</i>	115
<i>Figure 44 : Harnais de type Martingale utilisé lors de résection trachéale importante © C. Carozzo et d'après (3).</i>	116
<i>Figure 45 : Trachéoplastie partielle par transposition d'un lambeau pleuromusculaire (d'après (3)).</i>	119
<i>Figure 46 : Excision d'un segment trachéal et implantation de la greffe dans le grand omentum (d'après (49)).</i>	122

<i>Figure 47 : Plicature de la membrane trachéale dorsale à l'aide de points en U (stades I et II) (G. Maurel, d'après (3)).</i>	125
<i>Figure 48 : Exemple de ressort étudié pour le traitement du collapsus trachéal par endoscopie (G. Maurel, d'après (31)).</i>	126
<i>Figure 49 : Radiographies de profil du thorax d'un chien présentant un collapsus trachéal cervical traité par mise en place d'une prothèse intraluminaire au cours d'une endoscopie (G. Maurel, d'après (11)).</i>	127
<i>Figure 50 : Aspect radiographique (à gauche) et endoscopique (à droite) d'une prothèse intraluminaire (d'après (30)).</i>	128
<i>Figure 51 ; Prothèse annulaire en polypropylène</i>	129
<i>Figure 52 : Mise en place des prothèses externes annulaires (G. Maurel, d'après (33) et (3) et © C. Carozzo).</i>	131
<i>Figure 53 : Mise en place d'une prothèse externe spiralée (G. Maurel, d'après (3)).</i>	133
<i>Figure 54 : Différentes techniques chirurgicales décrites pour le traitement du collapsus trachéal (G. Maurel, d'après (20)).</i>	136



# INTRODUCTION

La trachée est le conduit permettant le passage de l'air entre le milieu extérieur et l'appareil respiratoire profond, plus particulièrement entre le larynx et les bronches souches. Elle assure aussi l'évacuation des particules étrangères grâce au réflexe de toux et à la circulation de mucus à la surface de son épithélium cilié. Ses caractéristiques principales sont une flexibilité et une élasticité en traction et en torsion, et une rigidité en compression.

Chez nos carnivores domestiques, les affections tussigènes sont très nombreuses et variées. Cependant, les affections responsables d'une atteinte primitive et spécifique de la trachée sont relativement peu fréquentes. Les malformations congénitales sont peu fréquentes et rarement identifiées. Parmi les affections acquises, le collapsus trachéal est l'affection la plus répandue. Les sténoses trachéales post-traumatiques ou postchirurgicales, les pénétrations de corps étrangers inhalés, les tumeurs ou les plaies par pénétration ou avulsion constituent des affections plus rares. Seule une démarche méthodique permet d'en aborder le diagnostic différentiel.

Le traitement des différentes pathologies trachéales peut être d'ordre médical ou chirurgical, mais il est plus fréquemment mis en place un traitement médical. Cependant, l'intervention chirurgicale, bien qu'assez peu souvent proposée et mise en œuvre, a aussi ses indications et devient une option importante de la thérapeutique dans certains cas. Les indications de la chirurgie correspondent essentiellement à une obstruction ou une rupture du conduit. Dans tous les cas, l'objectif des différentes techniques chirurgicales est de restaurer ou de préserver l'intégrité de la paroi et de la lumière trachéales.

Nous étudierons tout d'abord les diverses affections qui peuvent toucher la trachée et les symptômes (essentiellement respiratoires) qui y sont associés. Puis nous passerons en revue les différents moyens dont nous disposons pour effectuer des investigations complémentaires en ce qui concerne la trachée (essentiellement radiologie, radioscopie et endoscopie), et enfin nous étudierons les différents principes chirurgicaux, dont certains découlent directement de la structure et la physiologie bien particulières de la trachée.



**PREMIERE PARTIE :**

**PATHOLOGIE DE LA TRACHEE**



## I. ETIOLOGIE DES AFFECTIONS DE LA TRACHEE :

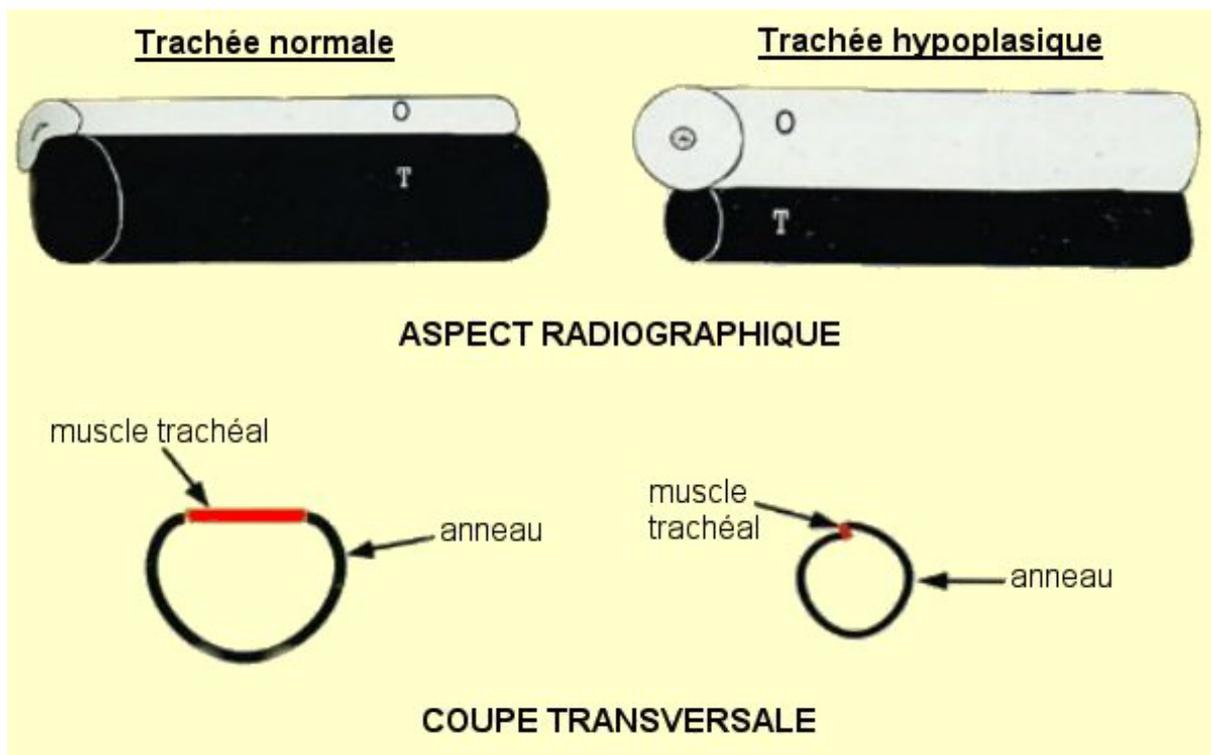
### A. Origine congénitale

La principale affection congénitale de la trachée est l'hypoplasie trachéale (ou sténose congénitale étendue), qui fait partie du syndrome respiratoire obstructif des races brachycéphales (ou syndrome brachycéphalique) comprenant également la sténose des narines, l'élongation du palais mou et l'éversion des ventricules laryngés.

Elle touche préférentiellement les races brachycéphales (Pékinois, Boxer, Shi Tzu, Lhasa Apso, Carlin, Mastiff, parfois les chats persans et himalayens) et en particulier les petites races brachycéphales telles que le Bulldog anglais et le Boston terrier (11). D'après une étude, cette affection semble plus courante chez les mâles que chez les femelles (11).

Chez ces animaux, la trachée est de forme tubulaire, sans aplatissement, mais plus petite : le rapport entre le diamètre trachéal et le « diamètre » à l'entrée du thorax est significativement plus petit chez ces chiens (32). Les anneaux de la trachée sont petits et rigides et leurs extrémités libres sont en contact voire se superposent (au lieu d'avoir la forme d'un C inversé) du fait du raccourcissement de la membrane élastique dorsale et du muscle trachéal peu développé (12, 68, 9).

On considère que la trachée est hypoplasique lorsque son diamètre est inférieur à la moitié du diamètre du larynx, ou égal à une ou deux fois la largeur du tiers proximal de la troisième côte. Cette anomalie correspond à une réduction de la section sur une trachée ronde et ne doit pas être confondue avec un collapsus trachéal bien que les signes cliniques soient semblables. L'hypoplasie est toujours étendue à l'ensemble de la trachée (contrairement au collapsus qui peut être plus localisé). Le pronostic concernant cette affection est réservé car aucun traitement efficace n'est disponible et elle prédispose notamment aux pneumonies (29).



**Figure 1 : Aspect radiographique et en coupe de la trachée : à gauche, trachée normale ; à droite : trachée hypoplasique (G. Maurel, d'après (65)).**

Les autres affections trachéales congénitales sont très rares. Un cas de fistule oesophago-trachéale congénitale a été rapporté chez une chienne cocker spaniel de 16 mois (54). Ce type de fistule résulte d'un défaut de séparation entre l'œsophage et les voies respiratoires au cours du développement embryonnaire.



**Figure 2 : Fistule oesophagotrachéale : aspect radiographique (à droite) et chirurgical (à gauche) (d'après (54)).**

## **B. Origine traumatique**

### **1. Lacération, perforation, rupture trachéales**

Les traumatismes les plus fréquents sont les accidents, les morsures par des congénères (7, 8) (la lésion sur la trachée peut alors être due soit aux dents du congénère soit à une côte fracturée), les plaies par objets contondants ou par les défenses des sangliers pour les chiens de chasse, et les corps étrangers. Ils provoquent soit la lacération, soit la perforation de la trachée.

Selon certains auteurs, des lésions minimales de la trachée peuvent s'amender spontanément et beaucoup d'entre elles seraient sous-diagnostiquées (62).

Dans les cas les plus graves, avec section complète de la trachée, interposition de tissus mous ou d'un hématome, voire effraction concomitante d'un gros tronc vasculaire ou nerveux, la mort du sujet peut survenir en quelques minutes.

En cas de morsure, chez le chien, la principale localisation de lésion trachéale est cervicale.

Chez les chiens de petit format, des cas de disjonctions (avulsion) de la trachée sont également rapportés, secondaires non pas à une pénétration du croc mais à une hyperextension brutale du cou si la victime se fait secouer dans tous les sens par un agresseur de plus grande taille. La trachée est alors étirée entre deux points fixes : le larynx et la carène (ou bifurcation trachéo-bronchique) et la rupture survient généralement 1 à 2 cm en amont de la carène (33).

Cette avulsion trachéale thoracique est la lésion trachéale traumatique dominante chez le chat (85).

Cette lésion n'est pas forcément létale dès lors que les tissus pérित्रachéaux maintiennent leur continuité et créent une poche appelée pseudo-trachée et assurant une conduction aérienne entre les deux abouts trachéaux disjoints.

### **2. Corps étranger intra-trachéal**

L'aspiration trachéo-bronchique de corps étrangers est peu fréquente et peu rapportée dans la littérature chez le chien et encore moins chez le chat. Ce type de pathologie se rencontre surtout chez le jeune animal du fait de son comportement. De plus, la localisation est plus souvent bronchique que trachéale (51).

Divers corps étrangers peuvent être aspirés : débris alimentaires (cacahuète, os...), cailloux, aiguilles, différentes parties de végétaux (épillet de graminées, glands...).

Ils se divisent en deux catégories : les plus légers sont transportés par l'air et directement inhalés par l'animal, alors que les plus lourds sont inspirés pendant des tentatives de déglutition ou de vomissements (25).

Les corps étrangers les plus volumineux ont tendance à se loger dans la bifurcation trachéo-bronchique, les plus petits peuvent passer dans les bronches et

provoquer leur obstruction et / ou des abcès pulmonaires. Ceux qui sont situés en amont de la carène trachéale ne provoquent généralement pas d'obstruction totale.

Le volume et surtout la forme de ces corps étrangers peut également les bloquer dans la trachée sans que la toux déclenchée ne puisse les déloger : c'est par exemple le cas des épillets de graminées.

L'inflammation et l'œdème engendrés peuvent également rétrécir le conduit et limiter l'évacuation des corps étrangers pendant le réflexe de toux.

### **3. Sténose segmentaire**

Les traumatismes (morsures, corps étrangers) peuvent aussi être secondairement à l'origine d'une sténose trachéale, qui est relativement rare chez le chien comme chez le chat.

C'est la principale complication des résections segmentaires chirurgicales de la trachée et des trachéostomies. Exceptionnellement, elle peut survenir après des interventions chirurgicales prolongées avec entretien de l'anesthésie par inhalation, lorsque le ballonnet de la sonde endotrachéale était trop gonflé. Dans ces deux cas on peut parler de traumatisme iatrogène.

La sévérité des signes cliniques dépend bien évidemment du degré d'obstruction de la lumière trachéale.

La sténose se complique fréquemment d'infections secondaires.

### **C. Origine inflammatoire ou infectieuse**

Ce sont les trachéites ; elles font suite à l'atteinte primitive ou secondaire de l'épithélium de la trachée par un agent infectieux ou peuvent être purement inflammatoires.

Elles sont très fréquemment associées à une atteinte similaire des régions voisines de l'appareil respiratoire ; on parle ainsi de rhino-trachéite, trachéo-bronchite (inflammation générale des voies respiratoires supérieures)...

Plusieurs agents infectieux (virus ou bactéries) peuvent être à l'origine de ces infections de l'appareil respiratoire (cf. tableau 1), et on distingue deux grands syndromes principaux : la toux de chenil (ou trachéobronchite infectieuse **(16)**) chez le chien, et le coryza chez le chat, ce dernier concernant toutefois davantage les voies respiratoires en amont du larynx.

Ces entités pathologiques touchent plus fréquemment de jeunes animaux, sans prédisposition de sexe ou de race **(29)**. Elles sont hautement contagieuses surtout lors de regroupement d'animaux comme dans les chenils ou les élevages (la transmission se fait généralement par des aérosols).

	CHIEN	CHAT
VIRUS	Virus Parainfluenza canin ( <i>souvent isolé</i> ) Adénovirus canin type 2 ( <i>isolé</i> ) Adénovirus type 1 ( <i>moins souvent isolé</i> ) Réovirus ( <i>type 3 régulièrement isolé, mais rôle mineur</i> ) Herpèsvirus canin ( <i>important chez le chiot</i> )	Herpèsvirus type A Calicivirus félin
BACTERIES	Bordetella bronchiseptica ( <i>la plus souvent isolée</i> ) Pseudomonas aeruginosa ( <i>rôle douteux</i> ) Mycoplasmes ( <i>rôle douteux</i> )	Bordetella bronchiseptica

**Tableau 1 : Agents pathogènes responsables de trachéites infectieuses chez le chat et le chien (d'après (52)).**

Le collapsus grave de la trachée peut aussi favoriser des infections respiratoires chroniques, et inversement (des trachéites chroniques semblent aggraver les cas de collapsus trachéal).

## D. Origine parasitaire

### 1. Généralités

Plusieurs nématodes (*Toxocara*, *Ancylostoma*, *Spirocerca*) effectuent à l'état larvaire au cours de leur cycle une migration pneumo-trachéale et peuvent donc provoquer des lésions dans ces organes, mais ils ne sont pas à l'origine de strongylose respiratoire (elle se définit par la présence de vers adultes dans l'appareil respiratoire) (21). Seuls *Crenosoma vulpis* et *Filaroïdes osleri* chez le chien, et *Capillaria aerophila* chez le chien et chez le chat sont localisés à l'état adulte dans la trachée (ou les bronches), et sont donc responsables d'un tableau clinique spécifique (52).

### 2. Etudes spécifiques des strongyloses respiratoires à localisation trachéale

**Filaroïdes osleri** (anciennement appelé *Oslerus osleri*) est responsable de la filarioïdose (ou oslérose). Cette pathologie est surtout rencontrée dans les collectivités canines telles que les chenils (80) et les élevages, et surtout chez les races de chien de meute, les Whippets et les Greyhounds. Elle survient essentiellement chez des jeunes chiens (moins de deux ans).

Les adultes vivent dans la muqueuse trachéo-bronchique du chien, généralement aux abords de la bifurcation trachéo-bronchique, et provoquent la

formation de nodules. Les femelles pondent des œufs embryonnés d'où éclosent des larves L1 à courte queue incurvée en S, que l'on peut retrouver dans les expectorations (21).

Actuellement, la prévalence de cette affection est faible en France mais peut toujours évoluer avec les transactions (21).

**Crenosoma vulpis** se rencontre surtout dans les espèces sauvages telles que les renards, les loups et les rats laveurs, mais peut aussi se retrouver chez le chien domestique (21). Il se situe dans des nodules dans les bronches, les bronchioles et parfois la trachée.

La prévalence de cette affection semble encore plus faible que celle de la filarioïdose puisque pour être infesté, le chien doit ingérer un gastéropode (hôte intermédiaire), ce qui n'arrive que rarement (21).

**Capillaria aerophila** se localise à l'état adulte sous l'épithélium de la trachée et dans les bronches.

## **E. Origine tumorale**

### **1. Primaire :**

Les tumeurs primitives de l'appareil respiratoire sont rares chez nos carnivores domestiques. Chez le chien, leur incidence est voisine de 8,5 pour 100 000 chiens, alors qu'elle serait à peine de 5,5 pour 100 000 chats (53, 52) ; et l'incidence des tumeurs de la trachée serait 100 fois moindre. La majorité de ces tumeurs affectent des animaux à l'âge adulte, à l'exception des tumeurs ostéochondrales dont les manifestations cliniques surviennent toujours au cours de la croissance.

Les tumeurs d'origine mésenchymateuse sont prédominantes chez le chien (33) : on rencontre des ostéochondromes, des ostéosarcomes, des chondrosarcomes, des papillomes, des léiomyomes, des mastocytomes et plus rarement des tumeurs d'origine épithéliales telles que des adénocarcinomes (6, 91).

La tumeur la plus commune chez le chien est l'ostéochondrome : c'est un néoplasme bénin rencontré chez le jeune qui tend à grossir proportionnellement à la croissance osseuse, et dont les signes cliniques seront plus visibles pendant ou après cette croissance (45). Lorsque plusieurs lésions de type ostéochondrome se retrouvent chez un même animal, on parle d'ostéochondromatose (ou exostoses cartilagineuses multiples). Les vertèbres, les côtes et les os longs sont les zones les plus fréquemment touchées mais la trachée peut être concernée également ; ces tumeurs peuvent rester subcliniques jusqu'à ce que leur croissance gêne le mouvement d'une articulation ou comprime un organe vital telle que la moelle épinière ou la trachée (5). Les ostéochondromes canins pouvant devenir malins par la suite, il est recommandé d'en faire l'excision chirurgicale assez rapidement.

Un cas de plasmocytome extra-médullaire trachéal a été rapporté chez une chienne croisée de 10 ans et 28 kg, qui présentait une dyspnée inspiratoire sévère,

une hyperprotéinémie et une hyperalbuminémie, une masse visible à la radiographie et à la trachéoscopie. Les biopsies per-endoscopiques et l'analyse histologique réalisée après exérèse ont conclu à un plasmocytome **(18)** ; les plasmocytomes extra-médullaires sont des tumeurs bénignes provenant des cellules plasmocytaires, et qui se retrouvent le plus souvent au niveau de la muqueuse buccale ou de la peau des membres ; il est important d'en faire le diagnostic histologique pour affiner le pronostic.

Un mastocytome a également été rapporté chez un chien Léonberg mâle de 10 ans présenté à la consultation pour des difficultés respiratoires importantes et de la toux depuis 15 jours **(55)**.

Chez le chat, par contre, la littérature rapporte seulement sept cas de tumeurs de la trachée, d'origine épithéliale : trois adénocarcinomes, deux épithéliomas spinocellulaires, et deux lymphosarcomes.

## **2. Secondaire**

Les tumeurs de la trachée sont plus souvent primitives que secondaires.

Cependant, certaines tumeurs peuvent envahir la trachée par diffusion locorégionale, comme dans le cas de cette chatte de 20 ans qui présentait un syndrome obstructif des voies respiratoires supérieures correspondant à un carcinome épidermoïde (anciennement appelé épithélioma spinocellulaire) bien différencié des arytnoïdes envahissant aussi la partie supérieure de la trachée **(53)**.

Chez le chien, les principales tumeurs secondaires affectant la trachée sont le lymphosarcome et l'adénocarcinome thyroïdien **(45)**. On peut également observer des métastases locales de tumeurs de la base du cœur.

## ***F. Origine dégénérative : le collapsus trachéal***

Le collapsus trachéal est une entité pathologique respiratoire bien connue, qui correspond à un effondrement généralement dorso-ventral de la trachée, bien que des cas de collapsus des parois latérales de la trachée aient aussi été rapportés **(11)**.

### **1. Epidémiologie et causes prédisposantes**

#### ***a) L'espèce***

Il faut noter que le collapsus trachéal a été diagnostiqué non seulement chez nos carnivores domestiques mais aussi chez des veaux, des porcs, des chevaux et une chèvre **(71)**.

Cette affection est nettement plus fréquente chez le chien que chez le chat : seulement trois cas ont été décrits dans cette espèce (un collapsus idiopathique et deux secondaires à la présence d'une masse intraluminaire).

Cependant l'incidence du collapsus chez le chien reste assez faible toutes races confondues (0,5%).

### **b) La race**

Il survient le plus fréquemment chez des chiens de petite race, ou de race miniature ou toy, chez lesquels l'incidence atteint 2,7% et probablement plus si on prend en compte les stades I où les symptômes sont discrets : Caniche Toy, Yorkshire Terrier essentiellement, ainsi que Chihuahua, Lhasa Apso, Shitsu, Loulou de Poméranie, Spitz, Pinscher nain, Bichons, Carlin...

DALLMAN et BROWN observent que l'épaisseur du cartilage est, en données compensées, 1,3 fois plus importante chez les chiens de race moyenne que chez les chiens de petite taille (31), ce qui peut expliquer les prédispositions particulières de ces races au collapsus trachéal.

Le Lévrier afgan, le Greyhound, le Cocker et les Retrievers (Golden ou Labrador) font partie des quelques grandes races parfois atteintes de collapsus d'origine congénitale (71), ainsi que les Boxer comme le montre le cas de cette femelle de 4 mois présentant un collapsus trachéal de grade III sans évidence de cause primaire (67).

### **c) L'âge**

Cette affection touche principalement les animaux relativement âgés, entre 6 et 7 ans, après deux ans en moyenne de symptomatologie.

La maladie peut rester asymptomatique longtemps malgré les prédispositions ou les malformations anatomiques et se révéler cliniquement de façon tardive, ce qui peut aussi expliquer l'âge au moment du diagnostic.

Cependant, elle peut toucher des animaux de toutes races et de tous âges lorsqu'elle est secondaire et acquise.

### **d) Le sexe**

Les mâles et les femelles sont indifféremment atteints (19).

### **e) Le poids**

On a longtemps considéré que le collapsus trachéal était plus fréquent chez les chiens obèses, mais il semble que cette affection touche indifféremment les animaux gras et minces (31, 19).

Cependant, le collapsus sera plus souvent symptomatique chez les animaux obèses étant donnée leur propension à entrer en polypnée thermique.

## **2. Localisations préférentielles**

Selon certaines études, l'atteinte cervicale est la moins courante, les collapsus intra-thoraciques représentant 80 à 90% des cas (31, 23). Cela peut s'expliquer par de plus hautes pressions extra-trachéales en région thoracique et / ou par une diminution du support cartilagineux au niveau de la carène (38). Deux localisations plus fréquemment et plus sévèrement atteintes sont relevées : l'entrée du thorax (qui est la localisation préférentielle d'après FINGLAND (26)) et en amont de la bifurcation trachéo-bronchique.

D'autres auteurs considèrent que le collapsus trachéal concerne plus fréquemment la partie cervicale de la trachée (30).

Cependant, le collapsus trachéal peut se produire à n'importe quel niveau de la trachée : cervical, thoracique ou sur l'ensemble de la trachée. Dans le cas d'une atteinte générale de la trachée, le collapsus peut aussi toucher les grosses bronches (20, 29), ce qui assombrit le pronostic.

### 3. Etiologie

C'est la conséquence de la faiblesse de certaines structures trachéales (notamment la membrane et les cartilages) qui ne sont plus en mesure de résister aux changements de pression intra-luminale, entraînant un affaissement dans le sens dorso-ventral du segment de trachée atteint.

L'étiologie exacte des lésions trachéales n'est pas encore élucidée et plusieurs hypothèses ont été avancées ; l'effondrement de la paroi pourrait être lié à différents facteurs :

#### **a) Les causes indirectes ou causes favorisantes et aggravantes :**

Elles correspondent à toutes les affections tussigènes ou génératrices de dyspnée-polypnée :

##### **1- Causes intrinsèques :**

☞ une obstruction partielle des voies respiratoires entraînant une augmentation importante de la pression transtrachéale : cette obstruction peut être liée :

- à une affection respiratoire chronique (pneumopathie mais surtout bronchite)
- à la présence d'une masse intraluminale (granulome inflammatoire, tumeur) ou extraluminale (tumeur des thyroïdes, des ganglions lymphatiques, de l'œsophage, ou encore abcès pérित्रachéal (69))
- à un syndrome brachycéphale (sténose des narines, éversion des ventricules laryngés, allongement du palais mou...)
- ou encore à une dilatation atriale gauche lors d'endocardiose mitrale (qui entraîne une compression sur la bronche souche gauche).

Pour certains auteurs, le collapsus trachéal est plus souvent une complication de ces affections (64).

☞ une paralysie du larynx entraînant également une augmentation de la pression transtrachéale : une étude portant sur vingt cas de collapsus trachéal a montré que 30% d'entre eux présentaient une parésie ou une paralysie laryngée (73).

La paralysie du larynx peut elle-même être primaire ou secondaire, comme dans le cas de ce chien cocker spaniel mâle castré de huit mois (69), qui avait avalé un haut parleur stéréo et présenté un épisode de vomissements, diarrhée et hyperthermie, suivi de toux et dyspnée sévère : une paralysie laryngée a été mise en évidence lors de l'anesthésie, et l'endoscopie a révélé une compression extra-murale de l'œsophage et de la trachée. La sternotomie médiane réalisée a

montré des nœuds lymphatiques médiastinaux crâniens de taille augmentée, ainsi qu'une masse de tissu fibreux d'environ 1,5 cm de large et 4 cm de long, face ventrale de la trachée en regard de la troisième côte, située sur le trajet des deux nerfs laryngés récurrents, et contenant un abcès. En fait, chez ce chien, l'implication des deux nerfs laryngés récurrents dans la masse a entraîné une paralysie laryngée, elle-même à l'origine du développement de pressions négatives plus importantes pour lutter contre l'obstruction au niveau de la glotte, provoquant alors un collapsus trachéal au niveau des anneaux trachéaux déjà fragilisés par la présence de la masse.

🐾 une infection bactérienne (surtout à *Bordetella bronchiseptica*) est souvent concomitante du collapsus trachéal (87).

🐾 une trachéite sévère avec relâchement du ligament dorsal (87).

Pour certains auteurs (87), le collapsus trachéal chez les chiens de grande taille peut être associé à ces autres causes (telles que les traumatismes et les lésions extra ou intra-luminales) et ne doit par conséquent pas être considéré comme la même maladie que chez les chiens de race toy, pour lesquels les causes seraient plutôt des causes directes (cf. ci-après).

## **2- Causes extrinsèques (responsables de toux ponctuelle) :**

🐾 le port d'un collier étroit entraîne une pression mécanique sur la trachée cervicale, provoquant une sorte d'obstruction iatrogène des voies respiratoires hautes.

🐾 toutes les circonstances génératrices de polypnée : chaleur humide, obésité, excitation.

🐾 la prise d'aliment et l'abreuvement.

🐾 des facteurs nutritionnels comme le régime « tout viande » (aujourd'hui heureusement rarissime), qui entraîne des défauts de minéralisation et une trachéomalacie (87).

### **b) Les causes directes ou causes déterminantes :**

🐾 une déminéralisation des anneaux cartilagineux : les anneaux trachéaux ne perdent pas leur diamètre potentiel, mais leur rigidité et leur résistance aux pressions négatives.

- des études histologiques ont montré que dans les cas de collapsus trachéal, le cartilage hyalin est hypocellulaire et manque de chondroïtine sulfate (normalement produit par les chondrocytes) et de calcium (38). Il présente un déficit en glycoprotéines et en glycosaminoglycanes dans sa matrice, responsable du manque de rigidité : en temps normal, les

glycosaminoglycanes et glycoprotéines attirent l'eau et rendent le cartilage turgescent et résistant (**33, 71**). On ne sait pas pourquoi la teneur en glycosaminoglycanes diminue ; ces anomalies peuvent être dues à un défaut dans la chondrogénèse ou à une dégénérescence du cartilage hyalin.

- les anneaux trachéaux peuvent subir un phénomène de chondromalacie (ou trachéomalacie) de façon secondaire. La trachéomalacie résulte d'un affaiblissement de la paroi trachéale lié à la perte du caractère rigide des anneaux et à une hypotonie des éléments myoélastiques de la paroi (**70**). Ceci peut se produire lors d'abcès pérित्रachéal par exemple comme le montre le cas de ce cocker spaniel mâle castré de huit mois (**69**).

🐾 une affection congénitale : SEEGMILLER et al ont isolé une lignée de souris homozygotes pour le gène chondrodysplasique : ces souris meurent d'un collapsus trachéal à la naissance. De plus, ils ont observé respectivement sur des souris de cette lignée et sur des chiens à collapsus trachéal des lésions cartilagineuses présentant des similitudes (**31**). Cependant, on ne sait pas si la dégénérescence cartilagineuse atteint des cartilages primitivement normaux ou non.

🐾 une affection héréditaire, en particulier chez le chihuahua où la maladie est transmise à la descendance, avec une évolution progressive avec l'âge vers un collapsus de stade plus avancé ; cependant la caractérisation des gènes n'a pas encore été effectuée et cette hypothèse n'est pas corroborée par des études expérimentales.

🐾 une faiblesse et une élongation du muscle trachéal dorsal en relation avec une déficience neurologique, non pas au niveau du muscle lui-même mais causée par une atteinte nerveuse centrale (**26, 19**) ; l'apparition tardive des lésions pourrait alors s'expliquer (même dans l'hypothèse d'une origine congénitale) par une aggravation de la déficience neurologique (**31**). Cette affection pourrait être similaire à celle existant pour l'œsophage dans les cas de méga-œsophage (**87**).

🐾 une trachéite affectant toutes les couches de la paroi et la perte de la matrice organique du cartilage (mises en évidence par des analyses histologiques réalisées sur plusieurs cas (**22**) : la muqueuse présente des signes d'inflammation, de desquamation et de métaplasie dans les zones rétrécies (destruction progressive des cellules ciliées de l'épithélium), alors que la sous-muqueuse présente plus de glandes à mucus et celles-ci semblent plus actives ; les vaisseaux lymphatiques sont dilatés et les vaisseaux sanguins congestionnés (**33**).

Le collapsus pourrait donc être une réponse active à l'inflammation (**24**). Ainsi, les trachéites bactériennes peuvent compliquer les collapsus trachéaux en entretenant l'inflammation et en favorisant la toux, ce qui contribue à affaiblir la paroi trachéale.

**Des lésions cartilagineuses et nerveuses semblent donc être à l'origine du collapsus trachéal, mais l'origine et l'évolution des lésions restent encore aujourd'hui incertaines.**

## 4. Gradation

Quelle que soit l'étiologie du collapsus, les symptômes observés résultent d'un aplatissement plus ou moins important de la trachée, entraînant un accolement de la membrane dorsale sur les anneaux cartilagineux.

L'intensité des lésions est variable d'un animal à l'autre, et plusieurs stades lésionnels ont été décrits par TANGNER et HOBSON (73), sans pour autant qu'une évolution lésionnelle dans le temps d'un stade vers le suivant soit mise en évidence. La sévérité des signes cliniques est liée au degré de collapsus ou d'obstruction de la lumière trachéale (71).

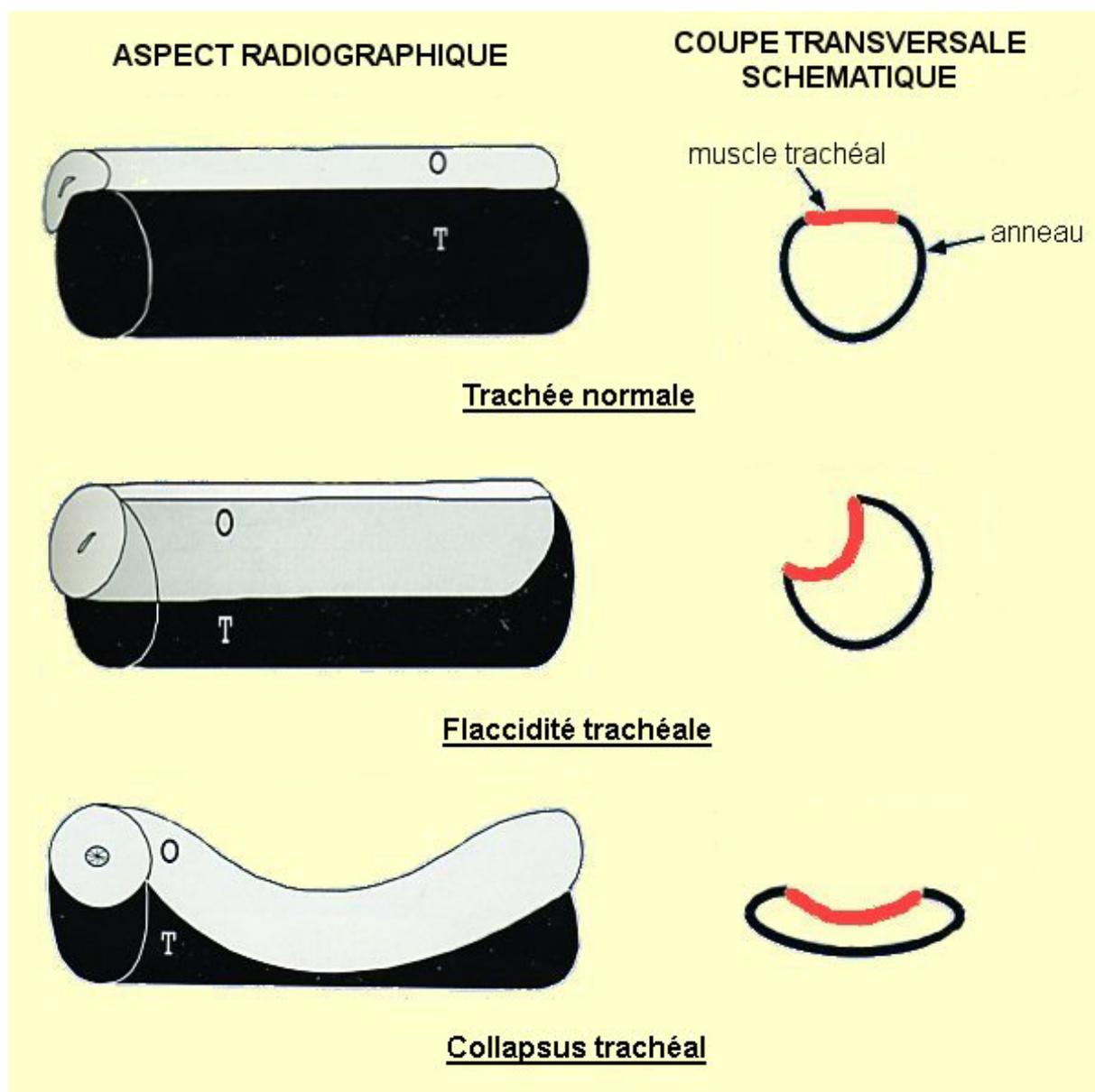
### a) Le stade I

Il correspond à une trachée proche de la normale, dont le muscle trachéal est légèrement flasque, mais dont la section des anneaux cartilagineux reste circulaire : la réduction de la lumière trachéale est donc minime (25%). Dans ce cas, le collapsus ne provoque pas de crise syncopale et il peut rétrocéder, au moins de façon temporaire, à un traitement médical (à base de corticoïdes, antitussifs, antibiotiques et sédatifs). Les animaux obèses devront subir un régime amaigrissant.



**Figure 3 : Coupe transversale de trachée lors de collapsus trachéal de stade I (G. Maurel, d'après (3)).**

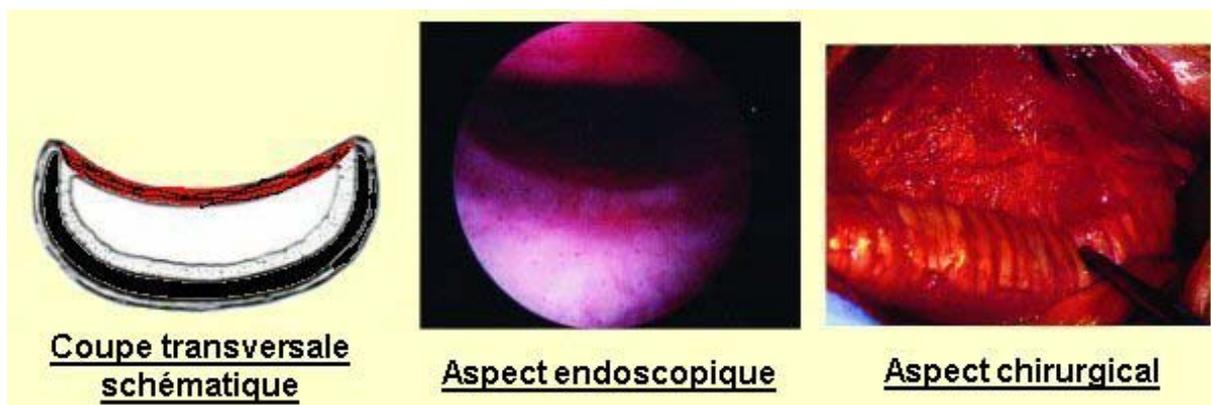
*Remarque :* Certains auteurs (68) parlent de flaccidité de la membrane trachéale (ou flaccidité trachéale) lorsqu'il s'agit d'une trop grande souplesse du muscle trachéal avec conservation de la rigidité des anneaux trachéaux ; l'œsophage peut alors s'enfoncer dans la lumière trachéale et en réduire le diamètre. Le terme de collapsus trachéal est alors uniquement utilisé lorsque la lumière de la trachée est effectivement collabée.



**Figure 4 : Aspect radiographique et en coupe de la trachée : de haut en bas, trachée normale, flaccidité trachéale, et collapsus trachéal (G. Maurel, d'après (68)).**

### **b) Le stade II**

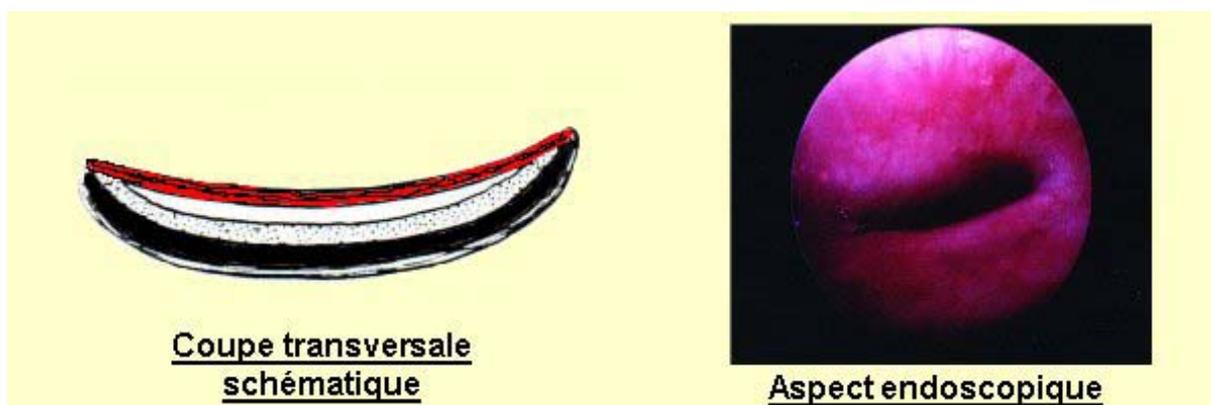
Le muscle trachéal est élargi, flasque et pendulaire, les cartilages trachéaux sont partiellement aplatis, et la lumière trachéale est réduite d'environ 50%.



**Figure 5 : Collapsus trachéal de stade II (G. Maurel, d'après (3) et (87) ; © B. Lussier).**

### **c) Le stade III**

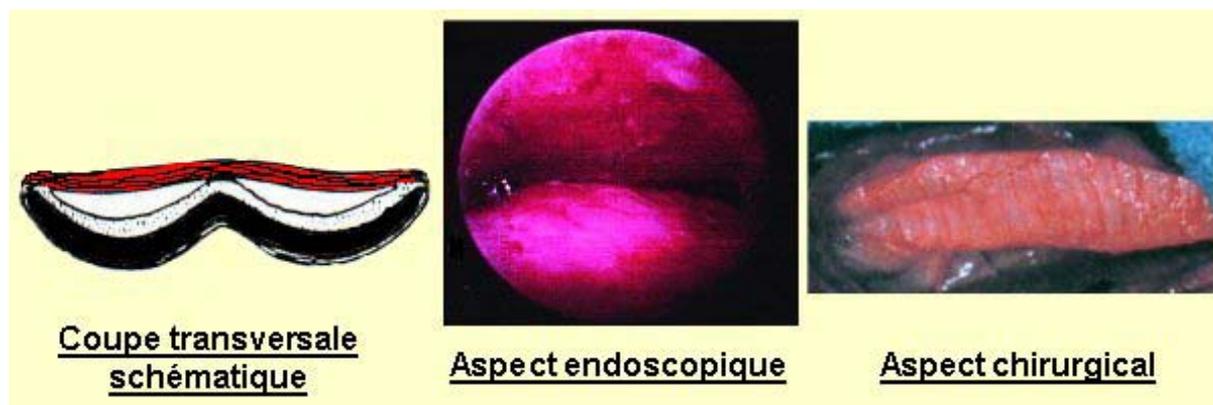
Le muscle trachéal est presque en contact avec la surface dorsale du cartilage et le cartilage est pratiquement plat (ses extrémités sont palpables à l'examen clinique) ; la lumière trachéale est alors réduite de 75%.



**Figure 6 : Collapsus trachéal de stade III (G. Maurel, d'après (3) et (87)).**

### **d) Le stade IV**

Il correspond à une oblitération complète de la lumière trachéale : le muscle trachéal repose sur la surface dorsale du cartilage, ce dernier étant plat ou présentant même une éversion dorsale.



**Figure 7 : Collapsus trachéal stade IV (G. Maurel, d'après (2) et (83)).**

### ***G. Origine extra-trachéale***

Des symptômes d'obstruction trachéale peuvent apparaître lors d'affections intercurrentes telles que des adénopathies rétropharyngées, des tumeurs (88), des dilatations ou des corps étrangers œsophagiens, des thymomes, des tumeurs thyroïdiennes (52) pour la portion cervicale, ou encore des masses médiastinales, une cardiomégalie ou un épanchement pleural pour la portion thoracique...

Il suffit que l'affection intercurrente provoque une compression de la trachée pour provoquer des symptômes d'obstruction trachéale ; c'est pourquoi il est important de réaliser un examen clinique complet et non centré uniquement sur l'appareil respiratoire : ces affections extra-trachéales doivent faire partie intégrante du diagnostic différentiel.

Un cas de rhabdomyosarcome embryonnaire illustre bien cette notion de symptômes faisant penser à une affection trachéale et correspondant en fait à une affection extra-trachéales (88), puisque ce chien Akita mâle de 4 mois était présenté à la consultation pour une intolérance à l'exercice, une respiration de plus en plus bruyante et une polypnée marquée.

## II. MANIFESTATIONS CLINIQUES DES AFFECTIONS TRACHEALES

Il faut noter que tous les symptômes que nous allons étudier et rencontrés lors d'affection trachéale peuvent être aggravés par un exercice physique, un stress, une excitation, ou encore des températures ambiantes élevées (33).

### A. La toux

#### 1. Définition et déroulement

La toux est un phénomène physiologique protecteur visant à évacuer du matériel des voies respiratoires supérieures. Elle comprend quatre temps :

- une inspiration profonde, qui permet une introduction importante d'air dans les voies respiratoires
- la fermeture de la glotte et la mise sous tension de l'air inspiré
- une brusque et violente expulsion de l'air inspiré (à la vitesse moyenne de 50 m/s au lieu de 1 m/s lors d'une expiration normale chez un chien) par la contraction des muscles abdominaux, la mobilisation du diaphragme vers l'avant et la béance de la glotte : c'est le temps principal (et sonore) de la toux au cours duquel les sécrétions et les corps étrangers sont expectorés
- une légère inspiration compensatrice appelée le rappel.

Au cours d'un cycle respiratoire normal, le diamètre trachéal ne varie pas ou très peu ; cependant, au cours d'un épisode de toux, ce diamètre peut être réduit de 50 % (33).

#### 2. Stimuli et zones tussigènes

Elle est déclenchée par l'action de stimuli sur les zones tussigènes : c'est un réflexe. Ces stimuli sont nombreux et peuvent se diviser en deux catégories :

- les modifications de l'air inspiré (correspondant à la température de l'air inspiré, à sa constitution physique et chimique : présence de corps étrangers, poussières, vapeurs irritantes...); ces modifications sont susceptibles de déclencher la toux chez un individu sain.
- les modifications de la muqueuse respiratoire lors d'inflammation (sécheresse lors de la phase congestive initiale, puis excès de sécrétions lors de la phase exsudative).

Les zones tussigènes sont nombreuses, de sensibilité inégale entre elles et variables suivant l'espèce et l'âge. Elles sont réparties selon un gradient décroissant de concentration du début à la fin de l'arbre respiratoire :

- très nombreuses au carrefour pharyngé,

- nombreuses dans la muqueuse laryngée et trachéale,
- relativement nombreuses au niveau du carrefour trachéo-bronchique,
- de moins en moins nombreuses dans les bronches et bronchioles,
- et secondairement dans la plèvre,
- mais aucune zone tussigène n'est présente dans les poumons.

Lors de processus chronique, les remaniements de la muqueuse respiratoire peuvent créer de nouvelles zones tussigènes.

### **3. Caractéristiques**

Dès lors qu'un animal tousse de façon prolongée malgré un traitement symptomatique adapté, il faut suspecter une affection obstructive de la trachée (lors de toux d'origine respiratoire).

Elle peut être productive (ou humide), c'est-à-dire aboutissant à l'expulsion de sécrétions (dans les cas d'hypoplasie trachéale, d'infection, de filarioïdose) ou non productive (ou sèche) (dans les cas de collapsus, sténose segmentaire, ou filarioïdose par exemple).

La toux peut également être émétisante : dans le cas de la filarioïdose par exemple, elle donne parfois lieu à des efforts de vomissements menant à l'évacuation d'une masse blanche mousseuse de mucus **(21)**.

Lors de trachéobronchite, la toux est souvent marquée et peut mimer des efforts d'expulsion d'un corps étranger **(29)**.

Elle peut être chronique ou paroxystique (lors de collapsus trachéal notamment). Elle est généralement observée de façon immédiate après inhalation d'un corps étranger **(33)**.

Une toux sèche, très sonore et souvent saccadée accompagne quasiment systématiquement les cas de collapsus trachéal, et est alors associée à des difficultés respiratoires plus ou moins prononcées selon le degré d'affaissement de la paroi. De nombreux qualificatifs sont employés au sujet de la toux associée à un collapsus trachéal : quinteuse, hachée, rauque, intermittente avec des crises paroxysmiques lors d'excitation, d'exercice ou de palpation de la trachée ... C'est une toux chronique ne rétrocedant pas aux traitements médicaux classiques, qui est souvent comparée au « cri de l'oie » **(19, 29)**.

Elle peut être accentuée par l'exercice ou l'agitation ; c'est pourquoi on parle parfois d'intolérance à l'effort.

Cette intolérance à l'effort peut être l'un des premiers symptômes du collapsus trachéal quand la toux n'est présente que lors d'excitation ou de prise de boisson fraîche ; les animaux atteints du syndrome de collapsus trachéal peuvent ne présenter aucun signe clinique **(12)** mais toute augmentation de l'activité physique ou toute affection respiratoire ou cardiaque concomitante augmentant l'effort à l'inspiration ou à l'expiration peut entraîner une décompensation du collapsus trachéal subclinique et faire apparaître les symptômes, dont une toux **(81)**.

La toux aggravée par l'effort peut également signer la présence d'une sténose segmentaire, d'une hypoplasie trachéale ou d'une filarioïdose.

La toux sera plus fréquente lors de collapsus de stade plus avancé, et essentiellement diurne (par opposition à la toux liée à une insuffisance cardiaque gauche congestive, essentiellement nocturne).

## **B. La dyspnée**

Elle constitue un syndrome majeur en médecine vétérinaire car il s'agit le plus souvent d'une urgence et son étiologie peut être des plus variées (79).

### **1. Définitions et classification**

Elle se définit comme une « difficulté à respirer » qui peut être d'origine respiratoire ou non (les autres causes de dyspnée sont essentiellement systémiques et cardiovasculaires), et à l'intérieur du système respiratoire, thoracique ou non.

Les changements visibles concernent la fréquence des mouvements respiratoires, leur rythme, la participation abdominale et les changements dans le comportement de l'animal (agitation, peur...) (43).

L'orthopnée, la tachypnée et la discordance sont des éléments qui font partie du syndrome dyspnée. L'orthopnée indique une respiration difficile associée à une position allongée caractéristique ; la tachypnée traduit une simple accélération de la respiration ; enfin, la discordance se définit par une participation asynchrone de l'abdomen aux mouvements respiratoires.

La dyspnée peut être présente de façon continue, par crises ou seulement à l'exercice (43).

Une autre classification des dyspnées distingue les dyspnées inspiratoires lors d'atteinte extra-thoracique (c'est-à-dire lors d'atteinte de la portion cervicale de la trachée) et expiratoires lors d'atteinte intra-thoracique (c'est-à-dire lors d'atteinte de la portion thoracique de la trachée). Lors d'hypoplasie trachéale, la dyspnée sera d'intensité égale à l'inspiration et à l'expiration puisque la totalité de la trachée est concernée par l'affection. Par contre, lors de collapsus trachéal généralisé à l'ensemble de la trachée, la dyspnée expiratoire prédomine cliniquement (19).

Les affections trachéales entraînant une dyspnée sont généralement de type obstructif (collapsus, corps étrangers, tumeurs internes ou externes entraînant une compression).

### **2. Condition d'apparition d'une dyspnée : notion de seuil**

L'apparition de la dyspnée est généralement brutale, mais cela n'est pas synonyme d'affection aiguë puisqu'il existe un effet seuil, particulièrement important chez le chat.

En effet, lors d'obstruction trachéale par exemple, les signes de dyspnée, inspiratoire ou expiratoire, ne seront visibles cliniquement que lorsque le diamètre de la trachée sera réduit d'au moins 50 % (33).

Les animaux actifs montreront par ailleurs plus rapidement des symptômes de détresse respiratoire que les animaux plus sédentaires, c'est-à-dire que les signes de dyspnée seront visibles pour une diminution moins importante du diamètre trachéal. De la même façon, la dyspnée au repos apparaîtra plus tard, pour un diamètre trachéal valant de 10 à 15 % le diamètre initial.

Ce seuil explique également que les symptômes de dyspnée puissent être intermittents, comme lors d'infestation par *Filaroïdes osleri* avec des nodules pédonculés situés au niveau de la bifurcation trachéo-bronchique et fonctionnant comme une valve (21).

On peut observer une dyspnée de gravité variable lors de brèche trachéale, de sténose segmentaire, de corps étranger intra-trachéal, de compression trachéale, de collapsus ou d'hypoplasie trachéale.

### **3. Syndrome de détresse respiratoire**

Une respiration sifflante ou stridulante peut parfois être associée à une dyspnée (lors de sténose segmentaire ou de corps étranger intra-trachéal par exemple) : on parle alors de syndrome de détresse respiratoire (ou syndrome obstructif des voies respiratoires supérieures), qui correspond à des crises dyspnéiques avec une respiration sifflante, une toux, une intolérance à l'effort, et dans les stades avancés des muqueuses cyanosées et parfois des syncopes (52, 23), voire une mort par asphyxie. L'animal peut également porter sa tête tendue sur l'encolure (6).

#### **C. Bruits respiratoires anormaux**

Un stridor est très souvent noté lors d'affection trachéale (6). En général, le diamètre trachéal doit être réduit de plus de 50 % pour entraîner l'apparition d'un stridor (29). Une respiration sifflante ou stridulante peut être observée lors de sténose segmentaire, de corps étranger intra-trachéal, de collapsus trachéal ou encore d'infection par *Oslerus osleri*, parfois associée à une dyspnée (cf. ci-dessus : syndrome de détresse respiratoire).

Lors de crises dyspnéiques associées à un collapsus trachéal intra-thoracique, on entend à distance des râles muqueux inspiratoires, et à l'expiration un raclement prolongé se terminant parfois par une toux émétisante. Le collapsus intra-thoracique se caractérisera par un temps expiratoire augmenté et un bruit particulier : un claquement doux, audible sans stéthoscope à la fin de la phase expiratoire, lorsque l'animal tousse. Ce bruit correspond au claquement des deux parois trachéales (19).

#### **D. L'hémoptysie**

Ce symptôme sera relativement souvent associé à la présence de tumeurs trachéales (6, 91), mais peut aussi se rencontrer en présence de corps étrangers perforants ou lors de trauma (notamment les morsures) (33).

## **E. Pneumomédiastin et pneumothorax**

Un pneumomédiastin se produit lorsque la paroi trachéale est interrompue entre l'entrée de la poitrine et le carrefour trachéo-bronchique ou lorsque l'emphysème sous-cutané dû à une brèche dans la trachée cervicale s'étend jusqu'au médiastin (33).

Le pneumothorax quant à lui survient lorsque les tissus pérित्रachéaux intrathoraciques sont déchirés ou encore lors de pneumomédiastin si la pression dans le médiastin dépasse les 20 mm Hg et entraîne une rupture de la plèvre (33).

## **F. Symptômes autres que respiratoires**

### **1. Effractions cutanées**

Des plaies peuvent être notées en regard de la trachée lors de commémoratifs de morsures ou d'accidents, mais elles ne sont pas systématiques du fait de l'élasticité de la peau. De la même façon, on n'observera pas toujours des traces de sang sur le pelage de l'animal lors de perforation trachéale (8).

C'est pourquoi il est fortement recommandé d'effectuer une tonte de l'animal en région cervicale dans le cadre d'une exploration plus poussée des éventuelles effractions cutanées (8) : dans le cas de cette chienne Caniche de 6 ans mordue par un Berger Allemand, la tonte a permis de mettre en évidence une trace rouge punctiforme d'environ 1 mm de diamètre passée inaperçue lors du premier examen.

Il convient également de toujours bien prévenir le propriétaire des risques de lésions trachéales en cas de morsure cervicale, qui peuvent très bien passer inaperçues à un stade débutant.

### **2. Emphysème sous-cutané**

L'emphysème sous-cutané est un symptôme majeur lors d'une perforation de l'appareil respiratoire supérieur, et notamment de la trachée.

Il se situera préférentiellement en régions cervicale ventrale et axillaire (tête, cou, et membres antérieurs). Il se produit essentiellement lorsque les plaies au niveau de la peau et de la trachée ne se superposent pas (33).

Il ne faut pas confondre cet emphysème sous-cutané avec un œdème de la gorge ou une tuméfaction suite au traumatisme (7, 8). Généralement, un emphysème sous-cutané lié à une perforation trachéale va s'étendre avec le temps (10) ; il peut progresser très rapidement sans pour autant que l'animal présente des symptômes de détresse respiratoire (notamment quand aucun pneumomédiastin ne lui est associé).



**Figure 8 : Emphysème sous-cutané en regard d'une plaie cutanée face ventrale du cou (d'après (8)).**

### **3. Symptômes non spécifiques**

L'animal peut être apathique du fait d'un ajustement de son niveau d'activité à une fonction respiratoire déficiente, jusqu'à ce qu'un facteur de stress plus important favorise l'apparition d'une crise dyspnéique avec détresse respiratoire (38).

L'animal peut présenter une **prostration** très importante du fait de pathologies trachéales : c'est l'exemple de ce Teckel mâle âgé de huit ans présenté à la consultation pour une plaie sur le haut du crâne suite à une morsure par un Berger Allemand, et qui en fait avait une perforation de la trachée en région cervicale (7).

On peut également observer une **bradycardie** dans les cas de traumatismes où le nerf vague est stimulé : on parlera alors d'hypervagotonie (7). Elle résulte dans ce cas d'un pneumomédiastin qui peut se produire soit lors de brèche trachéale thoracique, soit par voie de continuité lors de brèche trachéale cervicale. L'accumulation d'air intra-thoracique entraîne alors une compression des gros vaisseaux de la base du cœur (donc une diminution de la précharge à l'origine d'une augmentation de la durée de la diastole, donc une bradycardie) et une hypervagotonie (elle aussi à l'origine d'une bradycardie).

Les **muqueuses** peuvent apparaître **légèrement décolorées** voire violacées dans les cas où l'affection trachéale compromet une bonne ventilation (51).

Le propriétaire peut aussi rapporter des **syncopes** plus ou moins fréquentes (23).

Enfin, la **mort** peut survenir dans les cas graves d'affections trachéales comme les sténoses trop importantes ou les avulsions ou ruptures complètes ; dans

ce cas, la mort peut survenir rapidement du fait d'une obstruction possible du segment trachéal distal par un hématome ou les tissus mous environnants **(33)**. De plus, compte tenu du choc infligé à l'animal, d'autres organes vitaux ont pu être touchés.

Les patients atteints de collapsus trachéal peuvent présenter des troubles métaboliques associés tels qu'une **hépatomégalie** marquée **(81, 33)**. L'étiologie n'en est pas connue, mais on peut imaginer une congestion hépatique lorsque le collapsus est associé à un cœur pulmonaire, ou un dépôt important de graisse dans le foie chez les animaux obèses **(38)**.

Certains animaux présentant une détresse respiratoire vont se **déshydrater** et développer une azotémie **(29)**.

Des haut-le-cœur peuvent également être notés **(6)**, ainsi que des **changements dans la voix** de l'animal, notamment lors de chondrosarcome trachéal **(6)** (qui sont cependant plus fréquemment notés lors d'affection laryngée).

D'autres signes généraux peuvent parfois être présents tels qu'une **anorexie**, une **perte de poids**, une **dépression** lors d'affection tumorale par exemple **(6)**...

Des **troubles digestifs et respiratoires** peuvent être associés lors de fistules entre l'œsophage et les voies aériennes ; c'est le cas de cette chienne cocker spaniel de 16 mois présentée à la consultation pour ptyalisme et nombreuses flatulences, et dont la toux était facilement déclenchable à la palpation **(54)**.

**DEUXIEME PARTIE :**

**EVALUATION MEDICALE DE LA  
TRACHEE**



## I. EXAMEN CLINIQUE

L'anamnèse, les commémoratifs et un examen clinique proprement dit correctement mené sont indispensables pour effectuer une bonne investigation autour des affections trachéales.

### A. Commémoratifs

L'interrogatoire du propriétaire est primordial dans le recueil de l'anamnèse et des commémoratifs. Il faut demander au propriétaire d'où vient son animal, s'il a voyagé (et où), s'il a des contacts réguliers avec d'autres animaux, dans quel environnement il vit **(43)**...

L'âge présente une influence importante sur la fréquence des collapsus trachéaux, de même que la race. Les problèmes congénitaux se rencontreront plus fréquemment chez un jeune animal alors que les plus vieux patients présenteront plutôt des affections acquises.

Les affections antérieures peuvent avoir créé une sténose importante de la trachée, en décompensation progressive.

### B. Anamnèse

L'interrogatoire du propriétaire doit permettre de savoir si l'animal a présenté des changements de voix, des difficultés à déglutir, si les signes cliniques sont apparus brutalement ou de façon graduelle, leur sévérité, leur évolution (amélioration ou aggravation) et l'existence d'autres signes systémiques **(43)**.

Lors d'anamnèse de traumatismes (notamment lors de morsures), il faut toujours examiner plus particulièrement les régions cervicale ventrale et axillaire, de façon à détecter un emphysème sous-cutané ; en effet, la peau peut résister à une perforation du fait de son élasticité, mais la paroi trachéale, rigide, va céder. Donc on peut tout à fait n'observer aucune lésion cutanée dans ces régions alors que la trachée elle-même aura subi des dommages importants **(7)**, et il ne faut en aucun cas exclure du diagnostic différentiel une perforation de la trachée même si l'on n'observe pas d'effraction cutanée en regard de cet organe ; d'où l'importance du recueil de l'anamnèse.

Par ailleurs, il conviendra de vérifier l'intégrité de l'œsophage **(10)** qui peut avoir été lésé parallèlement à la trachée (ce qui assombrit le pronostic).

Chez les patients dont on sait qu'ils ont inhalé un corps étranger, on peut réaliser une manœuvre de type Heimlich **(33)** : il faut pour cela suspendre l'animal la tête en bas et exercer une pression violente sur l'abdomen en direction du diaphragme. Si l'anamnèse est bien faite, cette manipulation peut être réalisée rapidement et suffire à expulser le corps étranger ; on évite ainsi une anesthésie, voire une chirurgie à l'animal.

Lors de suspicion de collapsus trachéal, notamment dans les stades débutants, le propriétaire va rapporter que le chien tousse depuis un certain temps (voire depuis qu'il est chiot), surtout lorsqu'il est excité, éventuellement lors de l'abreuvement : ceci permet de suspecter un collapsus trachéal lors de l'examen de routine de l'animal. L'animal peut également avoir été traité pour des affections cardiaques ou respiratoires ou pour toute affection concernant la tête, le cou ou la région thoracique et associée à une toux. Le propriétaire peut aussi rapporter une ou plusieurs crises de dyspnée plus ou moins anciennes et prononce souvent les termes d'asthme ou d'œdème pulmonaire.

## **C. Examen clinique proprement dit**

L'examen clinique proprement dit comprend l'inspection, la palpation et l'auscultation. Il doit permettre au clinicien d'éliminer les affections thoraciques, systémiques ou métaboliques à l'origine de détresse respiratoire, et de localiser le problème aux voies respiratoires supérieures.

### **1. Inspection**

L'inspection permet d'évaluer :

- l'état général de l'animal et son attitude
- l'état d'embonpoint de l'animal, facteur aggravant de collapsus trachéal
- l'état d'hydratation de l'animal : la déshydratation corporelle favorise un dessèchement du mucus trachéo-bronchique, ce qui a deux conséquences non négligeables :
  - d'une part la formation de bouchons muqueux obstruant l'arbre respiratoire ;
  - d'autre part la modification de l'escalator muco-ciliaire favorisant les surinfections locales
    - la coloration des muqueuses, qui est en partie liée à la perméabilité des voies respiratoires supérieures jusqu'aux poumons
    - les modifications du thorax et de l'abdomen au cours du cycle respiratoire : en cas de doute, il est conseillé de respirer de façon synchrone avec l'animal (on perçoit alors mieux la phase altérée du cycle respiratoire). L'observation du cycle respiratoire de l'animal devra être réalisée à distance puis de façon rapprochée, et avant tout examen physique plus poussé de façon à ne pas exacerber ou modifier les symptômes du fait du stress infligé à l'animal (43).

### **2. Palpation**

#### **a) Palpation de la trachée**

La palpation trachéale ne permet naturellement qu'une exploration jusqu'à l'entrée de la poitrine ; elle doit être soigneuse : il faut préciser

- le diamètre (une hypoplasie peut parfois être détectée seulement sur la palpation),
- la sensibilité (déclenchement d'une toux ou d'une douleur),
- la dépressibilité de la trachée (mollesse des anneaux qui sont souples, aplatis ou flasques)
- et les éventuelles variations de son diamètre (élargissement lors de collapsus) et de son trajet (déviation lors de masse).

Il faut palper attentivement les anneaux trachéaux tout le long de la portion cervicale de la trachée pour rechercher les extrémités des cartilages trachéaux, qui sont palpables dans les stades III et IV du collapsus trachéal du fait de l'aplatissement des anneaux trachéaux ; cette palpation des bords des anneaux est rendue plus difficile chez les animaux obèses.

Pour la réaliser, on peut faire rouler la trachée sous les doigts autour de son axe longitudinal : on sentira alors la jonction anneau-membrane trachéale qui apparaît saillante et on pourra évaluer la distension des tissus mous dorsaux. Une pression légère sur le muscle trachéal dorsal provoque une crise de toux et peut complètement obstruer la lumière de la trachée.

Ces manipulations peuvent provoquer une détresse respiratoire importante et ne doivent donc être réalisées qu'avec beaucoup de précautions **(19)**.

On peut également rechercher des effractions cutanées lors de traumatismes, ou encore des masses situées sur le trajet de la trachée et pouvant entraîner une compression ; cependant, lors de tumeur trachéale, il reste exceptionnel de palper une masse évocatrice déformant le contour trachéal.

La palpation de la trachée permet d'objectiver cliniquement l'existence d'une toux et de la caractériser. Lors de collapsus trachéal, toute palpation, même délicate et le plus souvent à l'entrée de la poitrine, déclenchera une toux quinteuse et sèche. Lors de cette palpation, on peut également percevoir un bruit respiratoire sifflant par rétrécissement de la lumière trachéale.

### ***b) Palpation d'autres organes***

La palpation ne doit pas concerner uniquement l'appareil respiratoire supérieur : les nœuds lymphatiques peuvent être hypertrophiés par exemple lors de lymphosarcome, et être à l'origine d'une compression trachéale.

Il conviendra donc de noter la taille et la position des nœuds lymphatiques rétromandibulaires et préscapulaires, des cartilages cricoïdes et thyroïdes, ainsi que de toute masse située le long du trajet de la trachée. On palpera ainsi plus particulièrement la glande thyroïde **(33)**.

La palpation particulière de l'emphysème sous-cutané mettra en évidence la présence de gaz accumulés entre les tissus sous-cutanés, formant des poches facilement dépressibles et une sensation de crépitations quand les bulles gazeuses sont déplacées par les doigts du manipulateur. Elle permet de suspecter une fuite aérienne d'origine trachéale.

La palpation abdominale peut révéler une hépatomégalie lors de collapsus trachéal, qui peut correspondre soit à une congestion veineuse due à une insuffisance cardiaque droite ou globale, ou encore à une stéatose chez les animaux obèses (19).

### **3. Auscultation**

Enfin, l'auscultation est également un moment privilégié de l'examen clinique pour tout ce qui concerne l'appareil cardio-respiratoire, et notamment la trachée qui est trop souvent négligée.

Les bruits respiratoires devraient être auscultés de façon systématique depuis le nez, le pharynx, le larynx, la trachée et jusqu'au thorax (43). La comparaison des sons entendus à différents niveaux doit permettre de localiser la lésion puisque les sons pathologiques sont généralement plus intenses près de la lésion (33).

Lors de collapsus trachéal, l'auscultation révèle souvent un sifflement en région cervicale ou à l'entrée du thorax ; ces bruits respiratoires sont provoqués par la vibration de la membrane trachéale distendue et permettent de localiser la lésion si elle est cervicale. On peut également percevoir un petit claquement en fin d'expiration correspondant à l'accolement des parois de la trachée (87).

Chez les patients présentant un stridor, l'auscultation thoracique ne révélera généralement que des bruits rapportés des voies respiratoires supérieures (29). Si ce stridor est important, cela peut suggérer une atteinte concomitante du larynx.

Les portions voisines de l'appareil respiratoire doivent aussi être examinées plus particulièrement du fait de la continuité anatomophysiologique avec la trachée : oropharynx, larynx, cœur et poumons. Des râles pulmonaires peuvent être mis en évidence lors de bronchopneumonie ; on peut également entendre des crépitations lors d'insuffisance cardiaque droite associée au collapsus trachéal.

**Si les symptômes et l'examen clinique sont évocateurs d'une affection trachéale, le diagnostic de certitude nécessite le recours à la radiologie ou à l'endoscopie.** Pour tous les examens complémentaires envisagés, notamment lors de procédures invasives, le propriétaire doit être clairement informé des risques encourus par son animal du fait du stress qui va lui être infligé et qui peut considérablement aggraver son état ; toutes les décisions doivent donc être prises avec le consentement éclairé du propriétaire.

Par ailleurs, des analyses de laboratoire peuvent être réalisées (hématologie, biochimie) de façon à mieux évaluer l'état de santé de l'animal et les possibles affections intercurrentes, mais nous ne les développerons pas ici car aucune n'évalue directement la trachée ou son fonctionnement. Ces analyses sont cependant fortement conseillées notamment lorsque l'on prévoit d'anesthésier l'animal.

## II. IMAGERIE MEDICALE DE LA TRACHEE

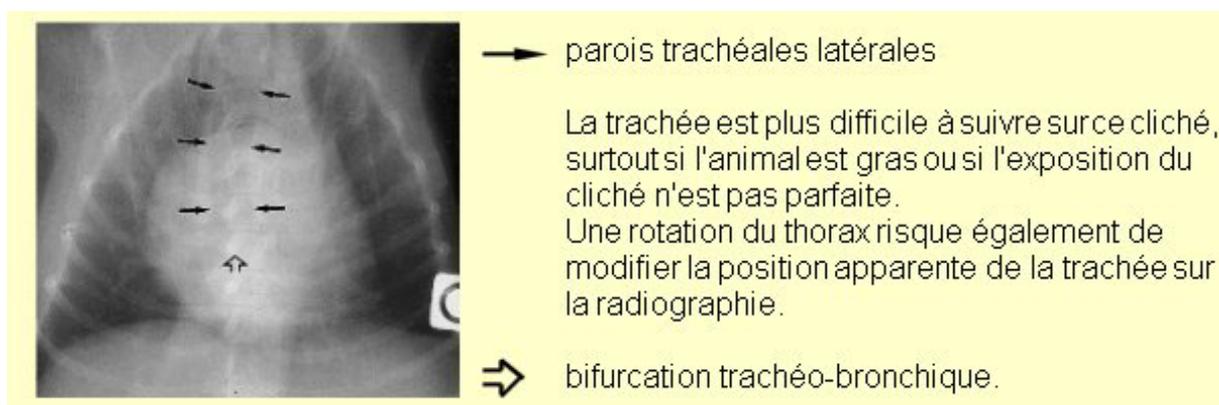
### A. Radiographie de la trachée

#### 1. Indications et réalisation

L'examen radiographique devrait être systématiquement entrepris sur tout animal présentant des signes d'affection de la trachée, notamment lors de suspicion d'affection ancienne (toux chronique) ou de signes d'obstruction (dyspnée) : il permet généralement une bonne visualisation de la trachée, et après l'examen clinique, c'est l'examen complémentaire de choix dans le cadre de l'exploration des pathologies respiratoires (notamment lors de suspicion d'affection intra-thoracique).

Pour une sensibilité maximale, l'examen radiographique de la trachée comporte idéalement quatre clichés (52) :

- deux clichés (face et profil) de la région cervicale situeront la trachée par rapport aux masses musculaires et aux vertèbres cervicales voisines radiodenses ; certains auteurs recommandent que ces clichés de la trachée comprennent le pharynx caudal et le larynx (9)
- deux clichés (face et profil) de la région thoracique préciseront la position et la forme de la trachée dans le médiastin crânial.



**Figure 9 : Radiographie de face d'un thorax normal (G. Maurel, d'après (68)).**

En réalité, seule la vue de profil présente un réel intérêt : sur la vue de face, la superposition avec l'image du crâne et de la colonne vertébrale masque les contours de la trachée (72). La vue ventro-dorsale est néanmoins nécessaire pour localiser un corps étranger ou une masse extra-trachéale (25).

Un positionnement incorrect de l'animal sera à l'origine de nombreux artefacts (29) ; il est donc indispensable de veiller à ce que le cou et le crâne soient bien placés dans une position neutre et parallèles au plan du film.

Cependant, il convient d'évaluer l'intérêt relatif de tout examen complémentaire dans le cas d'animaux en détresse respiratoire, compte tenu du stress imposé à l'animal et du fait que ce stress met directement la vie du patient en danger.

C'est particulièrement important pour les animaux dyspnéiques, et il faudra alors dans un premier temps stabiliser l'animal (en instaurant une oxygénothérapie et en calmant l'animal éventuellement à l'aide d'une sédation douce). Il conviendra également de choisir une position qui incommoder le moins possible le patient (le décubitus latéral est parfois moins bien toléré qu'une position de décubitus sterno-abdominal spontanément adoptée par l'animal dyspnéique).

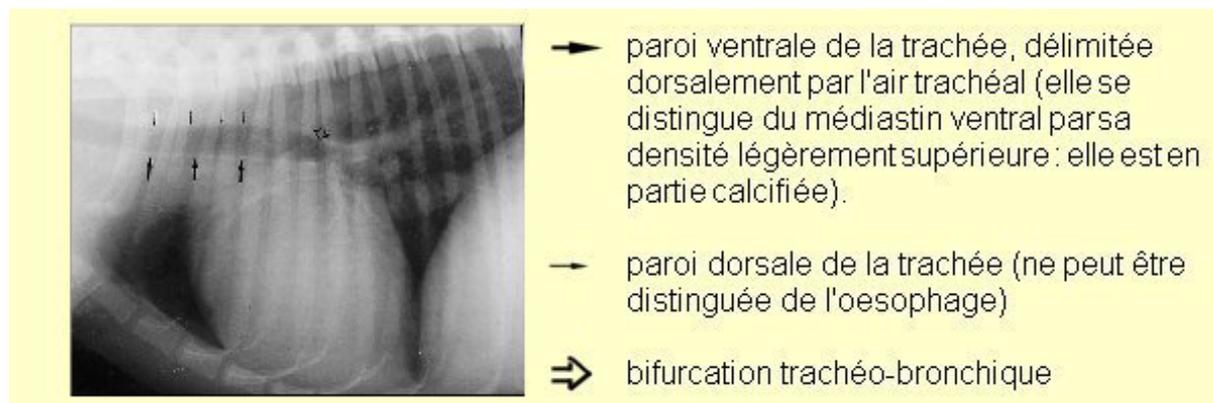
Il est bien sûr toujours préférable de disposer de deux clichés pris selon des incidences différentes, mais certains protocoles d'urgence thérapeutique peuvent se satisfaire en première intention d'un seul cliché radiographique, d'autant plus que la radiographie dorso-ventrale de la trachée offre peu d'intérêt, du moins lors de suspicion de collapsus trachéal.

## 2. Interprétation

### a) Trachée normale

La trachée est l'un des organes les plus faciles à identifier sur des radiographies : de forme cylindrique, elle apparaît comme une structure tubulaire radio-transparente qui s'étend de l'axis à la cinquième ou sixième vertèbre thoracique, où se situe la carène bronchique (72).

Le contour de sa lumière est marqué par les tissus mous qui l'entourent : ensemble des parois de la trachée et des muscles ou de l'œsophage qui sont à leur contact. On ne distingue pas la paroi trachéale de ces tissus car ces structures de même densité forment un signe de la silhouette positif (68).



**Figure 10 : Radiographie de profil d'un thorax normal (G. Maurel, d'après (72)).**

Les affections trachéales se manifestent essentiellement par des modifications de sa taille (rétrécissement de la lumière), de sa position et plus rarement par des modifications de sa densité (corps étranger, tumeur, granulomes...).

Le diamètre de la trachée doit être constant. La difficulté du diagnostic réside dans la détermination de la taille normale d'une trachée en raison des nombreuses

variations morphologiques observées : chez les chiens obèses par exemple, la trachée est relativement moins nette que chez les chiens maigres et peut apparaître rétrécie en raison d'une surcharge graisseuse.

On estime en général que le diamètre trachéal ne doit pas être significativement inférieur au diamètre laryngé dans la région du cartilage cricoïde (33, 68) et / ou qu'il doit être égal à trois fois la largeur du tiers proximal de la troisième côte.

On peut également comparer le diamètre trachéal au diamètre de l'entrée du thorax : on calcule alors le rapport entre le diamètre interne de la trachée à l'entrée de la poitrine et la distance entre le bord ventral de la première vertèbre thoracique et le bord dorsal du manubrium (33) ; un rapport supérieur ou égal à 0,16 montre une lumière trachéale normale.

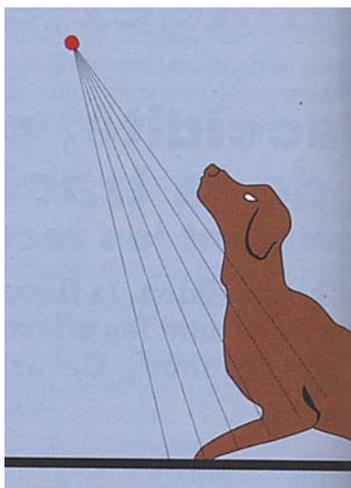
Cependant le diamètre relatif de la trachée varie légèrement d'une race à l'autre : les Bassets Hounds par exemple semblent avoir une trachée plus large que la normale, alors que la trachée des Bulldogs anglais est en moyenne plus petite (sans pour autant rentrer systématiquement dans le cadre de l'hypoplasie trachéale) (9).

C'est pourquoi la technique du rapport entre le diamètre trachéal et l'entrée de la poitrine semble être la plus fiable pour évaluer le diamètre trachéal ; ainsi, ce rapport est en moyenne de :

- 0,204 dans les races non brachycéphales
- 0,16 dans les races brachycéphales excepté le Bulldog anglais
- 0,13 chez le Bulldog anglais.

Ces rapports sont considérés comme normaux dans les races citées et toute valeur inférieure à ces moyennes signe une hypoplasie trachéale (9). Cette technique de mesure du diamètre trachéal est cependant peu utilisée en pratique courante car moins facile d'utilisation (68).

La vue de l'entrée du thorax permet de mieux évaluer le diamètre réel de la trachée, le faisceau de rayons X étant dirigé tangentiellement au cou.



**Figure 11 : Positionnement de l'animal et du tube à rayons X pour la radiographie de la trachée à l'entrée du thorax (d'après (68)).**

Cette vue, plus difficile à réaliser, impose une contention de l'animal proche du faisceau de rayons X par un personnel qui est alors très exposé aux rayonnements diffusés ; il est impératif de respecter les mesures de radioprotection, notamment le port du tablier, du protège-thyroïde et des gants plombés et de vérifier que les mains du manipulateur ne sont pas placées dans le faisceau primaire (même protégées par des gants plombés).

Les examens radioscopiques ou endoscopiques permettent une meilleure visualisation du diamètre trachéal sans présenter autant d'inconvénients pour le personnel ; c'est pourquoi cette vue, théoriquement intéressante, n'est que très rarement utilisée **(68)**.

Dans tous les cas, on notera les éventuelles variations de ce diamètre en gardant à l'esprit que la radiographie ne permet l'évaluation de la taille de la trachée que dans une dimension **(34)**.

Lorsque sa position est normale, la trachée :

- forme un angle aigu avec la colonne vertébrale sur la vue de profil
- se trouve légèrement sur la droite de la ligne médiane, en partie superposée à la colonne vertébrale sur la vue de face.

La bifurcation trachéo-bronchique se situe habituellement dans le cinquième espace intercostal, aux deux tiers de la hauteur du thorax sur la vue de profil.

## **b) Anomalies radiographiques**

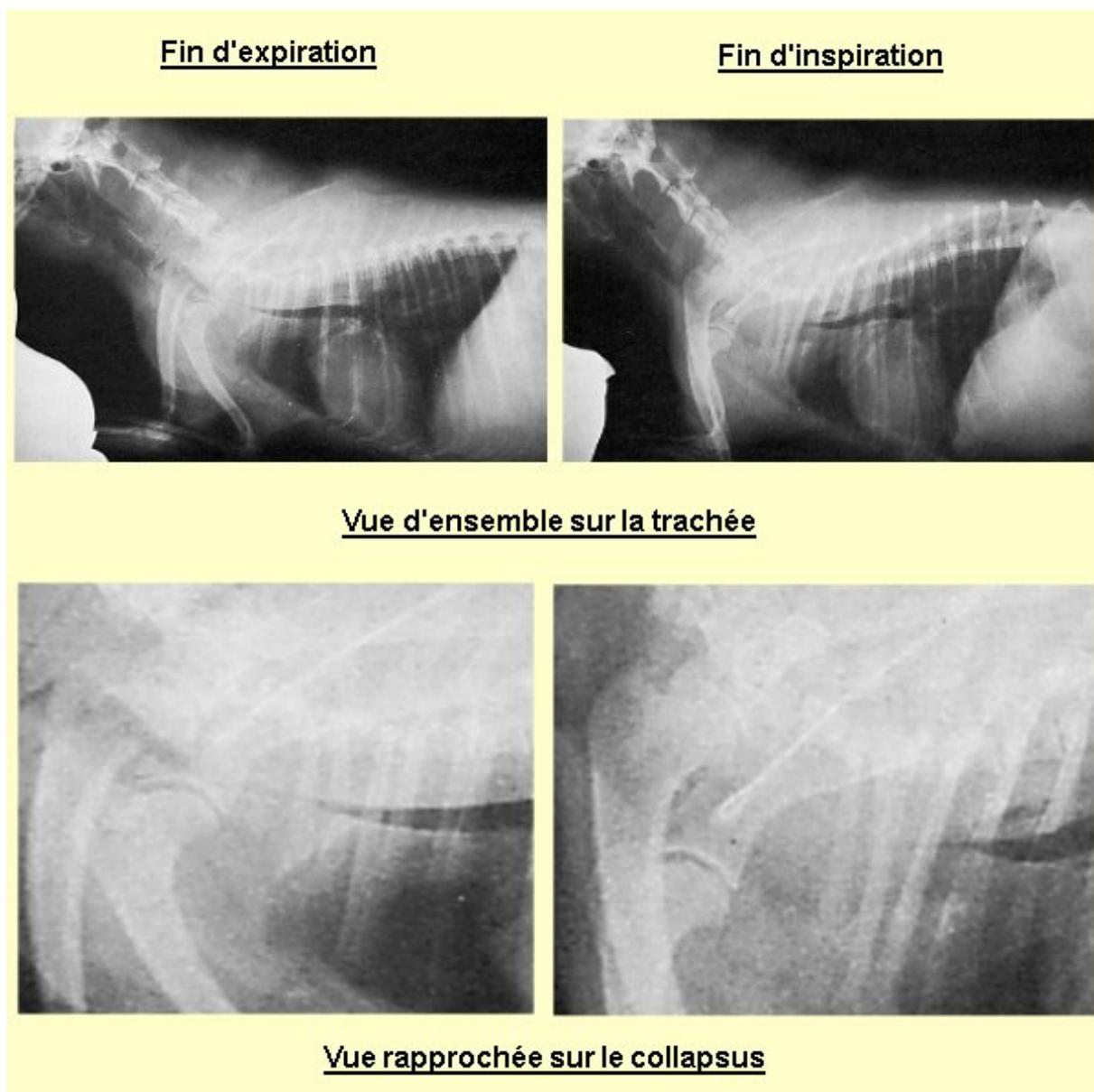
### **1- Modifications de la taille de la trachée**

Tout cliché radiographique thoracique doit être pris en fin d'inspiration (si possible) lorsque l'on veut pouvoir lire un maximum de superficie du champ pulmonaire.

Cependant, lors de recherche de collapsus trachéal (qui constitue la principale modification de la taille de la trachée), il faut réaliser deux clichés de profil de la trachée (puisque la majorité des collapsus se font dans un plan dorso-ventral), centrés sur l'entrée de la poitrine de façon à visualiser la totalité de la trachée, avec les membres antérieurs bien tirés en avant de façon à ce que l'articulation scapulo-humérale ne se superpose pas à l'ombre trachéale :

- un cliché en fin d'inspiration ; pendant l'inspiration, la dépression thoracique dilate les voies respiratoires thoraciques et gonfle la trachée thoracique tandis que la trachée cervicale s'affaisse. On recherchera alors un rapprochement progressif des parois trachéales (pouvant aller jusqu'à l'occlusion complète de la lumière sur plusieurs centimètres), à extrémités en biseau, dans la portion cervicale, ainsi qu'une dilatation du segment thoracique

- un cliché en fin d'expiration ; pendant l'expiration, la pression thoracique positive rétrécit la trachée thoracique alors que l'air se déplace passivement dans la trachée cervicale. En cas de collapsus trachéal thoracique, l'air ne peut pas s'échapper des poumons d'où la nécessité d'une expiration forcée. On recherchera alors un rapprochement progressif des parois trachéales dans sa portion thoracique et une dilatation inconstante du segment cervical.



**Figure 12 : Radiographies de profil de la trachée d'un chien présentant un collapsus cervical et thoracique (G. Maurel, d'après (87)).**

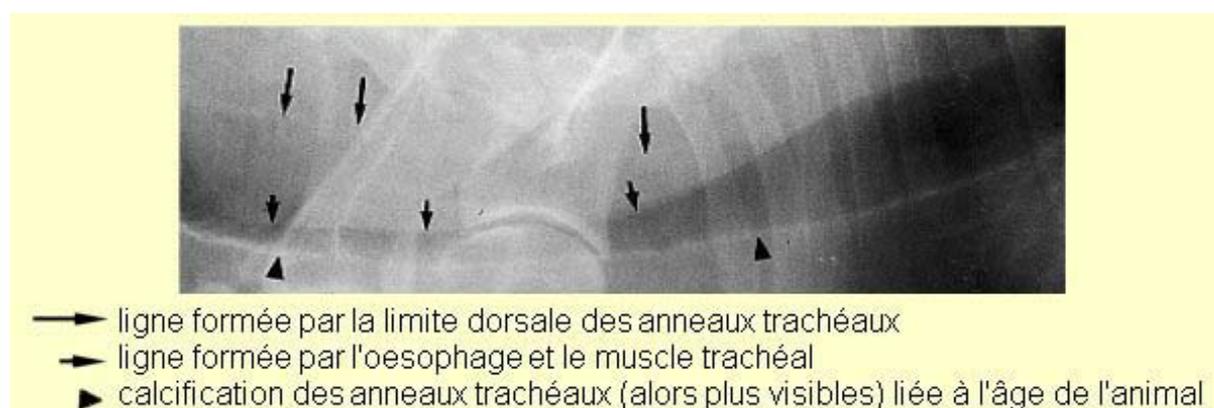
On peut également relever une opacification pulmonaire interstitielle, une bronchiectasie, une bronchopneumonie, une infiltration péri-hilaire ou encore une cardiomégalie qui sont des signes non spécifiques pouvant être associés au collapsus trachéal (24).

Les clichés dorso-ventraux, bien que non essentiels pour le diagnostic de collapsus trachéal, peuvent révéler un élargissement de la trachée ou, dans de rares cas, un collapsus latéro-latéral. Par ailleurs, ils permettent de faire la distinction entre le collapsus trachéal (où le rétrécissement de la lumière est uniquement dorso-ventral, donc visible uniquement sur un cliché latéral) et l'hypoplasie trachéale (où la diminution du diamètre de la trachée s'observe dans les incidences latérales et dorso-ventrales) (12).

Certains auteurs recommandent une position du cou en extension modérée dorsale, tête dans le prolongement de l'encolure (63).

En revanche, une hyperextension de la tête peut provoquer une fausse impression de réduction de la lumière trachéale liée à la projection de l'œsophage et des muscles cervicaux à l'entrée de la poitrine (72).

Il arrive également parfois que l'œsophage repousse la membrane trachéale dont une partie se projette alors à l'intérieur, notamment lors de flaccidité de la membrane trachéale ; dans ce cas, on peut voir la limite dorsale des anneaux trachéaux (qui ne sont pas affaissés) ainsi qu'une zone de densité liquidienne superposée à la trachée et correspondant à l'œsophage et au muscle trachéal (68). Cela ne doit pas être confondu avec un collapsus trachéal (9), qui aura un aspect radiographique similaire mais la limite dorsale des anneaux ne sera pas visible ; de plus, ce dernier sera relié à des signes cliniques.



**Figure 13 : Radiographie de profil de la trachée mettant en évidence une flaccidité de la membrane trachéale et une calcification des anneaux trachéaux (G. Maurel, d'après (68)).**

Ces radiographies permettent dans 59% des cas seulement de localiser le collapsus et d'en préciser l'étendue (26) : le diagnostic radiologique est donc souvent faussement négatif du fait de la grande variabilité du collapsus trachéal en intensité en fonction des mouvements respiratoires. La suspicion plus ou moins forte du clinicien doit le conduire à répéter la prise des clichés, en prêtant plus d'attention à la synchronisation entre la prise du cliché et l'aplatissement trachéal, ou à faire un examen dynamique de la trachée (radioscopie ou trachéoscopie).

## 2- Modifications de la position de la trachée

Les anomalies de position de la trachée sont également importantes (9) : les masses extraluminales à l'origine d'obstruction de la trachée (abcès, tumeurs, lymphadénopathies, dilatation oesophagienne) apparaissent sous forme de masses radiodenses en regard desquelles la trachée est déplacée (latéralement ou ventralement, d'où l'intérêt ici de prendre deux clichés d'incidences différentes) et sa lumière réduite de façon harmonieuse (pas de discontinuité dans l'image des parois).

Un épanchement pleural ou une cardiomégalie peuvent entraîner un déplacement dorsal de la trachée dans sa portion thoracique.

Les masses médiastinales (thymome, lymphome, tumeur de la thyroïde) (44) peuvent déplacer la trachée dans toutes les directions ; ce déplacement de la trachée associé à sa compression fait partie des signes à rechercher chez le chat notamment lors de suspicion de lymphosarcome médiastinal, surtout en présence d'un épanchement pleural qui pourrait masquer la masse (9).

### 3- Modifications de la densité de la trachée et des structures environnantes

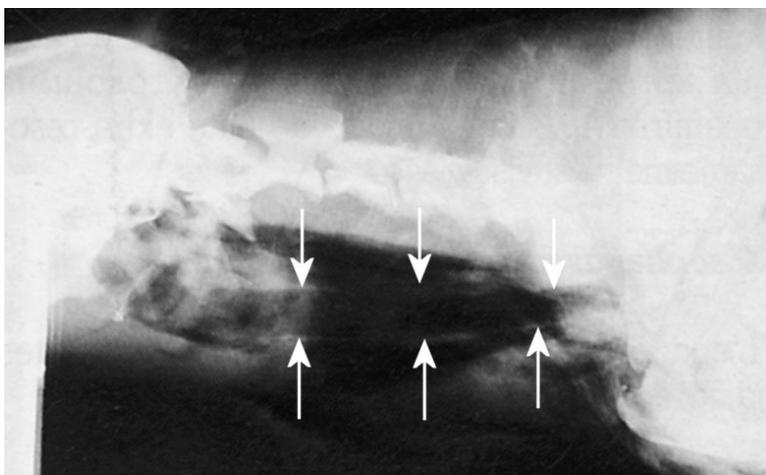
Les anomalies de densité sont plus rares et correspondent à des corps étrangers, des tumeurs intra-luminales, ou des nodules parasitaires.

Les parois de la trachée doivent être observées avec attention : en temps normal, on ne distingue pas la paroi des tissus qui l'entourent (œsophage, muscles).

Cependant elle peut devenir visible si une structure de densité radiographique différente (air ou graisse) s'interpose, ou si les anneaux trachéaux se calcifient.

L'air dans la lumière trachéale permet cependant de distinguer la surface interne de la paroi. Celle-ci peut paraître irrégulière ou contournée lors d'infestation massive par *Oslerus oslerii* : des nodules de 2 à 10 mm de diamètre, radio-opaques, font saillie dans la lumière (seuls les plus gros nodules sont visibles radiologiquement (72)). Cette irrégularité de la lumière trachéale sera associée à une densification péribronchique dans la zone hilare.

La paroi de la trachée peut être interrompue lors de traumatismes entraînant des brèches trachéales (10).



**Figure 14 : Radiographie de profil de la trachée cervicale mettant en évidence un emphysème sous-cutané important et une perte de continuité de la paroi ventrale de la trachée (dont les flèches indiquent le contour) (G. Maurel, d'après (10)).**

Les brèches trachéales peuvent être mises en évidence, outre par une interruption de la paroi trachéale, par une accumulation anormale d'air infiltré entre les tissus mous autour de la trachée (9) ; ceci se traduira essentiellement par une visualisation des anneaux trachéaux normalement non discernables chez un jeune

animal (un animal plus âgé peut présenter une ossification partielle des anneaux trachéaux normale et liée à l'âge).

L'examen cervical montrera une nette diminution de la densité radiologique de la portion ventrale du cou : le cou apparaîtra beaucoup plus sombre qu'habituellement ; sa densité radiologique dominante sera de type aérique malgré sa richesse en tissus mous.

De la même façon, les limites dorsales et ventrales de la trachée peuvent être rendues trop nettement visibles en cas de pneumomédiastin lié à une perforation trachéale thoracique, de même que tous les tissus mous médiastinaux (qui seront beaucoup plus visibles que d'ordinaire), notamment l'œsophage.

Les tumeurs trachéales peuvent également apparaître comme un épaississement dysharmonieux de la paroi trachéale, radio-opaque, et se développant au détriment de la lumière trachéale (45). Cependant il est parfois difficile de distinguer une masse intra-luminale et une masse extra-luminale.



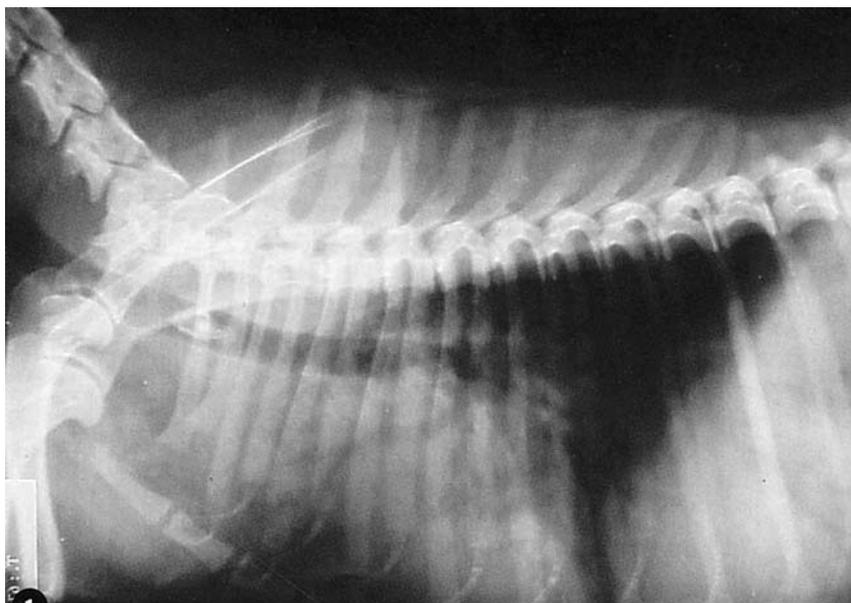
**Figure 15 : Radiographie de profil de la portion cervicale de la trachée d'un chien présentant une dyspnée ; on observe une masse de densité tissulaire s'étendant ventralement dans la lumière trachéale (flèche) (G. Maurel, d'après (18)).**

Les corps étrangers sont généralement soulignés par la présence de l'air qui constitue un moyen de contraste naturel dans la lumière de la trachée ; cependant ils sont peu visibles lorsqu'ils sont peu radio-denses ou lorsqu'ils sont petits et recouverts par une production accrue de mucus (25).

Par contre, si plusieurs clichés sont pris à quelques temps d'intervalle, ils peuvent mettre en évidence une migration de ces corps étrangers qui facilite le diagnostic (61, 51).

Lorsqu'ils sont situés au carrefour trachéo-bronchique, les corps étrangers agissent souvent comme une valve et permettent l'expiration mais limitent souvent l'inspiration. Dans ce cas, un transudat peut également s'accumuler distalement à l'obstruction et limiter le contraste autour du corps étranger. On peut alors rechercher les signes secondaires de leur présence : atélectasie du ou des lobes pulmonaires

distalement à l'obstruction si celle-ci concerne une ou plusieurs bronches, disparition des bronchogrammes.



**Figure 16 : Radiographie de profil du thorax mettant en évidence un corps étranger radio-opaque bien visible dans la trachée thoracique (d'après (51)).**

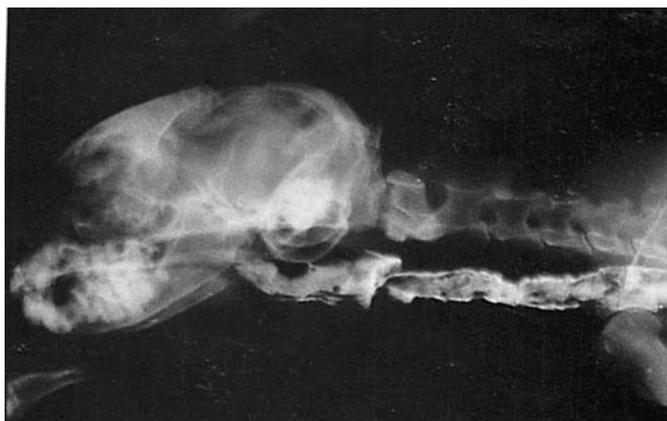
## ***B. Trachéographie***

### **1. Intérêts**

Cette technique permet de mettre en évidence des corps étrangers radiotransparents dans la lumière de la trachée ou encore des anomalies de sa paroi (tumeurs ou rupture trachéale).

Elle permet d'orienter le diagnostic même si l'on ne dispose pas d'un endoscope ou si l'introduction de celui-ci est rendue impossible par un rétrécissement trop important du diamètre trachéal, comme dans le cas de cette chatte de 20 ans présentant un syndrome obstructif des voies respiratoires supérieures ; la trachéographie a mis en évidence des parois anormalement resserrées et non parallèles (53). L'autopsie et l'examen anatomopathologique ont montré un carcinome épidermoïde (ou épithélioma spinocellulaire) bien différencié des aryténoïdes avec envahissement du larynx et de la partie proximale de la trachée à l'origine des symptômes observés.

Cette technique permet en outre de distinguer les masses intra-trachéales et extra-trachéales.



**Figure 17 : Trachéographie (profil droit) montrant des parois anormalement resserrées, irrégulières et non parallèles (d'après (53)).**

## **2. Réalisation**

L'animal est anesthésié avec toutes les précautions habituelles lors de pathologie trachéale (cf. ci après), puis intubé : un cathéter poussé à l'intérieur de la sonde endotrachéale permet d'instiller le produit de contraste dans la lumière de la trachée (on utilise généralement un composé iodé non ionique tel que le métrizamide (25)). Deux minutes suffisent pour que le produit se répande uniformément, puis on réalise deux clichés (face et profil).

**L'interprétation radiographique des affections trachéales est donc délicate. Cependant la radiographie reste une étape intermédiaire utile et indispensable, simple et parfois suffisante avant un examen radioscopique voire endoscopique.**

## ***C. Radioscopie de la trachée***

La radioscopie est d'un grand intérêt diagnostique lors de suspicion de problèmes fonctionnels concernant le palais, l'épiglotte, le larynx ou la trachée (33).

Elle constitue un examen dynamique de l'arbre respiratoire, et notamment de la trachée jusqu'aux bronches principales ; elle limite donc les diagnostics radiographiques faussement négatifs de collapsus trachéal en permettant de voir les variations du diamètre trachéal pendant les mouvements respiratoires.

En effet, si les lésions compressives externes, l'hypoplasie trachéale ou encore les tumeurs sont des obstructions fixes et permanentes de la trachée, le collapsus est à l'origine d'une obstruction dynamique associée à des variations de diamètre des voies aériennes au cours du cycle respiratoire (38). Lors de collapsus trachéal cervical, le diamètre de la trachée sera diminué en phase inspiratoire et élargi en phase expiratoire. Inversement, si le collapsus est thoracique, le diamètre trachéal est augmenté à l'inspiration et diminué à l'expiration.

La radioscopie est ainsi utile pour reconnaître toutes les parties atteintes de la trachée, et donc connaître plus précisément l'étendue et la localisation du collapsus qui sont des facteurs particulièrement importants dans le pronostic et le traitement envisagé **(81, 30)**.

Cet examen présente également l'avantage non négligeable de ne pas nécessiter d'anesthésie générale, contrairement à l'endoscopie.

Cependant, il ne permet pas d'évaluer la fonctionnalité des bronches.

## **D. Echographie**

L'intérêt de l'échographie dans le diagnostic du collapsus trachéal du chien peut être discuté ; en effet, on peut avoir recours à cette technique comme moyen diagnostique lorsque la radiographie ne permet pas de conclure et qu'une anesthésie générale est contre-indiquée pour une endoscopie (et si l'on ne dispose pas d'un appareil à radioscopie).

Sur les échogrammes de cou en coupe transverse, le ligament trachéal n'est pas visible, mais la lumière trachéale apparaît comme une zone hyperéchogène dont la forme plus ou moins aplatie peut être appréciée.

L'échographie thoracique peut aussi, dans certains cas, révéler la présence de granulomes trachéaux **(51)**.

Elle permet également de guider une aspiration transthoracique à l'aiguille fine lors de masse notamment médiastinale **(44)**.

### III. ENDOSCOPIE (TRACHEO-BRONCHOSCOPIE)

#### A. Généralités

L'endoscopie de l'appareil respiratoire, pratiquée pour la première fois chez le chien par Pillers, est de plus en plus utilisée en pratique.

Elle constitue souvent une aide efficace au diagnostic des troubles de l'appareil respiratoire supérieur en permettant l'observation de certaines lésions et la réalisation de nombreux prélèvements histologiques (biopsies ou prélèvements pour examens microbiologiques par exemple).

Cependant, là encore, leur réalisation sur des animaux en détresse respiratoire est délicate, voire contre-indiquée du fait de la nécessité d'une anesthésie générale, hormis dans le cas de corps étrangers intra-trachéaux ou bronchiques où la bronchoscopie présente un double intérêt : à la fois diagnostique et thérapeutique.

#### B. Indications et réalisation

##### 1. Indications

L'endoscopie trachéale consiste en l'examen direct de la muqueuse trachéale à l'aide d'un endoscope généralement souple.

Il devrait être mis en œuvre après chaque examen radiographique évoquant une affection obstructive de la trachée et lorsque des tests moins invasifs n'ont pas aidé au diagnostic (46). La trachéoscopie est indiquée lors de suspicion de collapsus trachéal, de trachéite infectieuse ou parasitaire, de traumatisme de la trachée, de corps étranger et de tumeur (14).

##### 2. Réalisation

L'animal étant sous anesthésie générale, il est placé en décubitus sterno-abdominal, la tête placée sur un support de mousse, la gueule maintenue ouverte par un pas-d'âne à ressort. Cette position facilite la manipulation et la ventilation spontanée du chien (51).

L'endoscope utilisé est lubrifié avec un gel anesthésique local (Tronothane®), et le larynx est insensibilisé par l'instillation d'anesthésique local (xylocaïne à 2 %).

Le flexible est ensuite introduit en direction de la glotte ; dès que l'on a passé le larynx, on peut voir la trachée cervicale (15). La direction de la trachée change à l'entrée de la poitrine après une inflexion verticale vers le haut, et on peut alors inspecter la portion intra-thoracique de la trachée. Puis on examine les bronches de façon ordonnée et systématique.

Lors de la recherche de collapsus, le bronchoscope est introduit jusqu'à la bifurcation trachéo-bronchique puis retiré lentement pour rechercher une flaccidité de la musculature dorsale.

Pour les chiens de suffisamment grande taille, des adaptateurs sont disponibles sur le marché qui permettent l'insertion de l'endoscope dans le tube endotrachéal pendant un entretien anesthésique volatil (46) ; cependant, cette technique ne permet pas l'inspection du larynx et de la partie proximale de la trachée (14). Les animaux de plus petite taille seront sous anesthésie soit fixe, soit gazeuse : ils seront alors intubés, oxygénés, puis extubés ; le bronchoscope peut être introduit directement dans la trachée et le manipulateur dispose d'environ 45-60 secondes pour évaluer les voies aériennes avant de réintuber l'animal pour lui administrer oxygène et agent anesthésique volatil (46).

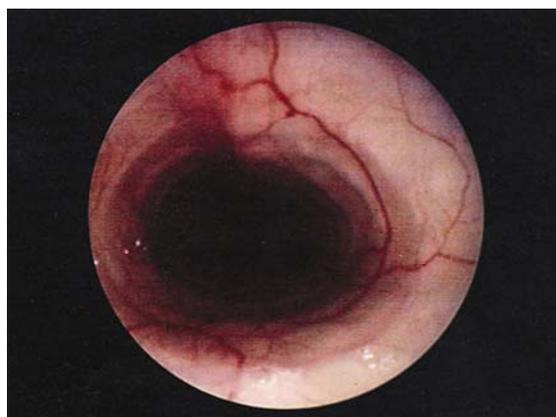
## C. Intérêts de la trachéoscopie

### 1. Diagnostic immédiat

L'examen endoscopique de la trachée permet parfois, par l'observation directe d'anomalies lésionnelles ou fonctionnelles, un diagnostic immédiat (14).

#### a) Aspect endoscopique normal de la trachée

La muqueuse trachéale apparaît normalement blanche ou légèrement rosée. On observe aisément les cartilages trachéaux réunis dorsalement par la membrane trachéale. Sur le bord dorsal, un relief rougeâtre correspond au muscle trachéal.



**Figure 18 : Examen endoscopique d'une trachée normale (d'après (87)). La muqueuse est claire, non inflammée, sa vascularisation est visible, et les anneaux ont une bonne conformation.**

## **b) Aspects endoscopiques pathologiques de la trachée**

### **1- Nodules parasitaires**

Des nodules blanchâtres dans le tiers caudal de la trachée et les grosses bronches permettent de confirmer une trachéite parasitaire (suspicion de filarioïdose ou de crénosomose) **(52)** ; ces nodules sont surélevés, allongés (leur grand axe est aussi celui de la trachée) et légèrement pédonculés. Leur taille est variable, allant des nodules miliaires à des plaques assez importantes résultant de la coalescence de nodules adjacents.

On peut parfois distinguer, au sein de ces nodules, des masses vermiformes enroulées, ou encore observer les larves L1 dans les écouvillons bronchiques **(21)**.

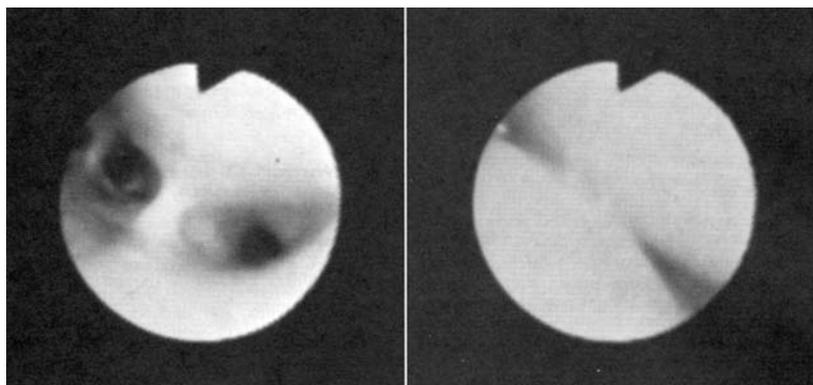
La découverte de ces nodules peut être fortuite lors de l'endoscopie (ou même lors d'autopsie) ; l'animal est alors porteur sain et joue un rôle important dans l'épidémiologie de la maladie **(21)**.

### **2- Collapsus trachéal**

L'examen endoscopique permet également d'éviter les erreurs par défaut lors de suspicion de collapsus trachéal, notamment dans les stades débutants où l'examen radiographique est souvent faussement négatif (les radiographies thoraciques ne permettant de confirmer le collapsus trachéal que dans 59% des cas de suspicion).

On peut également évaluer la laxité de la membrane trachéale et la forme des anneaux trachéaux, donc évaluer de façon précise la sévérité, l'étendue et la localisation des lésions ; on visualise par ailleurs la liberté des voies aériennes en amont et en aval du collapsus et la présence ou non de masse intrinsèque ou d'obstruction extrinsèque.

L'examen endoscopique permet aussi d'évaluer la fonctionnalité du larynx et des bronches souches ; d'après les études, 30 à 40 % des chiens présentant un collapsus trachéal avaient aussi une paralysie ou un collapsus laryngé **(33, 87)**. Les voies respiratoires inférieures semblent également souvent affectées parallèlement à un collapsus trachéal **(29)** : approximativement 50 % des chiens affectés présentent une compression bronchique **(87)**. Ces éléments sont donc importants à prendre en compte dans le pronostic et la décision chirurgicale.



**Figure 19 : Examen endoscopique de la trachée distale d'un chien, en amont de la bifurcation trachéale : à gauche, en cours d'inspiration ; à droite, en cours d'expiration, montrant un collapsus sévère de la trachée et des bronches souches (d'après (29)).**

### 3- Éléments intraluminaux

Le diagnostic sera aussi immédiat lors de l'observation de lésion tumorale ou de corps étranger. Cependant, il arrive que seuls des signes indirects soient observés, tels que la présence de pus ou de saignements (lors d'enclassement d'un corps étranger dans la muqueuse par exemple).



**Figure 20 : Examen endoscopique de la trachée d'un chien présentant une masse pédonculée obstruant partiellement la lumière trachéale (plasmocytome) (cf. aussi figure 14) (d'après (18)).**

### 4- Anomalies de la paroi trachéale

Lors de traumatismes sur la trachée, on peut observer soit une lacération, soit une perforation.

Lors de lacération sans perforation, il est important de réaliser des examens fibroscopiques afin de surveiller l'évolution jusqu'à cicatrisation complète avec absence de formation sténotique.



**Figure 21 : Examen endoscopique révélant une brèche trachéale importante (flèche) entre deux anneaux trachéaux (d'après (10)).**

La fibroscopie permet également de confirmer un diagnostic de sténose trachéale.

**L'intérêt essentiel de l'endoscopie est de permettre une visualisation des changements structuraux mais aussi dynamiques des voies respiratoires.**

## **2. Réalisation de prélèvements dans un but diagnostique**

Dans certaines circonstances, on observera très peu d'anomalies visuelles et les compléments d'information seront obtenus grâce à l'examen histocytologique réalisé sur les prélèvements.

On peut ainsi :

- prélever le contenu des nodules observés (et mettre en évidence des parasites)
- effectuer des biopsies sur les masses et en faire l'analyse histologique pour déterminer la nature de cette masse : abcès, tumeur, type de tumeur...
- ou encore récolter du mucus trachéal. Ce dernier prélèvement doit être effectué par une technique la moins traumatisante possible et permettra d'obtenir une culture et un antibiogramme de façon à mettre en œuvre une antibioprophylaxie adaptée avant, pendant et après l'intervention chirurgicale sur la trachée si elle doit avoir lieu. L'examen cytologique d'un frottis trachéal peut révéler la présence de bactéries, de cellules sanguines de la lignée blanche ou rouge, de larves de parasites, de cellules néoplasiques, ou encore des cellules révélant une inflammation chronique **(33)**.

Enfin, d'autres prélèvements concernent l'appareil respiratoire inférieur et non pas la trachée, tels que la biopsie de muqueuse bronchique, la biopsie pulmonaire transbronchique, ou encore le lavage broncho-alvéolaire (15). Dans ce dernier cas, on récolte le liquide nécessaire aux analyses bactériologiques identifiant les germes responsables de complications par surinfection. Certains auteurs recommandent sa réalisation systématique dès lors que l'on pratique une trachéo-bronchoscopie (38).

### **3. Thérapeutique**

#### **a) Retrait de corps étranger ou de masses de petite taille**

La trachéoscopie permet aussi le retrait de certains corps étrangers (51) ; on emploie généralement une pince à griffes souples, plus rarement des pinces à corps étrangers ou des pinces à biopsie (51).

Si le corps étranger est situé au carrefour trachéo-bronchique, ces pinces peuvent alors être trop courtes pour permettre son extraction ; il faut alors réaliser une trachéotomie inter-annulaire légèrement crânialement au manubrium sternal avant d'introduire l'endoscope. Dans certains cas, le corps étranger est trop profond ou impossible à extraire par endoscopie ; la chirurgie reste alors le seul recours.

Le retrait d'un corps étranger peut être suivi par un lavage broncho-alvéolaire qui permet l'élimination des éventuels fragments (osseux, végétaux...) restants, mais aussi des germes, des fragments nécrotiques et du pus (51). Par la suite le liquide recueilli peut être analysé et la thérapeutique antibiotique adaptée en fonction de cette analyse.

De la même façon, les masses bénignes et pédunculées peuvent être excisées par endoscopie ; mais les tumeurs sessiles ou plus malignes devront faire l'objet d'une approche chirurgicale (91).

#### **b) Suivi visuel de l'évolution**

La trachéoscopie facilite également la surveillance de l'évolution d'une affection (progression de la maladie ou réponse à la thérapeutique mise en œuvre) (33).

Des contrôles endoscopiques postopératoires permettent :

- de vérifier si le diamètre trachéal obtenu chirurgicalement est satisfaisant (suite à une suture de brèche trachéale, la pose d'une prothèse sur un collapsus ou encore le retrait d'un corps étranger)
- et d'examiner la muqueuse (visualisation des éventuelles zones de nécrose, de désunion de sutures, d'accumulation de mucus par dysfonctionnement de l'escalator mucociliaire).

### **D. Limites de la trachéoscopie**

L'examen trachéobronchoscopique présente plusieurs inconvénients :

- il doit être réalisé sous anesthésie générale, ce qui peut poser problème sur un animal présentant une détresse respiratoire importante (dans les cas d'insuffisance respiratoire aiguë par exemple) **(14)**. Pour parer à cet inconvénient, on peut mettre en place une sonde à oxygène nasale **(51)** qui permet de compenser l'anoxie tissulaire et l'impossibilité d'une anesthésie gazeuse. Cependant, la circulation de l'oxygène jusqu'aux poumons sera compromise physiquement par le bronchoscope qui diminue le volume d'air circulant dans la trachée.
- il est parfois difficile de passer le fibroscope sans entamer largement les possibilités de ventilation de l'animal et sans provoquer de lésions inflammatoires supplémentaires. Afin de ne pas compromettre l'oxygénation de l'animal, il est possible de chronométrer l'opération et de faire en sorte de ne pas excéder des temps de travail d'une minute dans la trachée **(51)**.
- il entraîne systématiquement une hypoxie per-opératoire ; il faut donc laisser l'animal sous oxygène pendant son réveil (on peut éventuellement remplacer la sonde nasale par un tube endotrachéal une fois l'endoscopie terminée, et ce jusqu'au réveil de l'animal de façon à obtenir une meilleure oxygénation).
- il peut être contre-indiqué lors d'inflammation trachéo-bronchique aiguë trop importante **(33)**.

**TROISIEME PARTIE :**

**CHIRURGIE DE LA TRACHEE**



La plupart des affections courantes de la trachée font l'objet d'un traitement médical (trachéite, affection parasitaire, collapsus trachéal...). Cependant, une intervention chirurgicale sur la trachée est souvent indiquée lors d'obstructions ou de sections trachéales.

## **I. RAPPELS ANATOMIQUES ET VOIES D'ABORD**

### ***A. Rappels anatomo-histologiques***

#### **1. Structure et environnement de la trachée**

##### ***a) Rapports anatomiques de la trachée***

La trachée est un conduit de section plus ou moins circulaire et de diamètre régulier, qui débute crânialement en arrière du cartilage cricoïde et s'étend caudalement jusqu'à la bifurcation trachéo-bronchique située en regard de la quatrième ou cinquième vertèbre thoracique.

Elle descend dans l'axe de la région cervicale ventrale jusqu'à l'entrée de la poitrine, puis décrit une légère courbe ouverte dorsalement pour pénétrer dans le thorax où elle se place dans le médiastin crânial. Ce parcours lui reconnaît donc deux portions : l'une cervicale (allant du larynx à l'entrée de la poitrine), et l'autre thoracique, plus courte (allant de l'entrée du thorax jusqu'au cœur).

La trachée est accompagnée dorsalement par l'œsophage, puis dans la partie cervicale caudale, par le muscle long du cou alors que l'œsophage est dévié légèrement sur la face gauche de la trachée.

La face ventrale est longée par les muscles sternohyoïdiens et sternothyroïdiens. Les muscles sternocéphaliques quant à eux couvrent les faces latérales de la partie crâniale du cou, puis se superposent ventralement aux autres plans musculaires de la partie caudale.



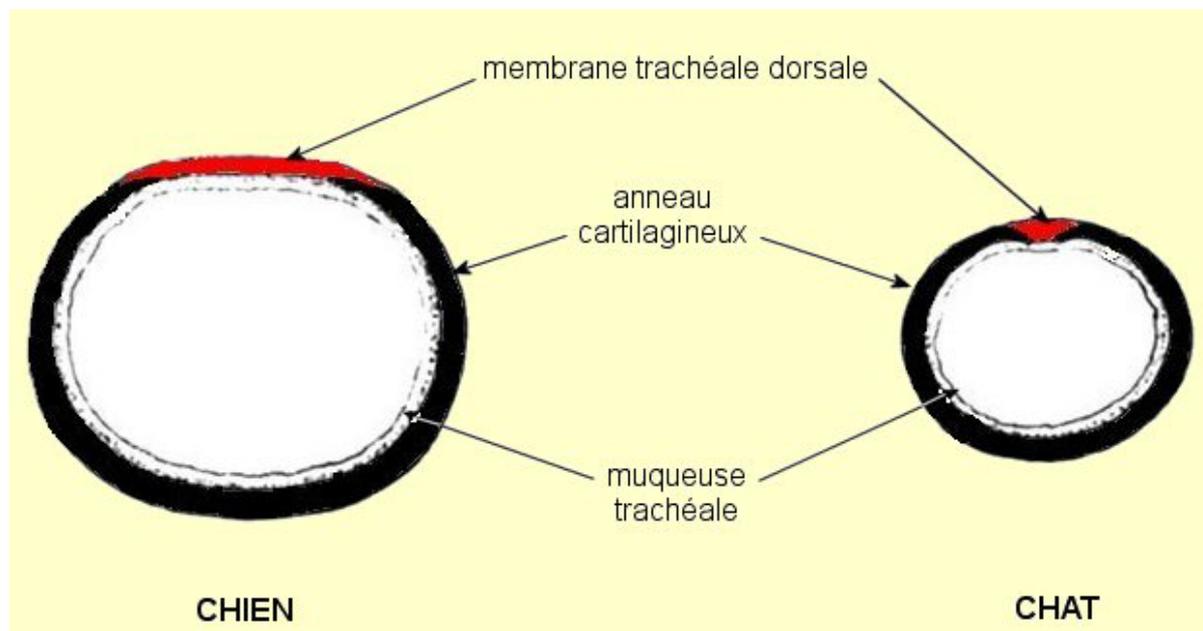
De chaque côté de la trachée cervicale se situe un grand faisceau neuro-vasculaire regroupant le cordon vago-sympathique, l'artère carotide, la veine jugulaire interne et plus ventralement le nerf récurrent.

### **b) Structure anatomique de la trachée**

La trachée est constituée d'une succession d'anneaux cartilagineux : le chat en présente environ 40 alors que chez le chien ce nombre est plus variable (en fonction de la race et de la taille de l'animal essentiellement) et varie de 35 à 45 anneaux. Ces anneaux cartilagineux ont une épaisseur d'environ 4 mm chez le chien (33), et sont responsables de la rigidité de la trachée.

Seul le premier anneau cartilagineux est complet ; les suivants sont incomplets dorsalement et leur section présente une forme de C renversé à ouverture dorsale.

Les extrémités libres de chaque anneau sont réunies par une membrane trachéale (ou ligament trachéal), constituée d'une couche fibro-conjonctive et d'une couche musculaire (muscle trachéal dorsal). Celui-ci s'insère sur la face externe du bord du cartilage et est plissé longitudinalement, ce qui confère un caractère très dilatable à la trachée. Sa contraction rapproche les extrémités des cartilages, diminue le diamètre de la lumière trachéale, diminue l'espace mort, accroît la résistance au mouvement de l'air et la vitesse de conduction de l'air, et rigidifie la trachée (33). A l'inverse, le relâchement du muscle trachéal élargit la lumière et diminue la résistance au passage de l'air.



**Figure 23 : Représentation schématique de la trachée du chien et du chat en coupe transversale (G. Maurel, d'après (2)).**

La trachée est, proportionnellement à la taille de l'animal, de plus petit diamètre dans les races brachycéphales, notamment chez les bulldogs (le rapport entre le diamètre trachéal et le diamètre à l'entrée du thorax est significativement plus petit chez ces chiens (32)).

Un ligament interannulaire relie chaque anneau trachéal au précédent et au suivant ; c'est une bande de tissu fibro-élastique d'environ 1 mm d'épaisseur **(33)** et dont la conformation est responsable de la flexibilité et de l'élasticité de la trachée. Cependant, la mobilité de la trachée diminue avec l'âge car ces ligaments interannulaires perdent de leur élasticité.

### **c) Structure histologique de la trachée**

La paroi (ou mur) trachéale est composée de quatre couches concentriques qui sont, de l'intérieur vers l'extérieur : la muqueuse, la sous-muqueuse, la couche musculo-cartilagineuse, et l'adventice.

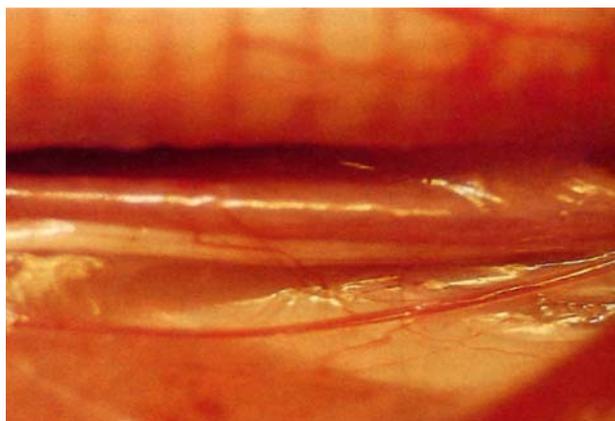
- L'adventice est un feuillet de tissu conjonctif lâche entourant la trachée et la reliant aux tissus voisins. Un réfléchissement de ce feuillet contient latéralement de chaque côté de la trachée des éléments vasculaires et nerveux.

- La couche musculo-cartilagineuse (ou armature) comprend le muscle trachéal, le ligament interannulaire (tissu conjonctif dense riche en fibres élastiques) et les anneaux de cartilage hyalin donnant à la trachée sa rigidité.

- La sous-muqueuse (ou chorion) contient les terminaisons des éléments vasculaires artériels et le départ du drainage veineux. Elle est composée de fibres élastiques, de cellules adipeuses et de glandes tubulaires séro-muqueuses (surtout présentes sur les parois latérales et ventrales) dont les sécrétions sont évacuées dans la lumière trachéale.

- La muqueuse, de type respiratoire, est constituée d'un épithélium prismatique pseudo-stratifié, dont le renouvellement est rapide et comportant :

- ☛ des cellules sécrétrices de mucus, ou cellules caliciformes, en nombre plus important sur les faces ventrales et latérales
- ☛ des cellules ciliées très nombreuses : cinq cellules ciliées pour une cellule sécrétrice ; elles possèdent chacune en moyenne 250 cils et assurent l'évacuation des débris et du mucus vers le pharynx à la vitesse de 12,6 mm/min **(33)**
- ☛ des cellules basales (précurseurs des cellules sécrétrices)
- ☛ des cellules non ciliées, dont la fonction n'est pas encore déterminée.



**Figure 24 : Mise en évidence du feuillet latéral au cours d'un abord cervical de la trachée (d'après (3)).**

#### **d) Propriétés et fonctions de la trachée résultant de ces caractéristiques anatomo-histologiques**

La rigidité de cette structure tubulaire lui permet de supporter les pressions positives et négatives s'exerçant lors du passage de l'air au cours des mouvements respiratoires sans que son diamètre varie de façon importante, donc de remplir son **rôle de conduction des gaz** inspirés et expirés.

Cependant la flexibilité du cartilage, sa forme ouverte, les plissements longitudinaux de la membrane trachéale dorsale et la quantité importante de tissus élastiques dans la sous-muqueuse rendent la trachée **dilatable, flexible et extensible**. Chez un même sujet, les changements d'attitude entraînent d'assez larges variations : la trachée s'allonge lorsque la tête et le cou sont étendus, et se raccourcit pendant leur flexion. Un net accroissement du diamètre trachéal est aussi observé au cours de la phonation ou encore lors d'effort.

L'escalator muco-ciliaire permet la production d'un film protecteur de mucus qui tapisse les parois de l'arbre respiratoire, englobe les particules étrangères, et permet ainsi leur évacuation vers le carrefour laryngo-pharyngien où les produits sont déglutis ou plus rarement expectorés. La trachée joue donc aussi un **rôle dans la défense du tractus respiratoire**, d'autant plus qu'elle constitue une solide barrière anatomique face aux infections bactériennes. L'épithélium trachéal répond à toute irritation par une augmentation de la sécrétion de mucus ; si l'irritation persiste, les cellules desquament et on observe alors une hyperplasie des cellules caliciformes qui augmente l'épaisseur de la muqueuse et donc sa protection **(33)**.

## **2. Vascularisation de la trachée**

La vascularisation de la trachée est assurée par des branches des artères thyroïdiennes crâniale, caudale et broncho-oesophagiennes situées dans le feuillet latéral.

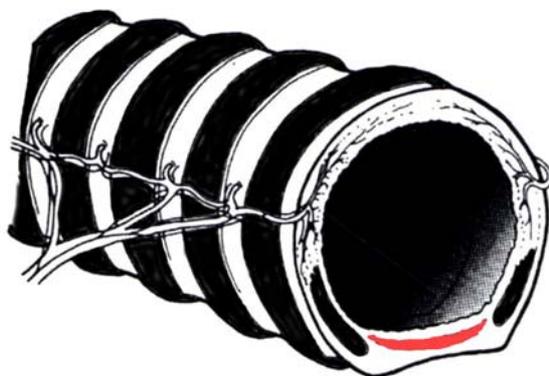
Des artérioles segmentaires transverses issues de ces branches pénètrent la paroi trachéale à hauteur des ligaments annulaires et permettent la vascularisation de l'ensemble de la circonférence. Elles se terminent dans la sous-muqueuse en un lit capillaire.

Les vaisseaux oesophagiens constituent un apport vasculaire secondaire.

Une étude a permis de montrer l'importance de la vascularisation segmentaire (que certains auteurs avaient parfois tendance à négliger) (40) : la perturbation importante du système segmentaire (par isolement de la trachée sur toute sa longueur) entraîne une ischémie au niveau des anneaux trachéaux centraux particulièrement nette après trois jours ; il semblerait que les artères segmentaires soient la seule source de vascularisation de la portion centrale de la trachée, et il est donc nécessaire de protéger le système segmentaire au maximum afin de ne pas provoquer d'ischémie qui peut être source de nécrose ou de retard de cicatrisation.

Cependant, on notera qu'une néovascularisation secondaire se met en place au-delà des trois jours postopératoires (probablement suite à la réaction inflammatoire postopératoire).

La circulation veineuse est parallèle à la circulation artérielle et se jette dans les veines thyroïdiennes, jugulaires internes et broncho-oesophagiennes.



**Figure 25 : Représentation de l'apport sanguin transverse à la trachée lors d'abord ventral (G. Maurel, d'après (84)).**

### **3. Innervation de la trachée**

L'innervation de la trachée est assurée par le système nerveux autonome.

Les branches orthosympathiques sont issues du ganglion cervical moyen et du tronc sympathique. Elles inhibent la contraction du muscle trachéal et la sécrétion du mucus.

Les branches parasymphatiques qui, elles, stimulent la contraction du muscle trachéal et la sécrétion du mucus, sont issues des nerfs vagues et récurrents situés dans le feuillet latéral (repli de l'adventice).

#### ***B. Voies d'abord chirurgical***

On retrouve ici la division de la trachée en portions cervicale et thoracique puisque cette distinction est fondamentale en ce qui concerne l'abord chirurgical de la trachée. On décrit donc un abord cervical et un abord thoracique à la trachée, les

deux pouvant être utilisés conjointement lorsqu'un accès large à l'organe est nécessaire ou encore lors de collapsus trachéal situé à l'entrée du thorax.

## 1. Voie d'abord cervical

On réalise une tonte large et une asepsie chirurgicale de l'animal sur toute la région cervicale ventrale depuis l'angle de la mandibule jusqu'au manubrium sternal ; l'animal est bien sûr placé en décubitus dorsal, et les membres antérieurs sont attachés caudalement. Un coussin à dépression permet de maintenir le cou en extension de façon symétrique par rapport au plan sagittal afin de pouvoir garder de bons repères anatomiques (33).



**Figure 26 : Positionnement de l'animal, tonte et incision pour une voie d'abord cervical à la trachée (ici, trachéostomie permanente) © B. Lussier.**

L'incision cutanée est antéro-postérieure et s'effectue en regard de la portion trachéale concernée par l'affection, sur la ligne médiane, après avoir repéré la trachée par palpation à travers la peau.

Le tissu conjonctif est disséqué et les muscles brachio-céphaliques sont découverts et écartés dans le plan médian pour découvrir les muscles sterno-hyoïdiens et sterno-thyroïdiens adjacents. Les muscles sterno-hyoïdiens sont séparés au niveau de leur raphé aponévrotique médian par dissection mousse, puis réclinés latéralement grâce à des écarteurs autostatiques.

Le feuillet conjonctif entourant la trachée est disséqué, ce qui permet de repérer et de protéger les éléments vasculaires (artère carotide commune, artères et veines thyroïdiennes crânielles et caudales, veine jugulaire interne) et nerveux (nerf laryngé récurrent droit, nerf vague) qu'il contient. Le nerf laryngé récurrent gauche n'est pas inclus dans le pédicule conjonctif. Chacun de ces éléments nerveux doit

être préservé pendant l'opération (ils ne doivent pas être pris, notamment, ni dans les ligatures ni dans les prothèses). Du côté gauche, l'œsophage peut s'interposer entre le feuillet et la trachée, il sera alors récliné latéralement.

Quelques branches vasculaires transversales peuvent être ligaturées pour faciliter l'isolement d'une portion de la trachée, mais la ligature de l'ensemble des artères segmentaires doit être évitée pour ne pas compromettre la vascularisation de la portion centrale de la trachée et risquer ainsi une ischémie, une nécrose ou un retard de cicatrisation.

La suture de la voie d'abord s'effectue à points séparés sur les plans musculaire, conjonctif et cutané de façon classique.



**Figure 27 : Voie d'abord cervical ventral : après une incision cutanée médiane, les muscles sterno-hyoïdiens sont séparés, découvrant ainsi la paroi ventrale de la trachée. Une veine thyroïdienne caudale est ici mise en évidence (d'après (3)).**

## 2. Voies d'abord thoracique

La portion thoracique de la trachée est d'accès beaucoup plus complexe que la portion cervicale. Deux voies d'abord sont décrites dans ce cas : la sternotomie médiane et la thoracotomie latérale.

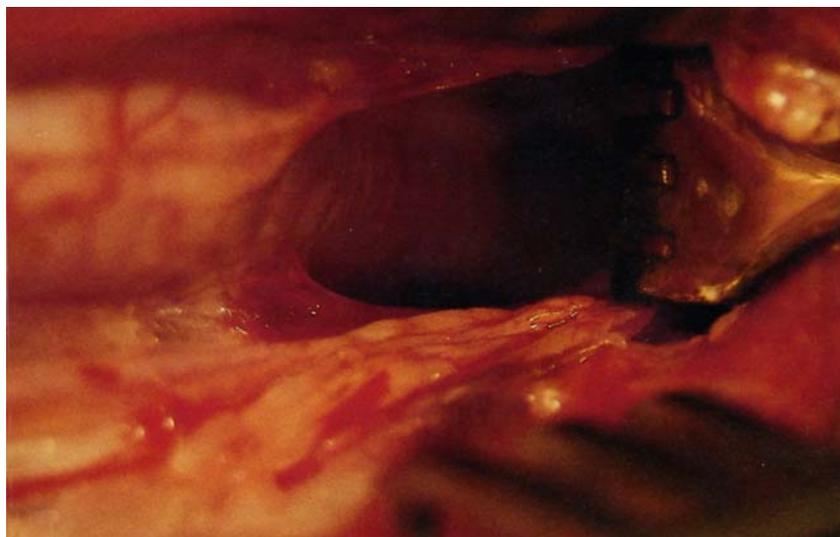
### a) *Sternotomie médiane*

Cette voie est relativement peu utilisée dans les indications de chirurgie de la trachée pour plusieurs raisons : l'accès à la portion thoracique de la trachée est assez restreint, et des éléments vasculaires et nerveux importants s'interposent entre la paroi et la trachée. De plus, les complications postopératoires sont nombreuses et peuvent persister pendant plusieurs jours : ainsi, la douleur engendrée par la chirurgie est très importante et entraîne notamment des difficultés locomotrices sur le train antérieur.

Cependant la sternotomie médiane semble intéressante dans le cas de lésions trachéales s'étendant en région cervicale caudale et en région thoracique crâniale, en arrière de l'entrée du thorax : elle permet alors d'atteindre la portion trachéale concernée sans changer la position de l'animal au cours de l'intervention.

La sternotomie s'effectue en poursuivant caudalement la voie d'accès cervical : les muscles sterno-céphaliques, sterno-thyroïdiens, pectoraux superficiels et profonds sont surélevés du sternum et réclinés latéralement. Une ostéotomie du sternum est réalisée au ciseau ostéotome ou à la scie oscillante sur la ligne médiane, sur une longueur de deux à quatre sternèbres. Les bords sont maintenus écartés à l'aide d'un écarteur autostatique. La trachée est isolée par dissection mousse du feuillet conjonctif sur deux à quatre espaces intercostaux. La plèvre thoracique, transparente et très fine, est ménagée et protégée avec des écarteurs de façon à maintenir le vide pleural. Il est possible de la voir gonfler lors de chaque inspiration. En cas de rupture, l'animal est placé sous respiration assistée.

Une grande attention est portée en région thoracique aux artères sous-clavières et aux veines jugulaires dont l'anastomose de chaque côté avec la veine sous-clavière donne la veine brachio-céphalique se jetant dans la veine cave crâniale visible caudalement. La rétraction caudale de ces organes permet d'accéder à la trachée en région profonde.



**Figure 28 : Sternotomie médiane : voie d'abord de la portion thoracique crâniale de la trachée (d'après (3)).**

La suture du sternum s'effectue selon la taille de l'animal à l'aide de fils irrésorbables (polypropylène, mersilène) ou au fil métallique placé transversalement entre chaque côté ou en « 8 » à la base des côtes.

Les plans musculaire, sous-cutané et cutané sont suturés avec des points séparés. La mise en place d'un drain thoracique et d'une valve unidirectionnelle de Heimlich est conseillée en cas de rupture de la plèvre thoracique afin de rétablir le vide pleural et d'évacuer d'éventuels épanchements, mais pas de façon préventive systématique (dans ce cas, il conviendra de surveiller attentivement les signes d'apparition d'un pneumothorax) (28).

### ***b) Thoracotomie latérale***

C'est la voie d'abord thoracique la plus pratique et la moins traumatisante. Elle offre une excellente exposition de la trachée et permet l'accès du premier espace

intercostal à la bifurcation trachéobronchique sans dissection ni mobilisation importantes des gros vaisseaux situés dans le médiastin crânial (87).

Cet abord est moins traumatique, plus rapide, plus facile à suturer, et évite bien des complications postopératoires par rapport à la sternotomie médiane.

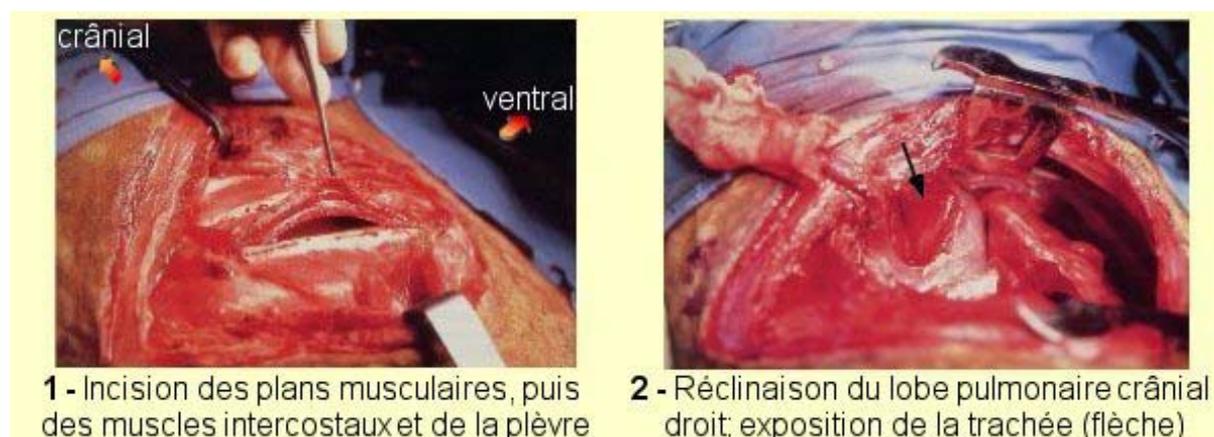
Il peut être pratiqué conjointement à la voie cervicale médiane pour accéder à l'ensemble de la trachée ; cependant, cela nécessite le repositionnement peropératoire de l'animal.

L'ouverture du thorax s'effectue généralement du côté droit au niveau du troisième ou quatrième espace intercostal pour la partie crâniale de la trachée thoracique, et au niveau du cinquième espace intercostal pour sa partie caudale (33). L'animal est donc placé en décubitus latéral gauche, puis tondu et aseptisé depuis le bord crânial de la scapula jusqu'à la treizième côte, de la ligne médiane dorsale à la ligne médiane ventrale.

L'incision cutanée s'étend depuis l'articulation costo-vertébrale jusqu'au sternum. Le muscle grand dorsal est incisé parallèlement à l'incision cutanée, ainsi que les muscles scalène, dentelé du thorax, et intercostaux. La plèvre thoracique est alors incisée et l'animal est placé sous respiration assistée. Des écarteurs de Finochetto sont mis en place entre les deux côtes, ce qui permet d'obtenir un champ opératoire conséquent.

Le lobe crânial droit du poumon est alors récliné crânialement, et découvre ainsi la portion thoracique de la trachée. Celle-ci est en relation dorsale avec le muscle long du cou, médiale avec l'œsophage, ventrolatérale avec la veine cave crâniale et le nerf vague, et latérale avec la veine azygos et la veine costo-vertébrale droite. Cette dernière peut être ligaturée afin d'accroître l'exposition de la trachée. La veine azygos est réclinée caudalement.

Le fascia médiastinal est incisé par dissection mousse en prêtant attention au nerf vague, au nerf phrénique, et au nerf récurrent gauche situé sur sa face médiale. Des bandes de silicone ou des pinces hémostatiques courbes peuvent être introduites médialement pour isoler complètement la portion trachéale concernée des structures vasculo-nerveuses environnantes. Les temps chirurgicaux relatifs à la trachée sont alors effectués.



**Figure 29 : Accès à la trachée par thoracotomie latérale droite chez un chien (G. Maurel, d'après (3)).**

La fermeture de la plaie opératoire s'effectue par suture du médiastin à l'aide d'un surjet simple. Le lobe pulmonaire crânial droit est remis en place et son expansion est réalisée par insufflation de gaz respiratoires jusqu'à une pression de 30 mm d'eau. Des points séparés au monofil irrésorbable résistant sont placés régulièrement le long des côtes situées de part et d'autre de la plaie de thoracotomie, en respectant la vascularisation intercostale.

Avant la mise en place du dernier point, une expansion complète du poumon est réalisée afin de rétablir un vide thoracique partiel. Un drain thoracique et une valve unidirectionnelle complémentaires peuvent être posés avant la fermeture du thorax. Les plans musculaire, sous-cutané et cutané sont suturés de façon classique. Le drainage se fera soit de façon intermittente, soit de façon continue selon la nécessité **(44)**. Le drain pourra être retiré quand l'aspiration des liquides sera inférieure à 8 mL/kg/jour ; en effet, la présence seule du drain entraîne une inflammation à l'origine d'un certain degré d'épanchement pleural.

## II. PRINCIPES GENERAUX DE LA CHIRURGIE TRACHEALE

### A. Considérations sur l'anesthésie

La chirurgie trachéale est souvent une chirurgie d'urgence sur un animal en détresse respiratoire ou cardio-respiratoire. Par conséquent plusieurs précautions sont à prendre lors de l'anesthésie générale de tels patients qui sont souvent en état d'hypoxémie et dont les capacités respiratoires sont diminuées, ce qui augmente significativement le risque anesthésique.

#### 1. Prémédication

La prémédication permet :

- de tranquilliser des animaux qui sont souvent dans un état de stress avancé du fait d'importantes difficultés respiratoires
- de diminuer les doses d'anesthésiques généraux utilisés par la suite
- de mettre en place une analgésie indispensable à un réveil calme
- l'oxygénation préopératoire du patient.

Elle se base sur divers sédatifs non dépresseurs respiratoires :

- mépéridine : 2 à 4 mg/kg, par voie intramusculaire
- butorphanol (Torbugesic<sup>®</sup>) : 0,1 à 0,3 mg/kg, par voie intramusculaire
- diazépam (Valium<sup>®</sup> par voie intraveineuse) ou midazolam (Hypnovel<sup>®</sup> par voie intramusculaire) : 0,05 à 0,2 mg/kg
- l'acépromazine (Vetranquil<sup>®</sup> ou Calmivet<sup>®</sup>) peut aussi être utilisée à de faibles doses : 0,01 à 0,02 mg/kg par voie intramusculaire.

Le glycopyrrolate (Robinul<sup>®</sup>, 0,01 à 0,025 mg/kg par voie intramusculaire ou au quart de dose par voie intraveineuse, d'emblée ou au besoin) permet une protection vagale très intéressante au cours d'interventions sur la trachée. L'atropine peut également être employée, surtout en urgence (son action est plus rapide que celle du glycopyrrolate). Cependant ces agents diminuent la sécrétion de mucus et diminuent donc la protection de l'épithélium (33).

#### 2. Préoxygénation

Il est fortement recommandé d'effectuer une préoxygénation entre la prémédication et l'induction de l'anesthésie, pendant cinq à dix minutes afin de limiter la détresse respiratoire : elle augmente la pression artérielle en oxygène ( $p_{AO_2}$ ), ce qui permet de constituer une réserve sanguine en oxygène en cas d'apnée lors de l'induction ; elle permet aussi de limiter les effets délétères induits par une hypotension et une dépression respiratoire.

Elle est d'autant plus importante si l'animal est en cyanose avant l'anesthésie.

Cette préoxygénation s'effectue au masque si l'animal est docile ou dans une cage métabolique s'il est trop stressé (et si sa taille le permet).



**Figure 30 : Préoxygénation d'un chien à l'aide d'un masque, avant l'induction anesthésique © S. Junot.**

### **3. Induction de l'anesthésie**

C'est une phase critique susceptible d'induire une dépression cardio-respiratoire. Elle doit être rapide et s'effectuer dans le calme.

L'utilisation des curares est intéressante lors de thoracotomie latérale : ces substances inhibent les contractions intempestives lors des sections musculaires nécessaires à la voie d'accès au thorax. On utilise notamment du pancuronium (0,06 mg/kg par voie intraveineuse).

L'induction s'effectue généralement à l'aide d'une faible dose de thiopental sodique (Nesdonal<sup>®</sup>, 2 à 10 mg/kg par voie intraveineuse) ou de propofol.

Un examen soigné du larynx est nécessaire avant l'induction d'une anesthésie profonde : il faudra vérifier sa mobilité, et en particulier l'abduction normale des cartilages aryénoïdes et des cordes vocales en phase inspiratoire, du fait de l'association fréquente des paralysies du larynx aux affections trachéales (notamment au collapsus trachéal).

### **4. Intubation trachéale**

Le diamètre de la sonde doit être le plus proche possible du diamètre trachéal afin d'éviter le gonflement excessif du ballonnet responsable de nécroses par ischémie de la muqueuse lors d'une anesthésie prolongée.

Les sondes avec ballonnet allongé répartissent plus uniformément les forces de pression sur la paroi que les sondes à ballonnet étroit et posent donc moins de problème d'ischémie voire de nécrose et de dommages sur la muqueuse. Ces trois phénomènes ont été impliqués dans l'apparition de trachéomalacie chez l'homme et

pourraient être responsables de l'apparition de collapsus trachéal dans certains cas chez le chien (67).

Le passage de la sonde peut être facilité par la pulvérisation de xylocaïne à 5% sur la muqueuse laryngée à l'aide d'un spray.

La sonde est rapidement placée en arrière de la lésion afin de permettre une ventilation correcte de l'animal.

En cas d'obstruction trachéale importante, une sonde de plus petit diamètre est choisie afin de passer la lésion. Lorsque cette manœuvre n'est pas possible, un long cathéter de type sonde urinaire est placé à l'intérieur de la sonde endotrachéale, qui elle reste crâniale à la lésion. Le cathéter est alors poussé jusqu'en arrière de celle-ci, et il est relié à un deuxième respirateur délivrant 100% d'oxygène. Le ballonnet gonflé de la sonde empêche le reflux des gaz respiratoires. Ce système permet une bonne ventilation de l'animal avant l'exérèse de la lésion. Après avoir abordé la trachée, il peut être remplacé par une sonde endotrachéale placée en arrière de la lésion par une trachéostomie temporaire. Certains auteurs (86) utilisent un système de ventilation à haute fréquence délivrant 100% d'oxygène à pression élevée (de 0,07 à 0,5 kg/cm<sup>2</sup>), à une fréquence respiratoire de 100/min et un temps inspiratoire de 1/5 à 1/3.

Une autre solution consiste à intuber l'animal avec une sonde de diamètre adapté à sa trachée mais placée en amont du site d'obstruction ; dès que la trachée est abordée et sectionnée, une intubation peropératoire est réalisée de façon stérile en aval de la lésion et prend le relais de l'anesthésie jusqu'à la mise en place des sutures après levée de l'obstruction (l'intubation oro-trachéale est alors à nouveau possible) (cf. figure 34).

Cette situation peut se rencontrer également lors de lacération profonde ou d'avulsion de la trachée : l'intubation orale peut ne pas être réalisable et il faut alors intuber la trachée distale à partir de la plaie cutanée si elle existe, voire par un abord chirurgical rapide. La trachée distale est alors maintenue par des forceps ou des sutures de tension ; sa lumière doit être nettoyée et débarrassée de tout débris, sang ou tissus qui l'encombrent. La préhension préalable de la trachée distale est particulièrement importante puisque l'intubation risque de repousser l'about trachéal distal dans le thorax.

Lors de réparation de brèche trachéale, le ballonnet de la sonde (placé en aval de la lésion) sera gonflé avec soin pour éviter toute fuite de l'agent anesthésique par la brèche trachéale.

Cependant, il ne faut pas oublier que la sonde endo-trachéale avec un ballonnet gonflé peut court-circuiter la lésion, et donc masquer les fuites d'air au niveau de cette lésion. Pour visualiser la brèche ou vérifier l'étanchéité des sutures, il faut donc dégonfler le ballonnet de la sonde et immerger la trachée dans du sérum physiologique tout en ventilant l'animal pour pouvoir observer les éventuelles bulles d'air.

## 5. Entretien de l'anesthésie par inhalation

La sonde endotrachéale est utilisée pour maintenir l'anesthésie grâce à des agents volatiles, beaucoup plus souples d'utilisation et moins déprimeurs cardio-respiratoires que les agents injectables.

On préférera l'isoflurane à l'halothane, puisque cet agent présente un faible risque toxique pour l'animal, mais aussi pour l'équipe chirurgicale qui y sera exposée lors de l'ouverture de la trachée si la sonde endotrachéale n'a pu être placée en aval de la lésion (51). Il permet de plus un réveil plus rapide.

L'animal peut être laissé sous respiration spontanée si ses paramètres respiratoires le permettent. Cependant, en cas de rupture du vide pleural, ou lors de l'utilisation de substances curarisantes agissant également au niveau des muscles respiratoires (muscles intercostaux et diaphragme), une assistance respiratoire est indispensable.

Lors d'incision ou de résection de la carène trachéale, l'anesthésie par inhalation est maintenue en intubant séparément les bronches souches droite et gauche avec des tubes stériles (33), qui seront retirés juste avant l'anastomose et relayés par le tube endotrachéal.

## 6. Réveil

Le réveil doit être calme et générer le moins de stress possible. Il est donc déconseillé d'utiliser des antagonistes des agents d'anesthésie (51).

L'animal doit rester intubé et sous oxygène le plus longtemps possible.

Après extubation, il doit être placé dans un environnement calme et enrichi en oxygène.

Une bonne analgésie (notamment à l'aide de morphiniques) rendra le réveil plus calme ; parmi les morphiniques, le butorphanol est également connu pour son action antitussive et sera donc choisi préférentiellement.

## ***B. Principes de la chirurgie trachéale***

### **1. Les principes communs à toute chirurgie : les principes de Halstead**

Halstead a défini huit principes chirurgicaux de base qui doivent être appliqués lors de toute chirurgie, quelle qu'elle soit :

- dissection délicate des tissus
- hémostase méticuleuse
- préservation d'une vascularisation suffisante
- aseptie stricte
- parage des tissus dévitalisés
- oblitération des espaces morts
- fermeture sans tension des plaies

- apposition précise des tissus.

Certains de ces principes de base sont développés plus en détails dans le paragraphe suivant compte tenu de leur importance particulière dans le cadre d'une chirurgie trachéale.

## 2. Les principes propres à la chirurgie trachéale

L'idéal est l'obtention d'une cicatrisation par première intention et le maintien de la circulation mucociliaire tout en mettant en place des sutures étanches.

### a) *Principes d'optimisation de la cicatrisation trachéale*

#### 1- Déroulement de la cicatrisation dans les conditions optimales

Dans les conditions de cicatrisation optimales **(3)** (plaie superficielle ou plaie intéressant toutes les couches de la paroi mais avec une apposition anatomique parfaite de la muqueuse), la brèche commence à se combler seulement deux heures après l'effraction.

Les cellules épithéliales subissent une migration, des mitoses et une différenciation :

- l'épithélium en périphérie s'aplatit, perd ses cils, et des cellules migrent
- la multiplication cellulaire commence après 48h (cellules ciliées et cellules basales)
- en 72h, la surface épithéliale double
- en 96h, les cellules s'organisent, se différencient en cellules ciliées et en cellules sécrétrices.

Ceci résulte inévitablement en une diminution de la lumière trachéale, donc une sténose, plus ou moins importante **(34)**. Un système de classification des anastomoses trachéales a été établi **(27)** ; il est basé sur la comparaison du diamètre trachéal après et avant l'intervention chirurgicale :

- si le diamètre trachéal postopératoire est équivalent à 75 % du diamètre préopératoire : sténose cicatricielle négligeable
- de 50 à 75 % : sténose légère
- de 30 à 50 % : sténose modérée
- $\leq 30$  % : sténose sévère.

Ces valeurs concordent avec les observations cliniques selon lesquelles une diminution de 50 à 75 % du diamètre trachéal est nécessaire avant d'observer des symptômes cliniques.

En pratique, les conditions idéales de cicatrisation sont difficiles à obtenir, et certaines règles doivent être respectées pour limiter la formation de granulomes inflammatoires ou de sténose cicatricielle.

## 2- Obtention de ces conditions optimales

### *( $\alpha$ ) Ménager la vascularisation*

La vascularisation segmentaire, responsable de l'irrigation de la partie centrale de la trachée, doit être ménagée, en particulier lorsqu'un long segment trachéal est isolé, sous peine de voir la portion centrale de ce segment trachéal se nécroser.

### *( $\beta$ ) Limiter les tensions sur les sutures*

Quand une anastomose trachéale est réalisée, les forces de tension s'y exerçant doivent être neutralisées par des sutures de soutien. Le maximum de tension autorisée pour obtenir une cicatrisation par première intention est de 1700 g chez l'adulte. Au-delà, on observe une nécrose ischémique des extrémités et une cicatrisation retardée par deuxième intention avec formation d'un tissu de granulation qui n'est pas colonisé par la muqueuse trachéale ciliée (ce qui entraîne par la suite des problèmes de fonctionnement de l'escalator mucociliaire).

De la même façon, les tractions ne doivent pas être excessives lors de la mise en place des sutures sur la membrane trachéale sous peine de provoquer une rupture des tissus dorsaux peu résistants **(12)** ; on peut également utiliser une aiguille ronde pour suturer la membrane trachéale afin de limiter les risques de déchirure.

### *( $\chi$ ) Apposition anatomique précise*

Plusieurs techniques d'anastomose ont été décrites, mais elles seront étudiées ultérieurement. Il est important, quelle que soit la technique, d'obtenir une juxtaposition précise des deux bords de la muqueuse.

Dans des conditions opératoires normales, il semble qu'une apposition précise soit suivie d'une cicatrisation de la plaie trachéale en une à trois semaines avec la présence d'un épithélium non cilié. En six mois, l'ensemble des cellules se différencie en un épithélium cilié.

Lorsqu'il existe un défaut d'apposition, un tissu de granulation se forme.

Plusieurs études expérimentales ont évalué la possibilité d'utiliser des colles biologiques à base de fibrine ou de collagène humains **(4)** ou porcins **(39, 74)** afin d'améliorer la qualité de la suture (adhésivité et capacité à combler l'anastomose). Ces colles, généralement très bien tolérées, sont éliminées en sept à dix jours. Elles permettent d'accroître l'étanchéité de la suture en limitant le nombre de points nécessaires. Il en résulte donc une diminution de l'incidence des granulomes inflammatoires dus aux fils de suture. Elles permettent également un contrôle des hémorragies **(4)**.

### *( $\delta$ ) Limiter la réaction inflammatoire*

#### **(i) Manipulation de la trachée**

Elle doit s'effectuer avec le plus de précautions possible.

Toute agression sur les tissus entraîne l'apparition d'une réaction inflammatoire retardant la cicatrisation et pouvant entraîner l'apparition d'une toux après la chirurgie.

## (ii) Matériel de suture

Le choix du matériel de suture est également important dans la prévention de la réaction inflammatoire postopératoire.

Plusieurs études ont montré que certains fils (catgut, soie, polyesters enduits, multifilaments non résorbables) sont responsables de la formation de granulomes et ne sont donc pas recommandés pour ce type de sutures.

Certains auteurs préconisent les monofilaments synthétiques irrésorbables (polypropylène) ou les monofilaments à résorption lente : ils sont résistants, peu réactifs et non capillaires (62). D'autres préfèrent les monofilaments résorbables et notamment la polydioxanone qui semble supérieure à l'acide polyglycolique et à la polyglactine 910 en ce qui concerne les anastomoses trachéales (elle est plus flexible et crée moins d'inflammation) (27).

Les sutures non résorbables favorisent l'apparition de granulomes inflammatoires via une ulcération de la muqueuse et une gêne à l'évacuation du mucus (33).

## (iii) Réalisation des sutures trachéales

Les sutures trachéales sont nouées à l'extérieur de la lumière trachéale afin d'éviter la formation de granulomes intra-luminaux sur les nœuds.

Les sutures ne doivent pas pénétrer les cartilages adjacents à la plaie chez des animaux jeunes ou âgés, mais s'appuyer autour d'eux dans les ligaments annulaires. En effet, chez les sujets jeunes, les cartilages sont friables, et chez les sujets âgés, ils sont souvent minéralisés ; dans les deux cas, ils sont prompts à se fracturer au passage de l'aiguille.

## (iv) Gestion médicale et hygiénique périopératoire

Lors d'intervention sur la trachée, on administre généralement à l'animal un anti-inflammatoire (on utilise souvent la dexaméthasone de 0,2 à 0,25 mg/kg par voie intra-veineuse, en préopératoire immédiat et 6 heures après l'intervention chirurgicale) (83, 87), qui permettra de limiter l'œdème postopératoire.

Certains proposent également l'utilisation de furosémide (83).

Si une toux est présente en postopératoire, il faut administrer un antitussif à l'animal afin de limiter les dommages qu'elle peut causer aux sutures, donc à la cicatrisation.

Il faut également réduire au maximum l'activité de l'animal jusqu'à la cicatrisation complète.

Cependant les complications correspondant à une réaction inflammatoire trop importante liée à la mise en place de sutures, à l'intubation trachéale ou à la manipulation excessive de la trachée rétrocedent assez rapidement.

## (ε) Limiter l'infection

La trachée est un organe ouvert présentant un sepsis intrinsèque.

### **(i) Antibiothérapie et antibioprophylaxie**

Pour éviter la contamination bactérienne des tissus environnants, il est indispensable de réduire ou de supprimer la population bactérienne présente.

Lorsque cela est réalisable, un prélèvement de mucus trachéal préopératoire permet d'obtenir une culture et un antibiogramme ; une antibiothérapie appropriée peut alors être mise en place dans les cas où l'intervention chirurgicale est planifiée.

Sinon, une antibioprophylaxie à large spectre (céfalexine à 15 mg/kg deux fois par jour) est commencée au moment de l'induction de l'anesthésie et poursuivie pendant 48 à 72 heures après l'intervention.

### **(ii) Sutures non perforantes**

Certains auteurs ont suggéré la mise en place de sutures non perforantes de façon à limiter les risques d'infection par migration des bactéries intratrachéales le long des fils de suture **(28)**.

Cependant, les sutures en polypropylène favorisent le recouvrement par la muqueuse et autorisent donc des sutures perforantes.

### **(ϕ) Limiter la sténose cicatricielle**

La nature du mode de cicatrisation trachéal induit inévitablement l'apparition d'un certain degré de sténose cicatricielle **(27, 34)** qui dépend de certains facteurs physiologiques et mécaniques tels que la réaction tissulaire au matériel de suture, l'apposition des segments trachéaux, la tension sur le site d'anastomose **(27, 12)**. Donc toutes les précautions citées précédemment tendent aussi à limiter la sténose cicatricielle.

De plus, le type de sutures choisi joue également un rôle non négligeable dans l'apparition d'une sténose cicatricielle ; ainsi, les sutures discontinues (points séparés) seront préférées aux sutures continues (surjet).

En effet, les surjets sont plus rapides à réaliser ; on pourrait aussi penser qu'ils autorisent une meilleure distribution des tensions sur la paroi trachéale, permettant de diminuer le risque d'ischémie tissulaire, qu'ils rendent le site d'anastomose plus souple en agissant comme un ressort s'étirant ou se rétrécissant selon les pressions intraluminales exercées sur la paroi, ou qu'ils offrent une meilleure étanchéité aux sutures **(27)**.

Cependant, ils augmentent considérablement le risque de sténose cicatricielle (notamment du fait d'une apposition anatomique moins précise), et le gain de temps lors de leur mise en place ne justifie pas de prendre ce risque **(27)**.

### **(γ) Préserver la circulation mucociliaire**

#### **(i) Conséquences d'une perturbation de l'escalator mucociliaire**

La circulation mucociliaire permet l'élimination des débris et du mucus. Cette élimination peut être favorisée par le réflexe de toux.

Lorsque ces deux mécanismes sont perturbés, on observe une mucostase, qui prédispose aux infections trachéobronchiques, retarde la cicatrisation et peut entraîner une obstruction des voies respiratoires. Cette accumulation de mucus est

sans doute la complication la plus grave des interventions chirurgicales sur la trachée.

## **(ii) Causes de perturbation de l'escalator mucociliaire**

Localement, la clairance du mucus est diminuée par des lésions inflammatoires liées à la sonde endotrachéale ou encore à une réaction cicatricielle exubérante avec granulome ou fibrose.

Certaines lésions neurologiques au niveau des branches des nerfs vagues ou des nerfs récurrents perturbent également la clairance mucociliaire et peuvent inhiber le réflexe de toux en postopératoire, ce qui entraîne un retard de cicatrisation.

## **b) Autres grands principes lors d'intervention chirurgicale sur la trachée**

### **1- Manipuler la sonde endotrachéale**

Lors d'intervention chirurgicale sur la trachée, l'intubation sera systématique (contrairement aux interventions endoscopiques).

Or la sonde se situe dans l'organe concerné par la chirurgie, et pourrait gêner lors de certaines manipulations.

C'est pourquoi il est important de bien repérer la sonde et notamment son ballonnet lors de la mise en place de sutures sur la trachée. Une simple palpation de la trachée avec le ballonnet gonflé permet de le situer par rapport à la plaie trachéale et éventuellement de déplacer la sonde (en dégonflant le ballonnet) s'il gêne les sutures.

De la même façon, à la fin de la chirurgie, un assistant devra effectuer une rotation de la sonde sur son grand axe afin de vérifier son indépendance avec la trachée ; en effet, l'aiguille pourrait piquer la sonde lors de son passage dans la lumière trachéale sans que le chirurgien s'en aperçoive.

### **2- Vérifier l'étanchéité des sutures avant de refermer le site opératoire**

Cette précaution est régulièrement prise lors d'intervention sur une brèche trachéale, mais devrait également être réalisée lors de toute autre intervention sur la trachée.

On peut utiliser pour cela du sérum physiologique stérile que l'on verse sur la trachée pendant l'opération, et on vérifie, après avoir dégonflé le ballonnet de façon à permettre la circulation des gaz autour de la sonde endotrachéale, qu'aucune bulle d'air ne s'échappe de la trachée.

L'apparition d'emphysème sous-cutané ou de pneumothorax en postopératoire peut être liée au passage de l'air à travers certaines sutures. Cependant ces complications sont rares ; la pose systématique d'un drain thoracique n'est donc pas recommandée et une surveillance postopératoire est suffisante dans la majorité des cas.

### III. TRACHEOTOMIE ET TRACHEOSTOMIE

#### A. Définitions

##### 1. Trachéotomie et trachéostomie

La trachéotomie correspond littéralement à l'ouverture de la trachée.

La trachéostomie correspond à l'ouverture de la trachée (trachéotomie) suivie de l'abouchement de sa lumière à l'extérieur (avec éventuellement mise en place d'un système de ventilation).

Elle est réalisée lors de situations d'urgence pour faciliter le passage de l'air ou l'évacuation des sécrétions en créant une ouverture dans la trachée cervicale.

Les indications sont essentiellement une détresse respiratoire aiguë liée à une obstruction des voies respiratoires hautes (tumeurs, traumatismes, paralysie ou collapsus laryngé, infections avec augmentation importante des sécrétions) et une diminution de l'espace mort lors de bronchopneumonie (33). Par contre elle ne permet pas de gérer un collapsus étendu sur toute la longueur de la trachée (67).

##### 2. Trachéostomie temporaire et trachéostomie permanente

On parle de trachéostomie temporaire lorsque la ventilation est assurée par l'intermédiaire d'un tube inséré dans l'incision trachéale et destiné à être retiré dans un délai plus ou moins court (de quelques heures à deux ou trois semaines).

La trachéostomie est dite permanente lorsqu'une partie de la paroi ventrale de la trachée est éliminée et la muqueuse suturée à la peau pour créer une ouverture permanente.

#### B. Trachéostomie temporaire

##### 1. Indications et avantages

L'indication générale de la trachéostomie temporaire est l'obstruction des voies aériennes supérieures, que l'on retrouve lors de paralysie laryngée, de syndrome brachycéphale, ou encore lors de traumatisme laryngé ou trachéal associé à des lésions inflammatoires importantes. Plus rarement, elle fait suite à des tumeurs du larynx ou une pneumonie.

Aujourd'hui, elle est moins considérée comme une procédure d'urgence. En effet, lorsqu'un patient présente une obstruction respiratoire, il faut en premier lieu essayer de l'intuber grâce à une sonde endotrachéale ; si cela n'est pas possible, on met alors en place un cathéter transtrachéal en arrière du larynx sur lequel on adapte le système de ventilation. On peut alors réaliser une trachéostomie temporaire de

façon stérile et sans limitation du temps chirurgical ; les conditions d'intervention sont alors moins favorables à l'apparition d'une sténose cicatricielle importante.

Le principal avantage de la trachéostomie temporaire, et donc son indication majeure, est de permettre une ventilation à pression positive chez des animaux conscients (64) : c'est la seule technique autorisant une ventilation assistée sans nécessiter d'anesthésie.

## 2. Réalisation

Cette procédure peut être réalisée sous anesthésie locale seulement sur un patient calme ou inconscient (64).

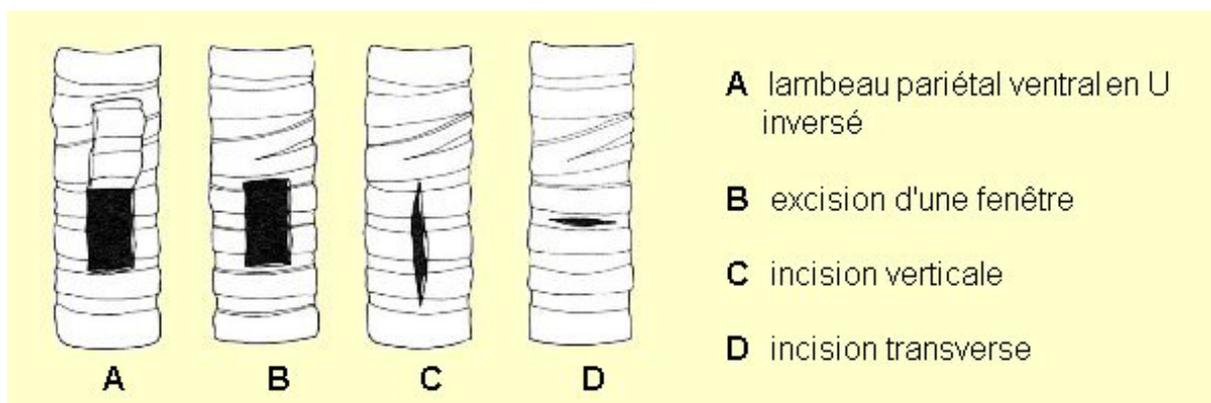
### a) Choix du site de trachéostomie

Elle est pratiquée sur la face ventrale de la trachée caudalement à l'obstruction, généralement entre les deuxième et cinquième cartilages trachéaux.

Il est préférable de réaliser la trachéostomie le plus proche possible du larynx (en laissant toutefois au minimum deux anneaux cartilagineux entre le larynx et le site de trachéostomie). En effet, les risques d'obstruction par des plis de peau ou de migration de bactéries dans le médiastin sont d'autant plus grands que la trachéostomie est réalisée plus près de l'entrée de la poitrine (11).

### b) Choix du type d'incision

Plusieurs types d'incision ont été décrits : incision transversale interannulaire, incision longitudinale (ou verticale) intéressant trois anneaux cartilagineux, volet (ou lambeau) trachéal en U, création d'une fenêtre dans la paroi trachéale, ou encore incision en I ou en H.



**Figure 31 : Différentes incisions possibles lors de trachéostomie (G. Maurel, d'après (33)).**

Le choix de l'incision est encore aujourd'hui très controversé mais la forme de l'incision semble cependant peu influencer sur la réaction cicatricielle ; elle permet seulement la mise en place plus ou moins facile du tube de trachéostomie (11) et correspond plutôt à une habitude du chirurgien ou de l'urgentiste qui la réalise (35). Certains auteurs considèrent cependant que les incisions impliquant un ou plusieurs

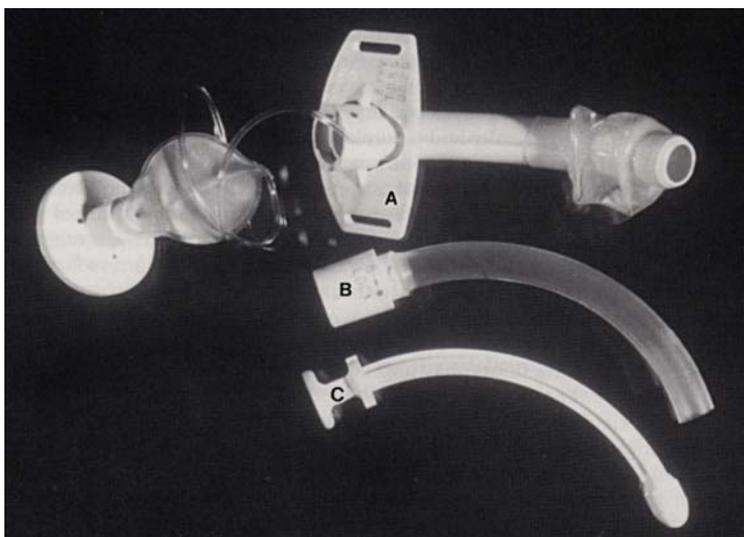
anneaux trachéaux augmentent le risque de sténose avec affaissement des anneaux (64).

### **c) Choix de la sonde de trachéostomie**

#### **1- Type de sonde**

Plusieurs sortes de sondes sont utilisées (tubes métalliques, en plastique ou en caoutchouc) et le choix de la sonde et sa mise en place présentent une grande importance dans la bonne tolérance de la trachéostomie.

Les sondes endotrachéales standard peuvent être utilisées en urgence, mais les tubes à trachéostomie présentent de nombreux avantages dont la facilité d'insertion, de retrait et de nettoyage (11).



**Figure 32 : Exemple de tube à trachéostomie temporaire (A) muni d'un ballonnet gonflable et comportant une cannule (B, amovible et pouvant être retirée pour faciliter le nettoyage) et un obturateur (C, utilisé uniquement lors de la mise en place du tube) (d'après (17)).**

#### **2- Taille de la sonde**

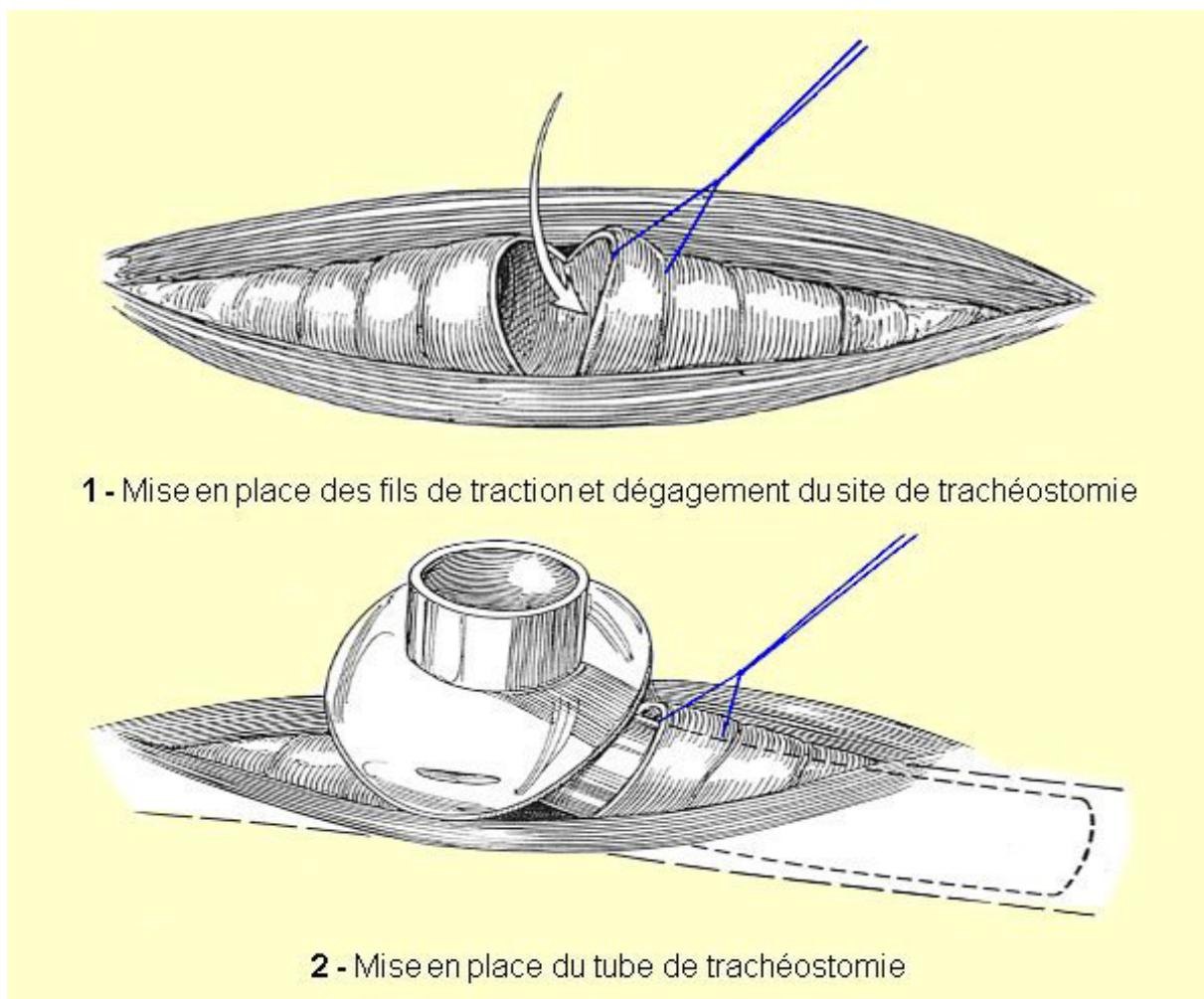
La taille du tube doit être en relation directe avec celle de la trachée.

La ventilation doit pouvoir se faire dans le tube mais également autour du tube de façon à évaluer les capacités de ventilation de l'animal lors de la décision de retrait du tube (donc le tube doit être de taille suffisamment petite, du moins plus petite qu'une sonde endotrachéale utilisée pour une anesthésie par exemple) (35).

### **d) Mise en place de la sonde de trachéostomie**

La mise en place s'effectue après aspiration du sang et du mucus dans la lumière trachéale, par l'incision trachéale, en s'aidant de fils de traction ou de pinces hémostatiques pour récliner les bords de la trachéotomie.

La portion intratrachéale du tube doit être parallèle à la paroi afin d'éviter l'apparition de zones de frottements et de pression (et le ballonnet doit être modérément gonflé).



**Figure 33 : Mise en place du tube de trachéostomie (G. Maurel, d'après (64)).**

Des chefs longs peuvent être laissés sur les bords de l'incision trachéale de façon à faciliter la remise en place du tube après nettoyage ou arrachement par l'animal.

### **e) Sutures**

Le tissu conjonctif et la peau seront suturés de façon lâche autour du tube ; l'extrémité libre du tube sera suturée à la peau ou solidarisée au cou de l'animal grâce à un système de bandage

Le tube de trachéostomie est sécurisé grâce à la mise en place de bandages autour du cou.

Chez les animaux présentant des plis de peau importants, comme les bouledogues anglais par exemple, le tube est plus difficile à sécuriser ; pour limiter ce problème, on peut fixer la peau excédentaire sur la partie dorsale du cou en mettant en place de larges sutures transcutanées (64).

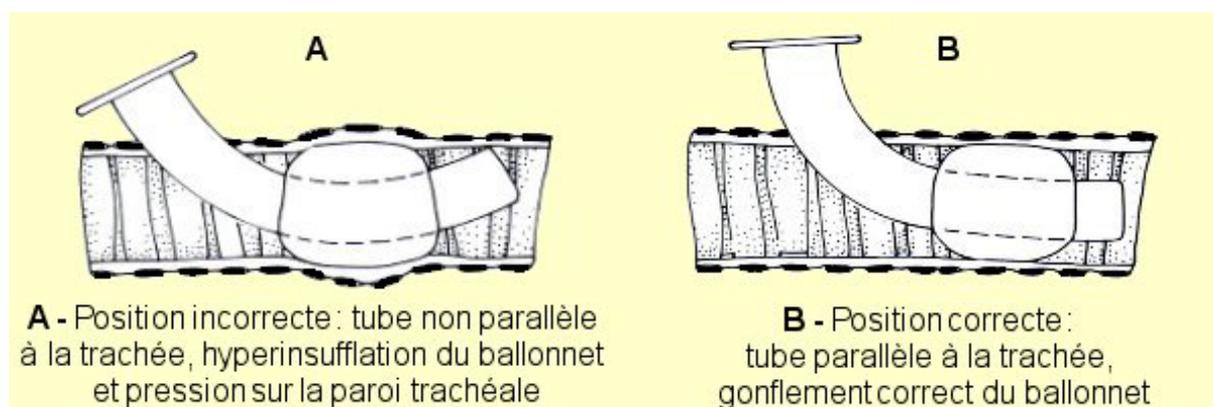


**Figure 34 : Tube de trachéostomie en place sur une chienne Caniche présentée à la consultation pour difficultés respiratoires © G. Maurel.**

### **f) Gonflement du ballonnet**

Un ballonnet gonflable est quelquefois présent : il est indispensable lors de l'instauration d'une ventilation à pression positive (64) ; cependant, il peut provoquer une nécrose au contact de la paroi en cas d'hyperpression (de la même façon que lors d'intubation pour une anesthésie longue durée). On utilise donc préférentiellement des tubes avec un ballonnet gonflé à faible pression mais avec un plus grand volume.

Si l'on dispose d'un tube muni d'un ballonnet mais que l'on ne souhaite pas placer l'animal sous ventilation à pression positive, il vaut mieux ne pas gonfler ce ballonnet car cela augmente le risque d'obstruction du tube par un bouchon de mucus, du fait de la diminution de la lumière disponible pour l'évacuation (64).

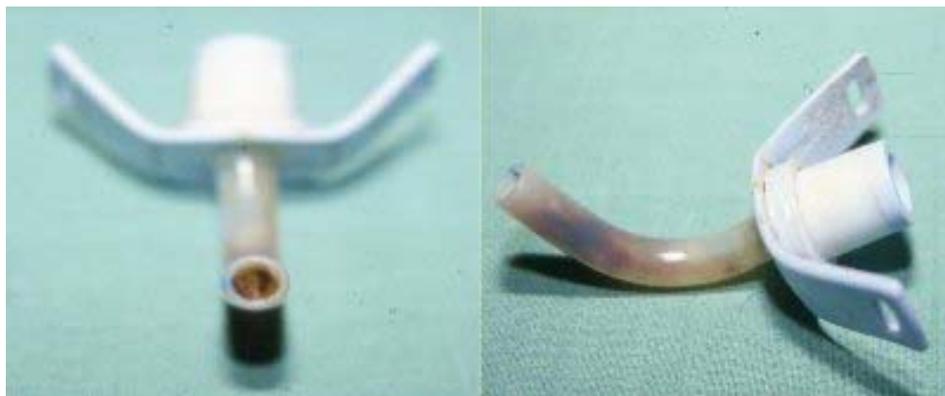


**Figure 35 : Position du tube de trachéostomie temporaire (G. Maurel, d'après (84)).**

### 3. Soins postopératoires

La trachéostomie temporaire est une procédure incluant de nombreux soins postopératoires et ne doit pas être réalisée sans la possibilité de soins intensifs et continus par la suite.

En effet, la présence du tube dans la trachée est irritante et stimule la production de mucus, tout comme le contact de la muqueuse trachéale avec de l'air froid et sec ; or un patient avec un tube de trachéostomie peut mourir par asphyxie si le tube est obstrué par des sécrétions ou des poils ou s'il est délogé (33).



**Figure 36 : Sonde de trachéostomie obstruée © C. Carozzo.**

#### a) *Entretien de la sonde de trachéostomie*

Chez les patients dont la trachée est très enflammée, le tube peut nécessiter un nettoyage toutes les 15 minutes (du moins au début de la réponse inflammatoire) ; au minimum, le nettoyage doit être fait toutes les 4 à 6 heures et il doit être minutieux et le plus stérile possible : on utilisera une solution antiseptique telle que de la chlorhexidine.

Certains tubes présentent une canule interne facilitant le nettoyage (on retire cette canule interne pour la nettoyer), mais la partie externe du tube doit également être nettoyée : une aspiration est parfois nécessaire en cas de présence de mucus ou de débris dans le tube ou dans la portion visible de la trachée. Elle sera plus aisée si du sérum physiologique (associé ou non à un anesthésique local tel que la xylocaïne à 2%) est instillé dans le tube quelques minutes avant l'aspiration. Les tubes dépourvus de canule interne doivent être aspirés aussi souvent que nécessaire et nécessitent leur retrait pour un nettoyage plus poussé.

Des nausées ou des vomissements peuvent être observés au cours des aspirations du fait de la stimulation vagale concomitante.

Par contre, l'utilisation de mucolytique (de type acétylcystéine) est irritante pour la muqueuse et doit donc être évitée.

Le « clapping » constitue une autre technique d'entretien de la sonde de trachéostomie ; elle consiste à soulever l'arrière-train de l'animal et à lui taper en même temps sur les flancs de façon à favoriser l'évacuation des sécrétions et du sérum physiologique instillé.



**Figure 37 : Technique du « clapping » pour l'entretien de la sonde de trachéostomie © C. Carozzo.**

### ***b) Humidification de l'air inspiré***

L'air inspiré doit être humidifié ; on utilise pour cela un nébulisateur diffusant dans l'atmosphère de la cage des microgouttelettes de sérum physiologique. Si l'on ne dispose pas de nébulisateur, il faut alors instiller dans le tube de trachéostomie 0,5 à 1 mL de sérum physiologique toutes les deux à quatre heures.

Si le tractus respiratoire n'est pas assez humidifié, les risques d'adhésion du tube à la paroi trachéale augmentent (35).

Un animal avec une trachéostomie temporaire et qui serait anxieux ou inconfortable peut être tranquilisé sans que cela compromette la lumière de ses voies respiratoires (35).

## **4. Retrait de la sonde de trachéostomie**

### ***a) Indication du retrait***

Le tube de trachéostomie peut être retiré lorsque l'animal est capable de respirer seul.

On peut réaliser un essai préalable au retrait du tube pour vérifier les capacités de ventilation du patient : pour cela, on dégonfle le ballonnet et on obstrue le tube de trachéostomie ; on observe la ventilation de l'animal dans les trente secondes qui suivent et si elle est normale, on peut retirer la sonde de trachéostomie.

## **b) Evolution de la plaie**

La plaie de trachéostomie est laissée non suturée ; on surveillera l'évolution de la cicatrisation par seconde intention : la réduction de la lumière et l'épithélialisation sont complètes en dix jours en moyenne, mais il semblerait que la durée et la qualité de la cicatrisation varient avec la durée d'intubation et la taille du tube de trachéostomie (la forme de l'incision ne semble avoir aucune incidence significative sur la cicatrisation).

Les risques de sténose trachéale sont relativement importants suite à une trachéostomie temporaire, du fait notamment des mouvements du tube dans la lumière trachéale.

Cette irritation de la paroi trachéale peut aussi créer des fistules oesophago-trachéales et / ou des hémorragies par lésions de la paroi des vaisseaux (33).

## **C. Trachéostomie permanente**

### **1. Indications**

Une ouverture permanente de la trachée est effectuée pour permettre la ventilation de l'animal lorsque cette fonction ne peut plus être assurée à longue échéance. Cette technique est donc indiquée dans les cas de laryngectomie ou d'exérèse trachéale cervicale, dans certains cas de résection trachéale, lors de radiothérapie des voies aériennes supérieures ou de l'oropharynx, en présence d'hypersécrétions respiratoires, ou encore dans certains cas de paralysie ou de collapsus du larynx (33). Elle a également été mise en œuvre lors de traitement palliatif de tumeurs nasales ou laryngées.

### **2. Réalisation**

#### **a) Isolement et surélévation de la trachée**

La trachée est abordée ventralement.

Elle est isolée sur une largeur de cinq ou six anneaux caudalement à la zone obstruée, généralement à partir du troisième ou sixième anneau.

Les muscles sterno-hyoïdiens, préalablement séparés, sont réunis dorsalement à la zone de trachéostomie à l'aide de quelques points de suture en U. La trachée est alors déportée ventralement au contact de la peau.

#### **b) Mise à nu de la muqueuse trachéale**

Un rectangle intéressant trois à quatre ou cinq (selon les auteurs) anneaux en longueur et le quart ou le tiers de la circonférence trachéale en largeur est excisé en ménageant la muqueuse sous-jacente : les cartilages seront disséqués et séparés de la muqueuse avec beaucoup de précautions.

Une contraction se produit toujours au cours de la cicatrisation ; il faut donc éviter de réaliser un site de trachéostomie permanente trop petit sous peine d'augmenter considérablement les risques d'obstruction (11).

### **c) Excision de deux volets cutanés et suture à la paroi trachéale**

Deux volets cutanés de même taille que le stoma sont réalisés de chaque côté de la trachée.

La peau est alors suturée à la paroi trachéale externe latéralement, et aux ligaments annulaires crânialement et caudalement au site de trachéostomie (points séparés résorbables).

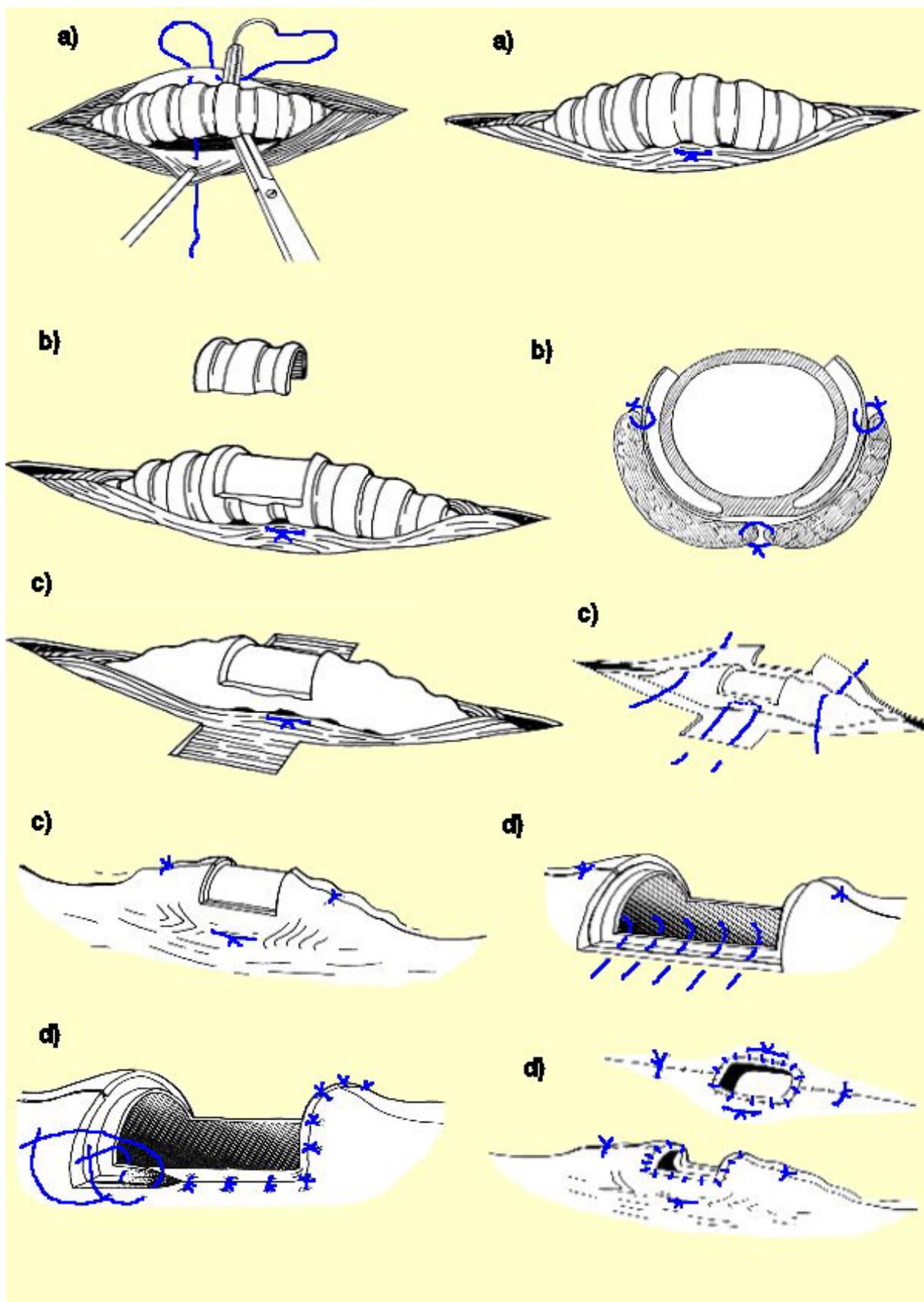
Ce temps opératoire n'est décrit que dans la technique de Fee (technique utilisée chez l'homme) ; une autre technique de trachéostomie consiste à aboucher directement la muqueuse à la peau sans exciser les volets cutanés. La suture à la peau est alors ovalaire. Cette technique entraîne une tension au niveau des extrémités pouvant provoquer la déhiscence des points et la formation d'un granulome.

### **d) Incision et suture de la muqueuse trachéale**

La muqueuse est ensuite incisée en I dans le plan médian et suturée à la peau (points simples séparés et résorbables).

La cicatrisation à la jonction peau-muqueuse est généralement complète en deux semaines.

Autour de la trachéostomie, il est important de suturer la peau au fascia pérित्रachéal et aux ligaments inter-annulaires chez les animaux dont la peau est lâche, avec des replis (qu'il est recommandé d'exciser) ou avec une quantité excessive de tissu adipeux sous-cutané (33). Ceci réduit les tensions sur les sutures lors des mouvements de la tête.



**Figure 38 : Représentation schématique de la réalisation d'une trachéostomie permanente (G. Maurel, d'après (33) et (64)).**



**Figure 39 : Aspect chirurgical du site de trachéostomie permanente au moment du retrait de la sonde endotrachéale © B. Lussier.**

### **3. Soins postopératoires**

#### **a) Soins postopératoires immédiats**

Les soins postopératoires sont généralement moins complexes que pour une trachéostomie temporaire et consistent en un nettoyage régulier du site de trachéostomie, particulièrement durant les premiers jours afin d'éviter l'accumulation de mucus.

L'application d'une pommade antiseptique ou d'une pommade grasse pendant six à dix jours après l'intervention permet de protéger la jonction entre la peau et la muqueuse et de limiter la dessiccation et l'infection de cette dernière en limitant l'adhésion des sécrétions à la peau.

#### **b) Soins à long terme**

Les propriétaires doivent être informés avant l'opération de la nécessité des soins de nettoyage réguliers pendant toute la vie de l'animal ; c'est une condition indispensable à la décision opératoire car sans la motivation des propriétaires pour ces soins, l'intervention chirurgicale est vouée à l'échec. Après la première semaine, le nettoyage ne s'effectue que deux à quatre fois par jour, et après le premier mois seulement une à deux fois par jour.

La tonte des poils en périphérie est nécessaire deux à trois fois par mois. Après la trachéostomie, l'épithélium trachéal dégénère puis redevient normalement cilié après seize semaines. L'animal apprend lui-même à expulser le mucus par la trachéostomie.

### **4. Complications possibles**

#### **a) Obstruction du site de trachéostomie**

C'est la complication la plus fréquente.

L'obstruction de l'ouverture trachéale peut être due à une accumulation de sécrétions ou de poils, ou à un repli cutané ; il est donc nécessaire de supprimer tout excédent de peau et d'effectuer quelques points de suture entre la peau et les tissus pérित्रachéaux pour les rendre plus adhérents et limiter ainsi les risques d'obstruction. Il faut également insister sur la nécessité du nettoyage du site.

Elle provoque des épisodes de détresse respiratoire avec cyanose.

### **b) Sténose cicatricielle**

Elle est très souvent présente à des degrés variables, menant parfois à l'oblitération complète du site de trachéostomie.

Le degré de sténose dépend de la précision de l'apposition entre la muqueuse et la peau, du degré d'inflammation de la muqueuse et de la sévérité des infections respiratoires pré-existantes **(33)** (cf. ci-dessus).

La sténose peut progresser plusieurs semaines après l'intervention alors que la peau et la muqueuse sont cicatrisées.

Les chiens obèses ou dont la peau est épaisse sont plus sujets aux complications postopératoires.

### **c) Autres complications**

Il existe aussi un risque d'inhalation de corps étrangers et d'aspiration d'eau notamment lors de baignades inopportunes **(64)**.

D'autre part, il faut souligner que la trachéostomie entraîne une perte temporaire ou permanente de l'aboiement ou du ronronnement chez la moitié des animaux.

Certains peuvent aussi avoir quelques difficultés à avaler.

Si les cartilages sont affaiblis et non soutenus par une prothèse, les risques de collapsus trachéal sont augmentés après une trachéostomie permanente.

Les complications infectieuses sont rares mais deviennent souvent chroniques.

**La nécessité des soins postopératoires et l'importance des complications de cette chirurgie lui confèrent un caractère de procédure de dernier recours** mise en œuvre uniquement lorsqu'une levée directe de l'obstruction des voies respiratoires est impossible **(64)**.

Cependant, la plupart des patients voient leur état général nettement amélioré suite à la trachéostomie permanente (amélioration de la respiration qui devient moins bruyante, et reprise de l'activité).

## IV. SECTION ET ANASTOMOSE SIMPLES

### A. Indications

De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la résection et de l'anastomose trachéale en raison de l'étendue des indications opératoires tant chez l'homme que chez l'animal (47).

#### 1. Traumatismes

Les traumatismes sont relativement fréquents en médecine vétérinaire.

La décision thérapeutique dépend du type et de la gravité du traumatisme (10) :

- lors de contusion légère, sans perforation, le traitement sera uniquement médical et basé sur des anti-inflammatoires et une antibiothérapie
- lors de lacération sans perforation, la chirurgie sera nécessaire ainsi qu'un suivi endoscopique de façon à éviter et surveiller l'apparition de sténose cicatricielle
- les plaies pénétrantes de petite taille ne nécessiteront pas systématiquement de suture si les fuites d'air sont minimales. Une cicatrisation par première ou seconde intention a normalement lieu en deux à cinq jours. Une surveillance clinique et fibroscopique est cependant indispensable pour déceler rapidement toute complication (emphysème important, pneumomédiastin, pneumothorax, détresse respiratoire, complications infectieuses)
- les plaies de taille importante ou associées à une perte de substance seront obligatoirement traitées chirurgicalement. Dans les cas de brèche trachéale franche, une simple suture peut être envisagée si les deux abouts sont viables, mais lors de lacération étendue de la trachée ou de plaie circonférentielle complète, une résection partielle de quelques anneaux trachéaux peut se justifier.

Il faut remarquer que lors de fuite d'air au niveau trachéal, il peut se produire un pneumomédiastin par voie de continuité, mais l'accumulation d'air intra-thoracique restera médiastinale (on n'observera pas de pneumothorax comme dans les cas de fuites situées en aval de la bifurcation trachéo-bronchique). L'impossibilité de ponctionner un pneumomédiastin doit faire primer la chirurgie réparatrice (contrairement au pneumothorax).

## 2. Sténose et collapsus

### a) Sténose trachéale

La sténose trachéale, du moins ses conséquences cliniques, est assez souvent rencontrée en médecine humaine ; en revanche, elle est peu fréquente chez nos carnivores domestiques.

Elle résulte elle-même souvent de traumatismes au niveau de la trachée ; ces traumatismes peuvent être :

- d'origine exogène : corps étrangers, accidents, morsures, inflammation chronique...
- d'origine iatrogène : sondes trachéales, interventions chirurgicales, la radiothérapie suite à l'exérèse d'une tumeur trachéale... En effet, un ballonnet de sonde trachéale trop gonflé ou encore une intubation trop longue peuvent provoquer une sténose trachéale car l'augmentation de pression sur la paroi entraîne une ulcération, une ischémie et secondairement une métaplasie des anneaux cartilagineux (notamment chez le jeune animal). Les sondes à ballonnet allongé répartissent les pressions de façon plus homogène par rapport aux sondes à ballonnet plus étroit, et seront donc utilisées préférentiellement. La sténose trachéale est une des complications majeures des chirurgies effectuées sur la trachée, quelles qu'elles soient.

De façon beaucoup plus rare, la sténose peut être congénitale.

### b) Collapsus trachéal

Section et anastomose peuvent être pratiquées lors de collapsus trachéal : la résection de la portion trachéale collabée n'est possible que lorsque celle-ci n'intéresse que quelques anneaux ; en effet, une résection large entraînerait la création d'une tension importante sur l'anastomose nuisible à la cicatrisation de la trachée. De plus, une telle résection contribuerait à l'aplatissement et au collapsus de la portion trachéale restante lorsque la rigidité des anneaux est diminuée (26).

Ce n'est donc pas la technique de choix pour cette affection.

## 3. Masses et corps étrangers

L'excision de granulomes parasitaires et le retrait de certains corps étrangers peut également nécessiter une résection trachéale (33).

Les tumeurs trachéales, rares chez nos carnivores domestiques, constituent aussi une indication de résection et anastomose trachéales, éventuellement suivies d'une chimiothérapie adaptée au type de tumeur rencontré.

La chirurgie est un traitement de choix pour les tumeurs trachéales sans diffusion loco-régionale ni métastatique (6) : les adénocarcinomes par exemple sont des tumeurs localement invasives mais longues à métastaser, et une résection segmentaire précoce de ces masses peut s'avérer curative (64).

Les petites tumeurs locales peuvent être excisées sans nécessiter d'anastomose : la plaie se refermera alors comme lors de trachéostomie temporaire

**(45, 91).** Les tumeurs plus grosses nécessiteront une résection associée à une anastomose.

Les tumeurs avec envahissement loco-régional ou métastases peuvent aussi faire l'objet d'une chirurgie dans le cadre de soins palliatifs à court terme afin de lever une obstruction des voies respiratoires hautes et de permettre à l'animal de respirer correctement **(6)**.

## **4. Limites de la résection trachéale**

Une partie importante de la trachée peut être réséquée chez le chien, le facteur limitant étant la tension produite au niveau de l'anastomose qui est responsable de deux complications essentielles **(47)** :

- la désunion de suture en post-opératoire immédiat
- la sténose à plus long terme **(64)**.

Il a été déterminé que 20 à 60% de la trachée pouvait être réséquée, soit 8 à 23 anneaux trachéaux ; les variations importantes sont liées à l'élasticité de la trachée, qui diminue avec l'âge, et dont il faut bien évidemment tenir compte lors de la chirurgie **(15)**.

Chez un chien adulte, certains auteurs parlent de seulement 25 % de la longueur de la trachée, soit 8 à 10 anneaux cartilagineux **(11, 27)** ; d'autres vont jusqu'à 40 %, soit 15 anneaux cartilagineux **(64)**.

De la même façon, il faut limiter la longueur de la résection chez le jeune de façon à ne pas interférer sur la croissance trachéale **(15)** et surtout à ne pas augmenter le risque de déhiscence des sutures **(67)**.

## **B. Technique opératoire**

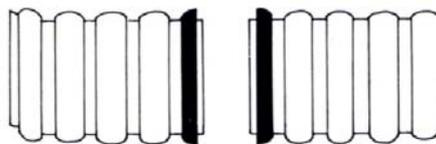
### **1. Section et résection trachéales**

#### **a) Section trachéale**

La section de la trachée peut s'effectuer au niveau d'un cartilage trachéal (« split-cartilage technique ») ou d'un ligament inter-annulaire (« annular ligament-cartilage technique »).

Au niveau d'un anneau trachéal, le cartilage est sectionné en deux parties égales à l'aide d'une lame de bistouri n°11.

La section intéresse toute la paroi trachéale ou simplement le cartilage (on parle alors de chondrotomie et un bord de 2 mm de muqueuse est préservé). Cette dernière technique permet théoriquement une meilleure apposition anatomique lors de la suture, mais les résultats opératoires ne semblent pas justifier la difficulté de réalisation.



**Figure 40 : Section d'un cartilage trachéal en préservant environ 2 mm de muqueuse de chaque côté (d'après (3)).**

Au niveau du ligament inter-annulaire, la section concerne toujours la totalité de la paroi.

### ***b) Résection trachéale***

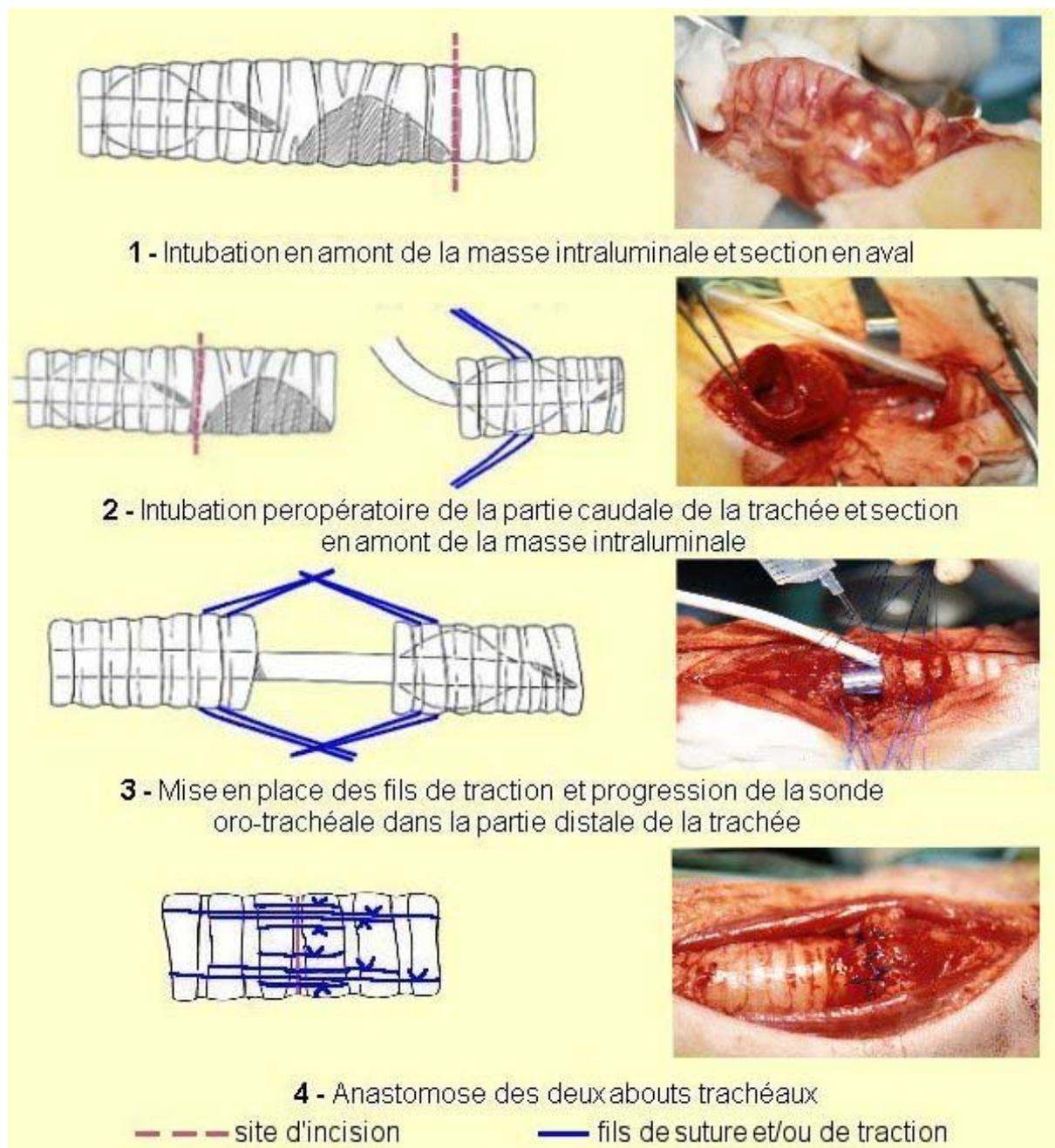
La résection doit concerner l'ensemble de la région trachéale lésée pour être efficace, voire même s'étendre plus largement au niveau des tissus sains lors d'exérèse de tumeurs.

Pour les tumeurs malignes, un traitement complémentaire peut être entrepris (chimiothérapie ou radiothérapie), mais le pronostic reste généralement sombre. De plus, l'irradiation de l'anastomose à une dose supérieure à 35 gray (3500 rads) suffit à provoquer l'apparition d'une sténose.

Lors de résection trachéale, avant de sectionner la trachée, il convient de placer des points de maintien sur le cartilage crânial et le cartilage caudal à la portion qui doit être enlevée : ceci permet de limiter la rétraction de l'organe après la section et également de le manipuler avec plus de précautions par la suite (33).

Dans le cas où le tube endotrachéal peut dépasser la zone lésionnelle, il doit être retiré crânialement une fois que la trachée est incisée distalement et proximatement à la portion à réséquer pour permettre le retrait du segment sectionné, puis repoussé dans la portion distale de la trachée (les fils de maintien serviront alors de guides) (64).

Dans le cas où le tube endotrachéal ne peut dépasser la zone à réséquer, un autre tube (stérile) placé directement dans la portion distale de la trachée après sa section doit prendre le relais de l'anesthésie pendant l'exérèse du segment trachéal. Il sera ensuite retiré et le tube provenant de la cavité orale sera repoussé distalement.



**Figure 41 : Résection et anastomose trachéales lors de masse intraluminaire, et gestion de l'anesthésie (G. Maurel, d'après (64) © C. Carozzo).**

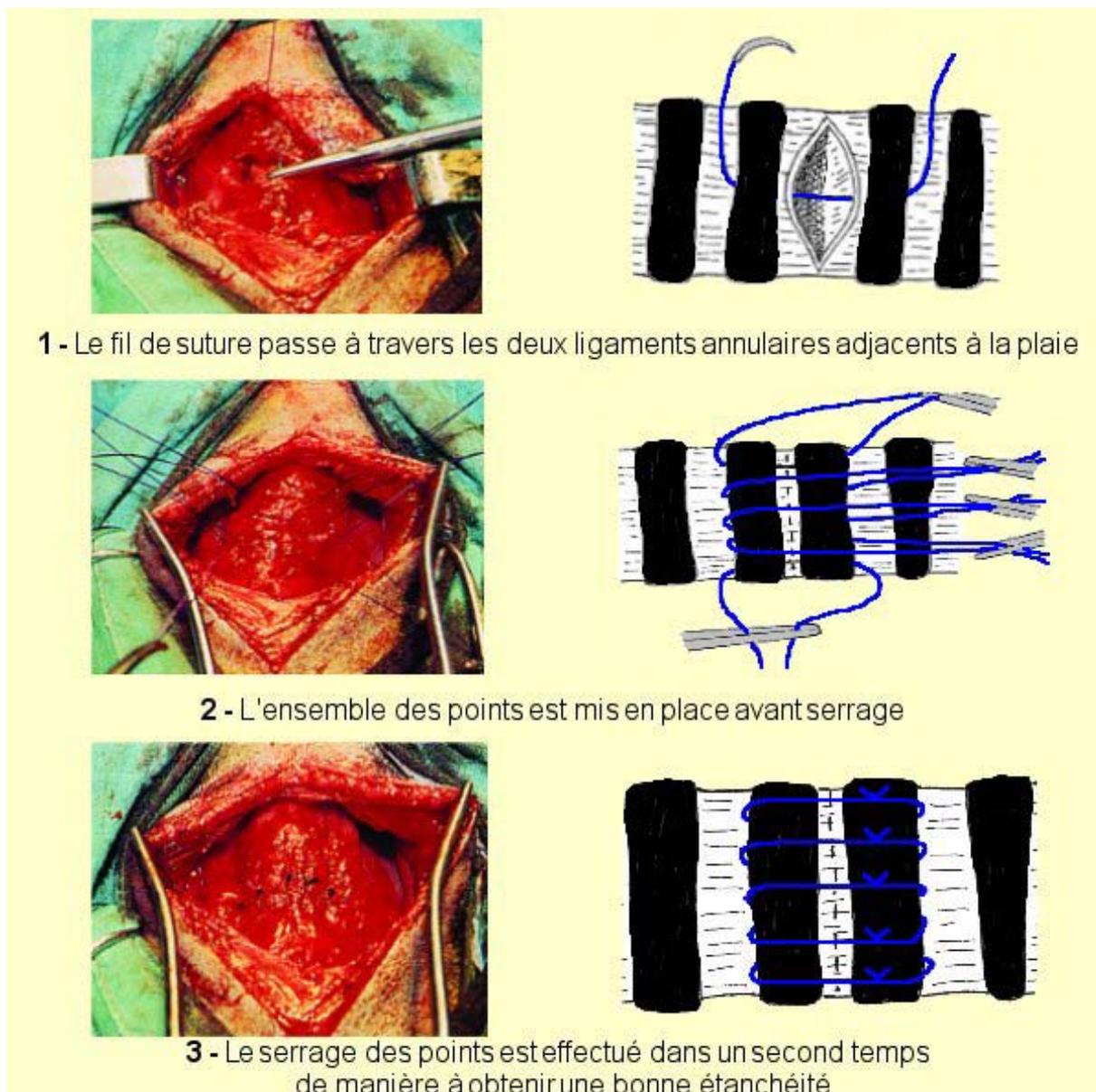
## 2. Anastomose

### a) Suture simple

Lors de brèche trachéale par exemple, la lésion trachéale est recherchée par palpation attentive des anneaux trachéaux les uns après les autres : on recherche une anomalie de leur contour ou une déchirure du ligament inter-annulaire.

La lésion trachéale est recherchée en priorité au niveau des lésions observées au niveau cutané si elles existent (8).

Le diagnostic topographique peut être confirmé par l'utilisation de sérum physiologique stérile versé sur la trachée pendant que le ballonnet de la sonde endotrachéale est temporairement dégonflé : des bulles d'air vont s'échapper par la plaie repérée par palpation, et éventuellement par d'autres plaies non repérées auparavant.



**Figure 42 : Suture simple d'une plaie trachéale : aspect chirurgical et représentation schématique (G. Maurel, d'après (10)).**

Des points simples sont alors positionnés de part et d'autre des anneaux cartilagineux adjacents à la plaie, transfixiant les ligaments annulaires et la muqueuse. En cas de brèche annulaire chez un chien de petit format ou chez un

chien âgé, les marges de la plaie sont rapprochées de façon étanche en appuyant les sutures au-delà des cartilages adjacents.

Les techniques décrivant la mise en place de suture à travers les cartilages trachéaux peuvent provoquer une fragmentation de ces cartilages, donc une nécrose, une granulation trop importante et une sténose trachéale **(33)**.

Les nœuds des sutures sont toujours extra-luminaux.

Le serrage des sutures conduit souvent le cartilage distal à venir chevaucher le cartilage proximal ; il faut alors vérifier que ce chevauchement ne provoque pas d'angulation de la trachée au niveau de la lésion. Cette technique d'anastomose avec recouvrement réduit le diamètre trachéal de façon significative et peut provoquer une mucostase **(33)**.

## ***b) Anastomose après résection d'une partie de la trachée***

### **1- Temps chirurgicaux classiques**

#### ***(α) Mise en place des fils de soutien***

Les fils de soutien sont généralement au nombre de trois ou quatre de chaque côté de la résection ; ils sont placés à travers le deuxième ligament annulaire situé crânialement et caudalement à la portion réséquée.

Ces fils sont répartis sur les faces ventrale et latérales de la trachée ; ils permettent la mobilisation de chaque about trachéal, puis après serrage, ils limitent la tension s'exerçant sur l'anastomose (ces fils de soutien ne sont pas indispensables lors de suture simple de la trachée sans résection).

Il semble que le caractère perforant ou non des points n'influence pas la cicatrisation. Par contre, les sutures devant traverser la muqueuse, il semble préférable d'utiliser un monofilament plutôt qu'un fil tressé de façon à minimiser l'effet capillaire du fil de suture.

#### ***(β) Mise en place des sutures***

L'anastomose est réalisée par des points séparés (qui causeraient moins de sténose que les surjets **(11)**), régulièrement répartis sur toute la circonférence de la trachée, et espacés de 2 à 3 mm.

La membrane trachéale est suturée en premier, de façon à rapprocher les abouts trachéaux. Puis une suture est mise en place sur la ligne ventrale médiane de la trachée de façon à obtenir une anastomose symétrique **(33)**.

Il est à noter que l'apposition anatomique est plus précise lors de section au niveau d'un cartilage trachéal. En cas de défaut d'apposition, l'utilisation de colles biologiques à base de fibrine est possible en complément (BIOCOL<sup>®</sup> par exemple).

Enfin les fils sont placés sur toute la circonférence (les sutures incluent le premier anneau ou hémi-anneau situé de chaque côté), et maintenus à l'aide d'une pince hémostatique.

## **(X) Serrage des fils**

### **(i) Chronologie**

Le serrage concerne dans un premier temps les fils de suture.  
Les nœuds seront toujours situés à l'extérieur de la lumière.  
Puis les fils de soutien sont serrés.

### **(ii) Evaluation de la tension sur la ligne de suture**

La tension sur la ligne de suture ne doit pas être excessive sous peine de provoquer l'apparition d'une sténose trachéale, une désunion de suture ou la formation d'un tissu cicatriciel **(33)**.

Différentes techniques ont été décrites pour limiter cette tension, outre la présence des fils de soutien ; on peut notamment réaliser des incisions dans les ligaments inter-annulaires jouxtant la ligne de suture, mais ceci fragilise la paroi trachéale et peut provoquer une déchirure de cette dernière.

Le larynx peut subir un déplacement caudal suite à une résection trachéale importante, ce qui constitue un mécanisme compensatoire de levée des tensions sur le site d'anastomose **(27)**.

En médecine humaine, on peut accroître la longueur de la trachée en libérant les vaisseaux pulmonaires du péricarde, en divisant le ligament pulmonaire, et en mobilisant le hile droit **(66)**.

### **(iii) Vérification de l'étanchéité de l'anastomose**

Il faut s'assurer de cette étanchéité avant de procéder aux derniers temps de la chirurgie : pour cela, on dégonfle le ballonnet de la sonde endotrachéale, on immerge la trachée dans du sérum physiologique, et on recherche l'apparition de bulles d'air pendant les mouvements respiratoires de l'animal.

### **(iv) Temps chirurgicaux supplémentaires**

Lors de section-anastomose sur la portion thoracique de la trachée, les nœuds doivent être positionnés assez loin des principaux vaisseaux présents dans cette région de façon à ne pas léser leur paroi ; l'anastomose peut également être renforcée grâce à un lambeau de plèvre, de péricarde ou encore d'omentum vascularisé **(33)**, ce qui limitera d'autant plus les frottements sur les parois des vaisseaux.

Lors de lésions trachéales extensives, une omentopexie peut permettre une revascularisation de la trachée et doit être considérée comme faisant partie du traitement chirurgical **(11)**.

Lors de perforation trachéale **(7)**, on peut prévoir de préparer chirurgicalement la face latérale de la cuisse gauche afin de pouvoir recourir, si besoin, à un prélèvement du fascia lata pour assurer l'étanchéité de la trachée.

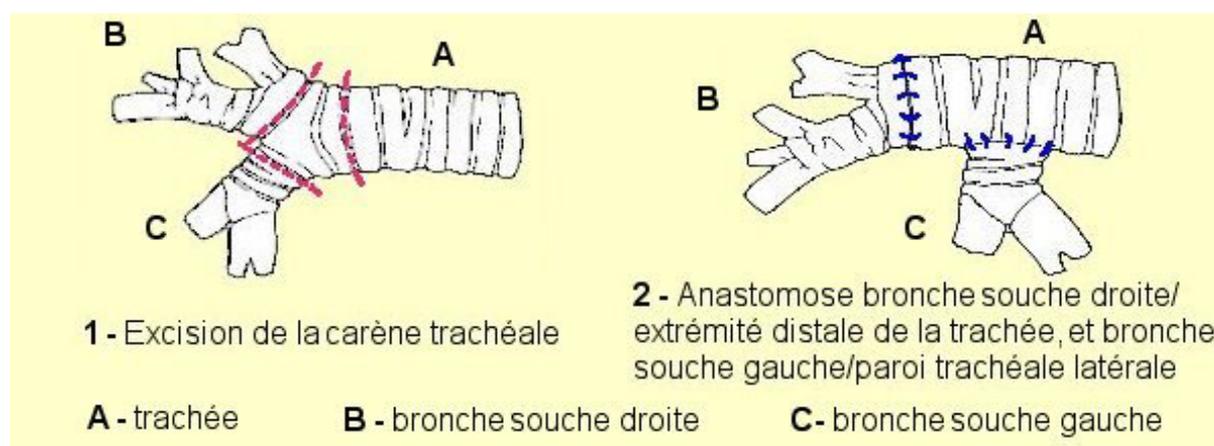
## 2- Cas particulier de la résection de la carène trachéale

Lors de résection de la carène trachéale, l'anastomose nécessite un abouchement des bronches souches droite et gauche à la portion distale de la trachée (33). Cette anastomose est rendue plus difficile par le caractère incomplet des anneaux cartilagineux dans cette région.

Cette intervention implique une intubation peropératoire de chaque bronche souche (droite et gauche) rapidement après section de la partie distale de la carène.

Puis des points simples séparés sont placés entre la bronche souche droite et la portion distale de la trachée ; le diamètre de la lumière trachéale est adapté à celui de la lumière bronchique grâce à un ou plusieurs points sur la membrane trachéale dorsale. Avant de serrer les points, la bronche souche droite est extubée et le tube endotrachéal est avancé jusqu'à dans cette bronche.

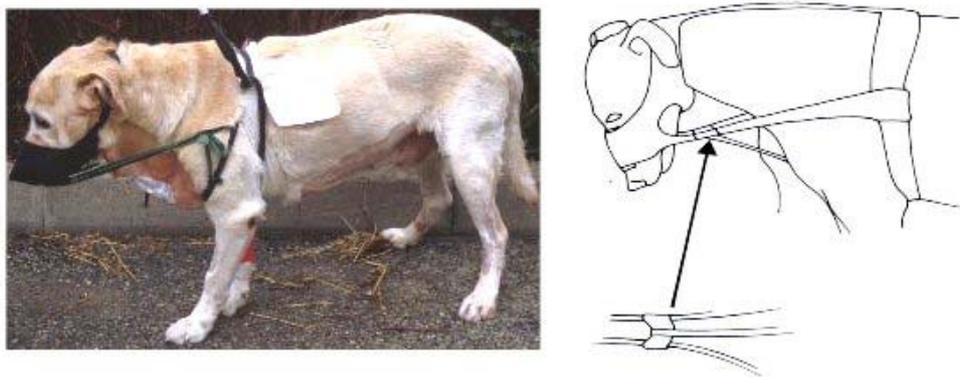
Puis une ouverture est réalisée dans la paroi de la trachée distale de façon à pouvoir y positionner assez aisément la bronche souche gauche. Celle-ci est à son tour extubée après avoir mis en place les sutures. Une fois les points serrés, le tube endotrachéal est remis en place (c'est-à-dire légèrement retiré), de façon à ventiler les deux poumons (droit et gauche) de l'animal.



**Figure 43 : Résection de la carène et anastomose des deux bronches souches à la trachée (G. Maurel, d'après (33)).**

### C. Soins postopératoires spécifiques

Lors de résection importante, en phase postopératoire, un harnais de type Martingale peut être utilisé : il permet de maintenir le cou de l'animal en flexion de façon à limiter encore les tensions s'exerçant sur la zone d'anastomose. Une sangle permet ensuite de relâcher progressivement la traction exercée au niveau du chanfrein de l'animal afin d'étirer progressivement la trachée parallèlement à sa cicatrisation.



**Figure 44 : Harnais de type Martingale utilisé lors de résection trachéale importante © C. Carozzo et d'après (3).**

Les éventuelles complications de cette chirurgie sont la déhiscence de la suture (on observe alors des symptômes de rupture trachéale tels que de l'emphysème sous-cutané, une dépression respiratoire, une cyanose...) et la sténose trachéale.

Les complications infectieuses sont plus rares.

## V. TRACHEOPLASTIES

### A. Indications

Ces techniques permettent le remplacement de la paroi trachéale, sur une partie de la circonférence trachéale ou la totalité de la paroi, sur une longueur équivalente à plusieurs anneaux. Elles permettent de limiter la perte de substance et constituent une alternative à la résection anastomose.

Ces plasties trachéales sont cependant d'un intérêt limité car elles entraînent plus fréquemment des complications postopératoires et surtout des échecs que les anastomoses primaires (33).

Les trachéoplasties partielles peuvent aussi venir compléter une résection anastomose lorsque l'étanchéité n'est pas obtenue par la suture seule (10) : on utilise alors des lambeaux conjonctifs ou musculaires (muscle sterno-hyoïdiens, lambeau intercostal, fascia lata ou matériaux synthétiques).

Dans les cas où les lésions s'étendent sur une distance importante, la technique de résection anastomose n'est plus utilisable et seule est alors envisageable la trachéoplastie (les principales indications des prothèses totales de trachée sont les lésions tumorales extensives et les sténoses étendues de la trachée). Cependant, les diverses tentatives de réparation de perte de substance à l'aide de différentes prothèses ont généralement été infructueuses (33).

### B. Trachéoplastie partielle (ou prothèse trachéale partielle)

#### 1. Matériaux utilisés

Différents matériaux ont été utilisés pour réaliser des trachéoplasties ; on les divise en deux catégories : les prothèses tissulaires ou autologues et les prothèses synthétiques.

Les matériaux synthétiques tels que la polyglactine 910 et le polydioxanon ont été expérimentés chez des rats et des lapins avec d'assez bons résultats.

Des essais ont été réalisés avec des « covered metallic expandable stent » combinées avec une omentoplastie ; ceci stimule la régénération épithéliale précoce et limite le développement de granulomes inflammatoires (42), mais quelques inconvénients sont rapportés comme le collapsus de la prothèse et la perforation trachéale par cette dernière. Cette prothèse est en cours d'amélioration.

Une autre prothèse trachéale a été testée et présentait de bons résultats : une prothèse cylindrique de type poreux (74).

Les matériaux biologiques utilisés correspondent à des lambeaux pédiculés, thymiques ou musculaires (utilisés chez l'homme lors de sténose laryngo-trachéale, de fistule ou de lacération de la membrane trachéale), du péricarde (traitement d'une sténose congénitale chez un enfant), de la peau, du périoste **(42)**.

La carotide de bœuf a également été utilisée comme xélogreffe pour combler les déficits partiels de trachée chez le chien : un épithélium cilié recouvre toute la surface de la greffe trente-deux mois après l'intervention.

Une étude rapporte de bons résultats avec la mise en place d'un lambeau pédiculé oesophagien dans le cadre d'une trachéoplastie médiastinale **(41)** ; l'œsophage présente l'avantage d'être souple, élastique, et bien vascularisé et la rigidité de la prothèse peut être conférée par l'ajout d'une prothèse intraluminaire. Cependant, cette technique reste expérimentale et pose des problèmes concernant la fonctionnalité de l'escalator mucociliaire, l'apparition de fistules oesophagotrachéales, et éventuellement une sténose de l'œsophage sur le site du prélèvement.

La reconstruction de la trachée distale peut être réalisée par une rotation de la bronche souche droite autour de la carène : les lobes pulmonaires droits sont tous réséqués et seul le lobe crânial droit est abouché à la bronche souche droite après son anastomose à la portion distale de la trachée **(65)**.

La technique utilisant un lambeau intercostal semble être la plus applicable en pratique, même si celle utilisant le muscle latissimus dorsi présente plus d'avantages (capacité à vasculariser des tissus ischémiques, prévention des infections thoraciques, volume suffisant pour entourer le greffon trachéal) **(60)**.

## **2. Réalisation d'une trachéoplastie partielle utilisant un lambeau intercostal**

L'animal est placé en décubitus latéral gauche ; une incision cutanée est réalisée en regard de l'espace intercostal depuis l'articulation costo-vertébrale jusqu'au sternum. Les muscles grand dorsal, dentelé et scalène sont incisés parallèlement à l'incision cutanée.

Les muscles intercostaux externe et interne situés au niveau de l'espace intervertébral sont incisés le long de la deuxième et de la troisième côte, parallèlement à celles-ci, de façon à obtenir un lambeau pleuro-musculaire d'environ 2 cm de large. L'artère et la veine intercostale sont repérées dorsalement et protégées pour ménager la vascularisation du lambeau.

La trachée est abordée par la plaie de thoracotomie. Les marges de la lacération trachéale sont débridées. Le lambeau est suturé à la trachée à l'aide d'un surjet au monofil résorbable de polyglactine 910 décimale 1,5 ou décimale 2 de façon à couvrir la totalité de la perte de substance.

L'étanchéité de la suture est vérifiée en immergeant la région dans du sérum physiologique et en contrôlant l'absence de fuites lors de l'insufflation des gaz respiratoires.

La plaie de thoracotomie est refermée de façon classique.



Une reconstruction trachéale est nécessaire chez tous les patients présentant une sténose trachéale extensive causée par un trauma, une affection congénitale ou une tumeur bénigne ou maligne (57). La reconstruction trachéale peut être réalisée après résection de la moitié de la trachée chez l'adulte et un tiers chez l'enfant ; les lésions plus extensives ne seront pas une indication chirurgicale parce qu'actuellement aucune technique de reconstruction n'est applicable à d'aussi larges lésions (76).

Les techniques de transplantation trachéale sont actuellement développées, mais avant qu'elles ne soient applicables cliniquement (en humaine), plusieurs problèmes restent à résoudre : l'immunosuppression, la vascularisation de la greffe, et une technique fiable de conservation à long terme des trachées (90).

## 2. Antigénicité trachéale et immunosuppression

### a) Position du problème

L'antigénicité trachéale est relativement mal connue (50) : certaines études prêtent à la trachée une faible antigénicité comparativement à d'autres organes (du fait notamment de l'expression du complexe majeur d'histocompatibilité uniquement au niveau de la muqueuse et non pas sur le cartilage, d'où une surface antigénique plus petite), d'autres montrent qu'elle répond aux mêmes lois immunologiques.

Dans tous les cas, il convient de diminuer son antigénicité ; des immunosuppresseurs peuvent être utilisés, mais la plupart des candidats à la transplantation trachéale ont une tumeur maligne et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une thérapeutique immunosuppressive dans le cadre d'une greffe d'organe classique (90).

### b) Une solution : la cryoconservation

Plusieurs études rapportent que l'antigénicité des greffes est diminuée par la congélation (75, 37) ; c'est pourquoi des expériences ont été menées sur des trachées de chiens pour évaluer l'efficacité de la technique de cryoconservation à la fois sur la conservation de la greffe à long terme et la diminution de l'allogénicité, le but étant de pouvoir réaliser des transplantations de trachée sans thérapeutique immunosuppressive et de conserver des greffons à disposition dans des centres de transplants car il est difficile de se procurer des greffons trachéaux frais et histocompatibles au moment où l'on en a besoin (89).

Il a été déterminé que l'épithélium trachéal présent sur le greffon, donc correspondant au donneur, n'était présent que pendant une vingtaine de jours après la transplantation, et que l'épithélium du receveur progressait depuis les sites d'anastomose jusqu'à recouvrir totalement le greffon en une cinquantaine de jours (58). Ceci explique peut-être en partie la diminution de l'allogénicité.

Une solution de conservation a été mise au point (89) : la TC solution (Trehalose Crypreservation solution) ; elle comprend du tréhalose, un disaccharide non réducteur qui protège les membranes cellulaires de différents stress et qui est un cryoprotecteur ne pénétrant pas dans la cellule. Cette solution comprend également du diméthyl-sulfoxyde (DMSO) qui est lui aussi un cryoprotecteur mais pénétrant dans la cellule. Ces deux molécules ont un effet synergique dans la cryoconservation. Plusieurs études (76) ont montré que la fonction et la structure

histologique de la trachée sont bien conservées ; d'autres ont mis en évidence une diminution effective de l'immunogénicité des allogreffes après une cryoconservation de plus d'un mois par diminution de l'expression du CMH de classe II présent au niveau de l'épithélium trachéal (57). La cryoconservation permet une réduction suffisante de la réaction de rejet aigu et on observe un flux sanguin dans le greffon par colonisation des artères transverses cartilagineuses en 7 jours (56).

**Ainsi, cette méthode a résolu deux problèmes importants posés par la transplantation trachéale : la conservation à long terme et la diminution de l'allogénicité.**

### **3. Vascularisation du greffon**

#### **a) Position du problème**

Un autre problème est la vascularisation du greffon.

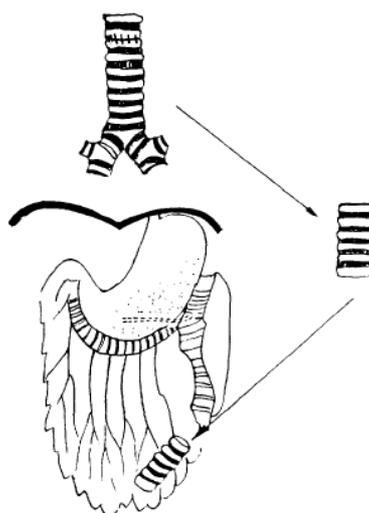
En effet, les vaisseaux trachéaux sont de petit diamètre et l'apport sanguin est donc limité (57).

De plus, l'apport sanguin au greffon provient uniquement d'une néovascularisation dérivée de la trachée receveuse qui se fait passivement au cours de la cicatrisation. Cette néovascularisation provient donc des deux extrémités du greffon ; cependant, on constate que si la greffe représente plus de 5 anneaux trachéaux de longueur, sa vascularisation n'est pas suffisante et ne peut donc maintenir son intégrité structurale.

#### **b) Solutions recherchées**

Des chercheurs ont tout d'abord développé une technique d'omentopexie qui facilite la vascularisation du greffon du fait des propriétés angiogéniques de l'omentum. Cependant, pour un greffon de plus de 4 cm de long, l'omentopexie ne suffit pas à assurer sa vascularisation.

Deux études ont montré de bons résultats lors de transplantation trachéale en deux temps : le premier temps consiste à favoriser la vascularisation de la prothèse en la greffant au niveau du grand omentum pendant deux semaines ; le deuxième temps consiste à reconstruire la trachée avec le greffon revascularisé (48, 49).



**Figure 46 : Excision d'un segment trachéal et implantation de la greffe dans le grand omentum (d'après (49)).**

D'autres auteurs ont alors développé la transplantation trachéale fractionnée (« split tracheal transplantation ») qui repose sur l'observation de changements ischémiques au milieu du greffon ; cette technique consiste à diviser le greffon en deux parties de façon à réaliser une omentopexie sur chacun des petits greffons, ce qui permet une néovascularisation à partir des trois sites d'anastomose (77, 90). Cette technique présente toutefois un risque de collapsus de l'omentum.

D'autres auteurs ont imaginé d'associer une omentopexie avec le retrait de certains anneaux cartilagineux, ce qui permet de mettre directement en contact la sous-muqueuse et l'omentum, donc de faciliter l'apport sanguin au greffon (59) ; cette technique est plus complexe puisqu'elle nécessite la mise en place de structures de soutien qui jouent le rôle des anneaux manquants, mais elle empêche le collapsus de l'omentum et limite la nécrose de l'épithélium en postopératoire immédiat ainsi que l'atrophie des anneaux cartilagineux à long terme.

Une autre piste de recherche a été l'application locale de facteur de croissance des fibroblastes (« basic fibroblast growth factor = bFGF »), qui semble plus simple et moins risquée que l'omentopexie par exemple (60).

Ce facteur de croissance des fibroblastes est l'un des plus puissants inducteurs d'angiogénèse (60) dont les effets sont controversés mais qui semble accélérer la croissance vasculaire (66, 90). Il présente des propriétés mitogènes et chimiotactiques envers les fibroblastes et les cellules endothéliales (60) ; il facilite aussi, lors d'application précoce, la réparation des cartilages trachéaux.

Son application est assez simple, en association avec de la colle biologique à base de fibrine enrichie avec du bFGF à raison de 5  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  de greffe trachéale. Les greffes sont ainsi longtemps exposées au bFGF car il est relargué progressivement par la colle.

Ces deux techniques peuvent être utilisées conjointement ; le fait de favoriser la revascularisation précoce rend le pronostic de la chirurgie sur les voies aériennes (quelle qu'elle soit) beaucoup moins réservé (60).

## VI. TRAITEMENTS CHIRURGICAUX SPECIFIQUES DU COLLAPSUS TRACHEAL

### ***A. Indications du traitement chirurgical du collapsus trachéal***

#### **1. Indications communément admises**

On considère que le traitement chirurgical est indiqué dans les cas où la lumière trachéale est réduite de plus de 50%, ce qui correspond aux collapsus trachéaux de grade au moins II, avec des signes cliniques sévères ou des signes cliniques évoluant malgré la mise en œuvre d'un traitement médical adapté (67).

En l'absence de succès médical (ce qui correspond à 25 à 30 % des cas (1)), le collapsus de la trachée intra et / ou extra-thoracique est donc une indication chirurgicale avec un pronostic satisfaisant si la technique est correctement choisie et réalisée et si la décision opératoire n'est pas trop tardive.

#### **2. Age de l'animal**

Même si la chirurgie est souvent recommandée pour des animaux présentant un collapsus chronique sévère ayant déjà fait l'objet de nombreux traitements médicaux plus ou moins efficaces, il est préférable de proposer cette option chirurgicale assez tôt dans l'évolution de la maladie (29). Une étude a montré que la chirurgie correctrice était beaucoup plus efficace chez les animaux âgés de moins de six ans (11, 13).

La précocité de l'intervention permet de ne pas avoir à intervenir chez des chiens présentant une insuffisance respiratoire aiguë sévère et chez lesquels la trachée est totalement collabée ; les risques opératoires sont ainsi considérablement diminués. De plus, le tissu trachéal est alors en relativement bon état et le moindre affaissement des anneaux cartilagineux rend plus aisée la pose des prothèses (87). Ces données suggèrent que les chiens prédisposés au collapsus trachéal devraient subir un dépistage le plus jeune possible et le traitement chirurgical, s'il est indiqué, mis en œuvre alors que les chiens sont encore jeunes (13).

#### **3. Evaluation générale des voies respiratoires**

Par ailleurs, le pronostic est beaucoup plus réservé si le collapsus concerne la trachée thoracique ou s'il s'accompagne de collapsus des bronches souches. Il convient donc de bien évaluer la fonctionnalité des voies respiratoires de l'animal (d'où l'importance de l'endoscopie) et de bien choisir les candidats à la chirurgie pour avoir de bonnes chances de réussite : les animaux présentant une paralysie ou un collapsus laryngé, une cardiomégalie généralisée, une maladie pulmonaire chronique ou un collapsus concernant aussi les bronches souches (13) sont de

mauvais candidats chirurgicaux. De plus, il ne faudra pas négliger d'associer à la chirurgie un traitement médical si des affections concomitantes telles qu'une insuffisance mitrale ou une bronchite chronique sont présentes **(64)**.

Nous avons vu précédemment qu'une résection de la partie collabée pouvait être envisagée dans certaines conditions (collapsus peu étendu, rigidité des anneaux trachéaux restants).

D'autres techniques chirurgicales ont été mises au point progressivement pour traiter les collapsus trachéaux, et ont pour but de rétablir un diamètre trachéal normal sans perturber le fonctionnement de l'épithélium muco-ciliaire.

## ***B. La chondrotomie***

Cette technique semble aujourd'hui abandonnée **(26)**. Elle correspondait à la transection des anneaux cartilagineux sur la ligne ventrale médiane, ce qui permettait une contraction du muscle trachéal.

Cependant, cette technique présente plusieurs inconvénients : lorsque plusieurs anneaux sont incisés, la trachée peut se collaber latéro-latéralement. Certains auteurs ont donc modifié cette technique en incisant seulement un anneau sur deux.

Mais cette technique est limitée par la distension de la membrane trachéale, trop importante dans les stades II, III, et IV pour permettre une contraction du muscle trachéal. C'est la raison principale pour laquelle cette technique ne se pratique plus seule aujourd'hui ; en revanche, elle peut être associée à la mise en place de prothèse dans certains cas de collapsus de stade avancé, de façon à redonner aux anneaux cartilagineux une forme arrondie en accord avec la prothèse **(81)**.

## ***C. Plicature de la membrane dorsale***

La plicature est une méthode de plissement ou de froncement d'un tissu en vue de le raccourcir, en particulier au niveau de la paroi d'un viscère creux **(12)**.

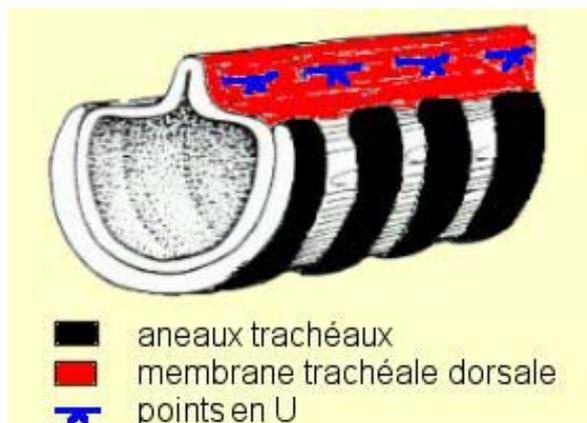
On réalise un abord cervical large de la trachée (crânialement au larynx et caudalement à l'entrée de la poitrine).

Quand la trachée est libérée du tissu conjonctif lâche qui l'entoure, on lui fait subir une rotation afin d'atteindre sa face dorsale (il faut prendre soin de maintenir la cavité de la trachée libre pendant les manipulations). On attire la trachée hors du thorax en la tirant vers l'avant autant que le permet une traction raisonnable et on en découvre la face dorsale aussi loin vers l'arrière que possible (habituellement, on peut atteindre de cette façon 2 à 4 cm de trachée thoracique).

On peut effectuer une plicature de la membrane trachéale au moyen de pince à tissus d'Allis pour déterminer le degré d'éversion qui est nécessaire. En commençant sur la partie supérieure de la trachée, on place des points en U horizontaux régulièrement sur la membrane trachéale, à 0,5 cm d'intervalle, de façon telle que les tissus sous-jacents subissant la plicature s'éversent par rapport à la lumière

trachéale. La suture est poursuivie vers l'arrière sur toute la longueur permise par la découverte de la trachée lors de collapsus étendu, ou seulement en regard de la région collabée. Ceci permet de rapprocher les bords dorsaux des cartilages.

La plicature assure donc une meilleure conformation à la trachée en lui redonnant une section semi-circulaire ; cependant, elle diminue d'autant la lumière trachéale. Les fils de suture ne doivent d'ailleurs pas être placés dans les cartilages car cela réduirait trop la lumière de la trachée. Selon certains auteurs, les résultats sont satisfaisants pour les stades I et II ; mais lorsque les anneaux de cartilage ne sont pas suffisamment rigides (comme dans les stades III et IV), cette technique est contre-indiquée.



**Figure 47 : Plicature de la membrane trachéale dorsale à l'aide de points en U (stades I et II) (G. Maurel, d'après (3)).**

Dans cette technique, les cartilages ne sont pas soutenus et si leur dégénérescence se poursuit, la membrane dorsale va s'étirer et on observera à nouveau des signes d'obstruction respiratoire haute.

## ***D. Les prothèses***

Le principe est de renforcer la structure de soutien de la trachée. Il est nécessaire de donner une armature à une zone légèrement plus longue que celle réellement collabée sous peine d'observer l'apparition d'un affaissement trachéal caudalement aux prothèses (87).

### **1. Utilisation des prothèses internes**

#### ***a) Principe général***

L'idée était de placer dans la lumière trachéale des « tuteurs » internes permettant de maintenir béante la trachée, donc de rétablir le diamètre et la lumière de la trachée.

Les prothèses utilisées ont des formes variables : tube, spirale, ou encore rectangle fenestré.

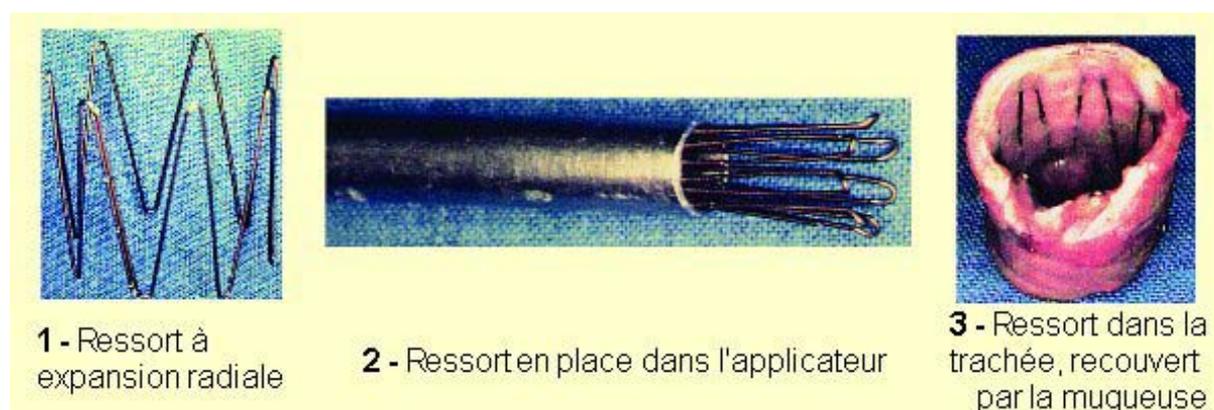
Cependant les diverses tentatives ont eu des résultats décevants la plupart du temps, du fait notamment de la rigidité de l'implant, de l'interférence avec la circulation mucociliaire, de la formation de tissu de granulation invasif, de la tendance aux infections chroniques et de la migration ou du rejet de l'implant (notamment lors de toux). De plus, le risque de contamination éventuelle des tissus environnants est plus important avec cette technique puisqu'elle nécessite un accès direct à la lumière trachéale.

Cette technique est donc actuellement présentée comme traitement palliatif en dernier recours si les autres traitements ont échoué.

### **b) Application de cette technique à l'endoscopie**

L'avenir de cette technique est d'être applicable lors d'intervention endoscopique, et non chirurgicale (11) : la contamination éventuelle des tissus environnants ne constitue alors plus une entrave majeure à l'application de cette technique.

Actuellement, différentes prothèses ont été étudiées, notamment des ressorts zig zag à compression radiale qui sont d'une application simple et accessible à tous (31) grâce à des applicateurs introduits dans la trachée via le larynx.



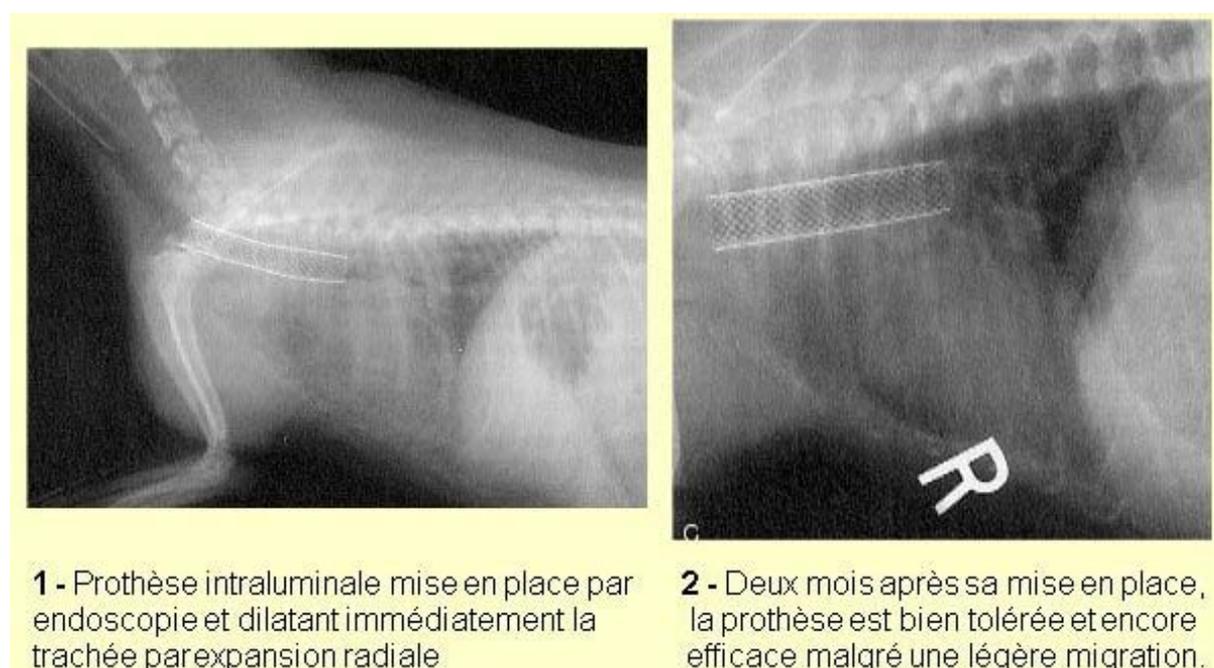
**Figure 48 : Exemple de ressort étudié pour le traitement du collapsus trachéal par endoscopie (G. Maurel, d'après (31)).**

De plus, la mise en place de ce type de prothèses n'est à l'origine d'aucune lésion pérित्रachéale, trachéale ou intra-luminale ; en revanche, elle est généralement associée à des infections, une sténose, la formation de granulomes inflammatoires ou d'abcès, un collapsus ou une migration de l'implant, une trachéite associée à une toux chronique voire une expulsion de l'implant (30).

Ainsi, une étude (78) a montré la présence systématique de bactéries apparentées au groupe des Pasteurella chez les chiens ayant reçu une prothèse interne et présentant des problèmes inflammatoires importants et des lésions suppurées ou exsudatives. Ces bactéries, considérées comme des commensaux de la flore buccale et rhino-pharyngée chez le chien, présentent donc une pathogénicité qui pourrait s'expliquer par une agression physique de la muqueuse trachéale par la prothèse (principe d'une « micro-morsure ») ; elles constitueraient alors des pathogènes opportunistes majeurs.

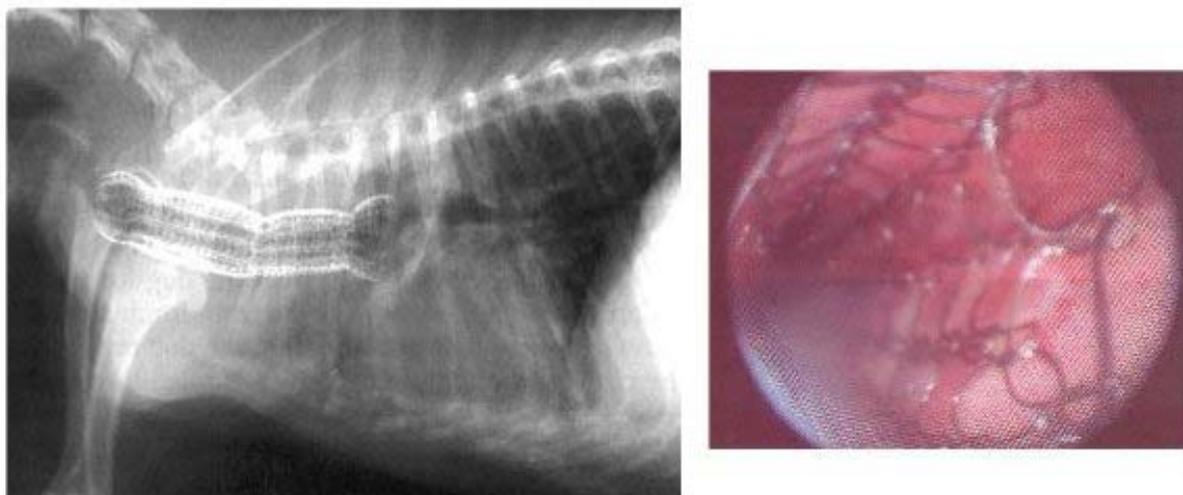
Le revêtement, la composition et la structure de l'implant semblent donc jouer un rôle prépondérant dans la tolérance de la prothèse par l'organisme et sont donc à étudier plus particulièrement ; le matériau utilisé doit être suffisamment souple pour s'adapter à la trachée et ainsi prévenir les migrations et les collapsus éventuels (30). Le nitinol est un métal souple qui possède les mêmes propriétés que les cartilages trachéaux et semble ne pas migrer ni éroder la muqueuse trachéale ; des prothèses de nitinol sont disponibles dans différentes tailles et semblent donc devenir une bonne option de traitement du collapsus trachéal chez le chien (30).

Chez l'homme, il n'existe aucune pathologie comparable au collapsus trachéal du chien, mais les prothèses disponibles actuellement en médecine humaine peuvent rétablir la rigidité des cartilages trachéaux et augmenter le diamètre luminal chez le chien aussi (30). Un implant utilisé en médecine humaine lors de collapsus bronchique (le « Wallstent ») a ainsi été mis en place avec succès au cours d'une endoscopie chez un chien mâle croisé de 6 ans (11).



**Figure 49 : Radiographies de profil du thorax d'un chien présentant un collapsus trachéal cervical traité par mise en place d'une prothèse intraluminaire au cours d'une endoscopie (G. Maurel, d'après (11)).**

Un autre implant a été mis en place sous contrôle radioscopique et endoscopique chez un chien Yorkshire terrier mâle castré de 8 ans (30) ; la difficulté essentielle réside dans l'estimation de la taille de la prothèse à utiliser (diamètre et longueur) de façon à ne pas provoquer de collapsus des portions saines de la trachée (longueur insuffisante) ni de nécrose de la paroi trachéale (diamètre trop important) ou de migration de la prothèse (diamètre trop petit).



**Figure 50 : Aspect radiographique (à gauche) et endoscopique (à droite) d'une prothèse intraluminale (d'après (30)).**

Cependant, à l'heure actuelle, ce type de prothèses n'est pas encore bien connu et reste évidemment extrêmement coûteux (36). Elles permettraient une mise en place beaucoup plus aisée pour tous les collapsus concernant la portion thoracique de la trachée, voire même les bronches souches (30, 67).

### **c) Autre technique intraluminale**

Une nouvelle technique se développe actuellement en médecine humaine pour traiter les sténoses trachéales par endoscopie ; elle consiste à redonner leur forme aux cartilages trachéaux grâce à l'utilisation d'un laser (82).

Cependant cette technique semble limitée à la correction de sténoses intraluminales dues à des changements concernant les tissus mous (fibrose avec ou sans inflammation) et non les cartilages ; en effet, elle permet une redistribution de l'eau à l'intérieur des anneaux après levée de la cause de la déformation cartilagineuse. Elle ne serait donc pas applicable au collapsus trachéal rencontré chez le chien, du moins dans sa forme dégénérative classique, puisque l'eau n'est alors plus retenue par les glycosaminoglycanes et ne peut donc être déplacée.

## **2. Utilisation des prothèses externes**

La plupart des auteurs préconisent actuellement cette technique. Elle est utilisée avec des résultats satisfaisants ou très satisfaisants dans les stades II, III et IV. Elle peut être associée à une chondrotomie lors de collapsus de stade IV pour pouvoir adapter les prothèses aux cartilages déformés (81).

### **a) Principe général**

Une prothèse externe est mise en place sur la paroi trachéale en regard de la portion collabée de façon à lui apporter un support rigide et à maintenir la béance de la lumière trachéale sans interférer avec la circulation mucociliaire. Ces prothèses

sont en polypropylène et sont constituées généralement à partir d'un corps de seringue. Leur pose nécessite cependant la mise en œuvre d'une technique chirurgicale lourde et difficile.

Des essais ont été réalisés dans les années 1960 avec des tubes plastiques de grande longueur, incomplets, dont la coupe transversale forme un C (prothèse externe de Schiller, Helper et Small **(31)**). Mais les résultats ont été décevants car ils diminuent considérablement les possibilités de flexion de la trachée et leur mise en place est délicate. Deux types de prothèses sont aujourd'hui utilisés : les anneaux et les spirales.

## **b) Prothèse annulaire**

Ce sont les prothèses les plus utilisées aujourd'hui ; elles dérivent de la prothèse externe de Schiller, Helper et Small **(31)** qui a été améliorée par Hobson dans les années 1970 pour aboutir à ces prothèses annulaires (ou prothèses de Hobson) qui donnent plus de flexibilité à la trachée que les tubes initialement employés.

### **1- Fabrication des prothèses annulaires**

Les anneaux constituant la prothèse annulaire étaient confectionnés généralement à l'aide d'un étui de seringue de 5 cm<sup>3</sup> ou de 3 cm<sup>3</sup>, avant que les étuis plastiques ne soient remplacés par des étuis papier. Aujourd'hui, les prothèses sont faites à partir des chambres de débit des seringues. Le chlorure de polyvinyle semble par ailleurs plus souple d'utilisation que le polypropylène **(1)**.

Chaque anneau a donc un diamètre de 1,3 à 1,5 cm, et une largeur de 3 à 5 mm.

Il est sectionné transversalement de façon à permettre le placement de la trachée. Les bords sont polis de façon à supprimer les surfaces rugueuses. Quatre ou cinq trous sont percés sur la circonférence de l'anneau à l'aide d'une aiguille hypodermique de diamètre 1,2 mm afin de permettre l'ancrage de la prothèse.



**Figure 51 ; Prothèse annulaire en polypropylène**

Cette taille de prothèse convient généralement pour les chiens de petite race ou les chats. Pour les races moyennes ou grandes, il faudra réaliser des prothèses plus larges et de circonférence supérieure.

Les anneaux peuvent être stérilisés à l'oxyde d'éthylène (mais le plastique peut absorber les toxines pour une période assez longue et causer des réactions tissulaires défavorables **(33)**) ou par autoclavage, 48h avant l'intervention.

## 2- Mise en place des prothèses annulaires

Au cours de l'intervention, la région collabée est repérée.

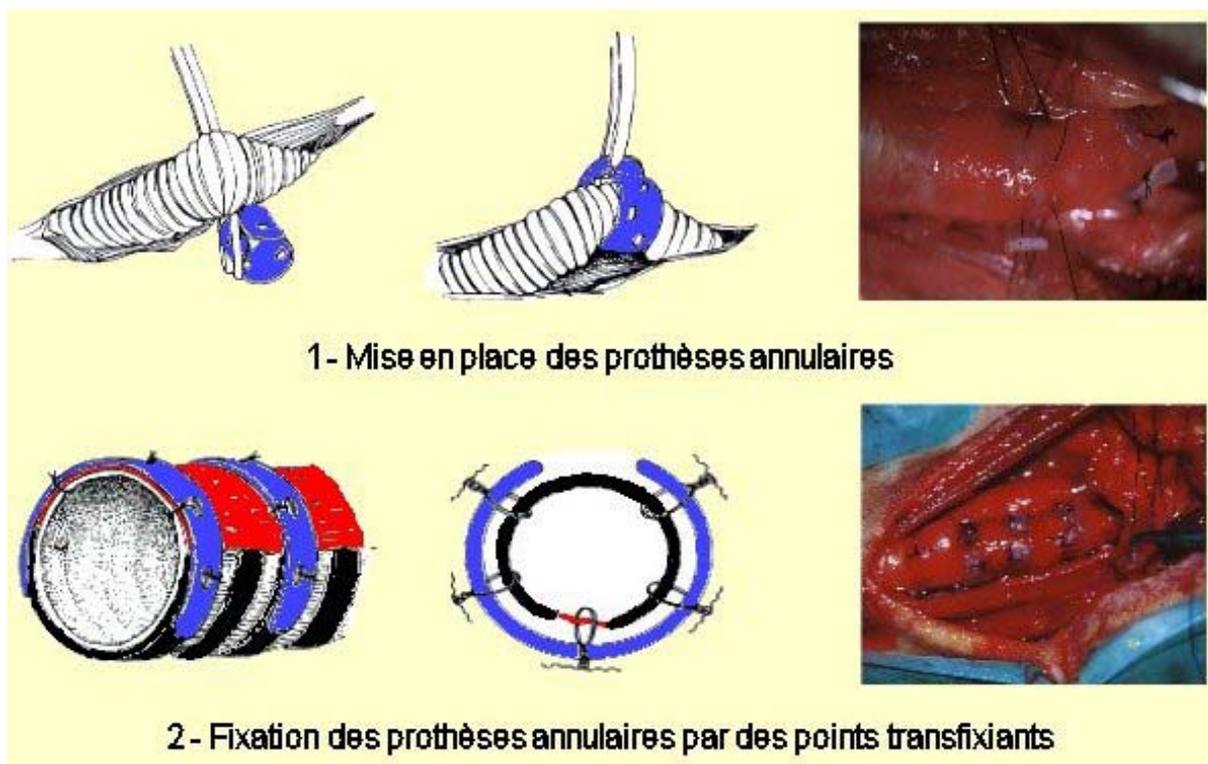
Des incisions de quelques millimètres sont pratiquées dans le feuillet conjonctif entourant la trachée entre les artères segmentaires ; ceci permet d'isoler la trachée sur une petite portion à différents niveaux, à l'aide d'une pince hémostatique courbe, tout en préservant la vascularisation et l'innervation entre les emplacements des futures prothèses. Ces portions isolées de trachée doivent être juste assez étendues pour loger l'anneau de plastique.

Une pince hémostatique courbe, placée dorsalement à la trachée, permet de saisir une extrémité de l'anneau en plastique et de le tirer autour de la trachée. Plusieurs anneaux espacés d'environ 1 cm sont alors placés autour de la trachée par les incisions pratiquées ; généralement il ne faut pas plus de 4 à 5 prothèses annulaires pour corriger les collapsus cervicaux et de l'entrée de la poitrine **(81)**.

Ces anneaux sont ancrés à la paroi à l'aide de points transfixiants passés au travers de celle-ci et par chaque trou de l'anneau (les extrémités libres des anneaux étant suturées à la face ventrale de la trachée). Chaque anneau est ainsi fixé au moyen de quatre à cinq sutures au monofil de polypropylène décimale 1,5 à 3.

Les sutures sur les faces dorso-latérales requièrent la mobilisation et la rotation de la trachée ; ces manœuvres doivent être effectuées avec une grande délicatesse et sont facilitées par la mise en place préalable des sutures ventrales.

Une traction crâniale de la trachée permet de libérer la partie crâniale de la trachée intra-thoracique ce qui permet de placer un ou deux anneaux à l'entrée de la poitrine ou au-delà **(87)**. A cet endroit, le diamètre de la trachée diminue ; or l'application d'une prothèse trop grande risque de déchirer le muscle trachéal. On remédie à cette difficulté en suturant les extrémités libres de la prothèse à l'aide d'un fil d'acier pour lui donner le diamètre approprié (les extrémités coupées du fil d'acier doivent alors être orientées vers la prothèse pour éviter qu'elles ne lacèrent les tissus environnants et notamment les vaisseaux) **(81)**.



**Figure 52 : Mise en place des prothèses externes annulaires (G. Maurel, d'après (33) et (3) et © C. Carozzo).**

### **3- Avantages et inconvénients de ce type de prothèses**

La mise en place des prothèses annulaires est relativement aisée malgré la difficulté de pose des sutures à travers les trous. La plupart des résultats semblent satisfaisants dans la mesure où les difficultés respiratoires régressent, mais il est parfois nécessaire de traiter l'animal avec des antitussifs ou des bronchodilatateurs en raison de la persistance d'une bronchite chronique génératrice de toux.

Les complications postopératoires sont restreintes. Lorsque la toux est importante, de faibles doses de dexaméthasone (0,25 mg/kg deux fois à 6 ou 8 heures d'intervalle) suffisent généralement à la juguler. Un traitement antibiotique adapté à la population bactérienne locale est maintenu pendant deux à trois semaines après l'intervention.

Cependant les prothèses annulaires présentent tout de même certains inconvénients.

Elles limitent par exemple la flexibilité de la trachée en regard des deux ou trois anneaux trachéaux sur lesquels s'appuie chaque prothèse. Cependant, il est possible de positionner un plus grand nombre de prothèses de façon à réduire leur largeur individuelle.

D'autre part, le contact avec la paroi de la trachée n'est pas uniforme et des mouvements relatifs sont possibles, pouvant ainsi créer des lésions de la paroi au niveau du bord des prothèses.

Par ailleurs, les sutures sur les faces dorso-latérales de la trachée sont parfois compliquées à placer et ce système risque de maintenir une portion trachéale collabée entre les anneaux successifs. La réalisation d'une plicature du muscle trachéal dorsal dans l'intervalle des prothèses permet de compléter la trachéoplastie et limiter le collapsus entre les anneaux.

Enfin, une nécrose de la portion ventrale de la trachée a été constatée lors de la pose d'une prothèse annulaire dans un cas de collapsus trachéal de stade IV avec éversion du cartilage ; la « remise en forme » des cartilages a vraisemblablement nécessité une mise en tension trop importante de la paroi (c'est pourquoi certains auteurs recommandent la réalisation concomitante d'une chondrotomie **(81)**). L'intégrité de la paroi n'a pas été conservée, suite à la nécrose, ce qui est à l'origine d'une contamination importante des tissus environnants et d'un retard important dans la cicatrisation.

Certains auteurs ont donc développé une prothèse extraluminale spiralée, pour essayer de pallier tous ces inconvénients liés au caractère annulaire de la première prothèse extraluminale.

Mais d'autres auteurs utiliseront préférentiellement les prothèses annulaires car elles nécessitent une dissection moins importante des tissus pérित्रachéaux et donc diminueraient le risque de dévitalisation de la trachée **(36)**.

Une étude montre que les différences de forme des prothèses n'entraînent aucune différence significative dans l'évolution clinique des chiens ayant subi une implantation de prothèse en polypropylène **(28)**.

### **c) Prothèse spiralée en polypropylène**

Cette technique a été décrite puis modifiée par Finland et al. **(26, 31)**.

#### **1- Fabrication des prothèses spiralées**

La prothèse est confectionnée à l'aide d'un corps de seringue de 3 cm<sup>3</sup> ou de 5 cm<sup>3</sup> pour les chiens de moins de 4 kg ; l'extrémité supérieure et le fond sont éliminés. La découpe s'effectue à l'aide d'une lame de bistouri n°20 ou 22 par exemple.

Chaque corps de seringue permet la fabrication de trois spirales de 3 mm de large ayant un diamètre d'environ 1,5 cm et une longueur d'environ 5,5 cm.

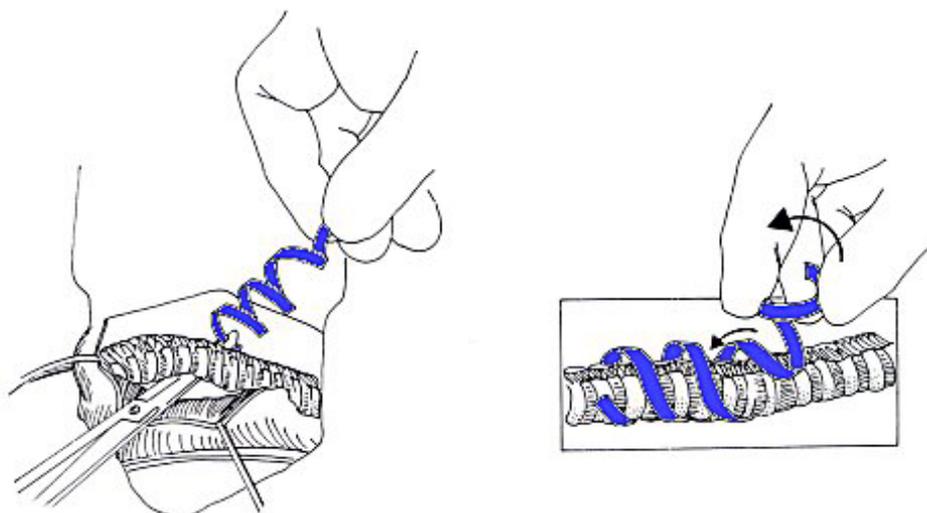
Là encore, il est important d'utiliser des prothèses de taille correcte : si le diamètre est trop grand, l'incorporation des spires dans le tissu conjonctif pérित्रachéal est compromise. Par ailleurs la rupture de certaines sutures trop tendues entraîne une récurrence du collapsus.

Les prothèses sont stérilisées à l'oxyde d'éthylène 48h avant l'intervention.

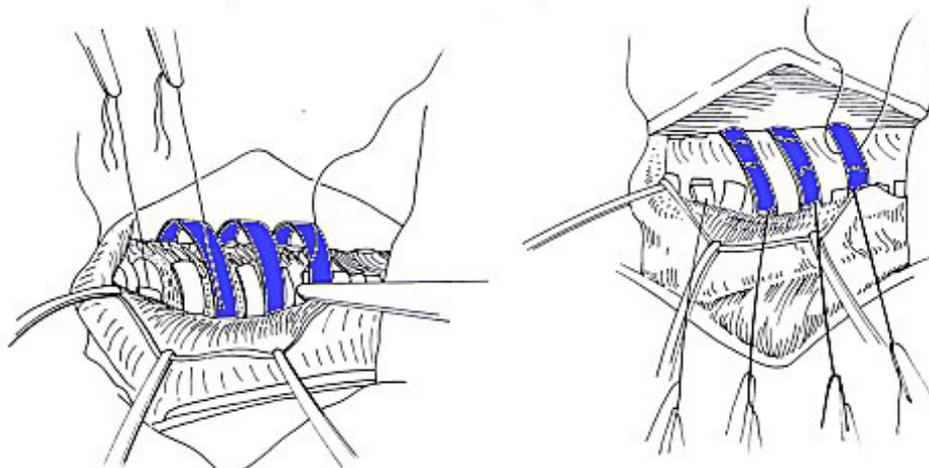
#### **2- Mise en place des prothèses spiralées**

La région collabée de la trachée est repérée et isolée.

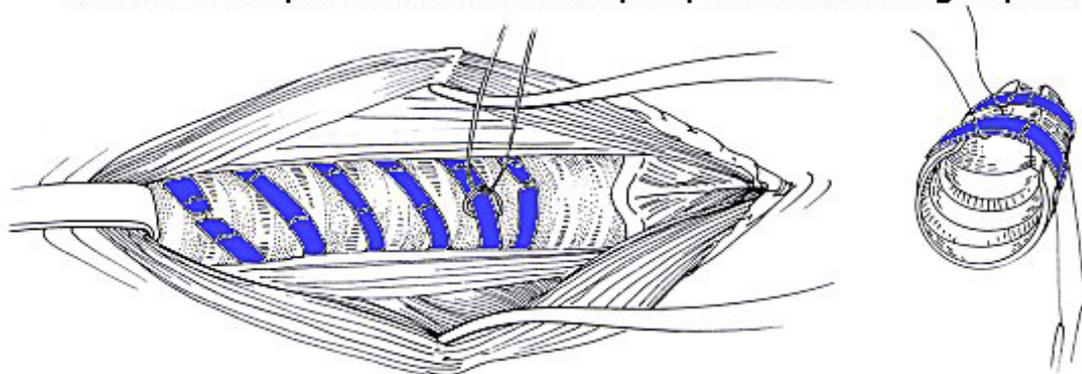
Le premier tour de la spirale est placé à une extrémité du collapsus, puis l'extrémité libre de la spirale est enroulée autour de la trachée jusqu'au dernier tour de spire. Plusieurs prothèses peuvent être mises bout à bout si la longueur du collapsus excède celle de la prothèse.



1- Insertion de la prothèse autour de la portion trachéale collabée



2- Mise en place du premier rang de suture dont les chefs laissés longs permettent la rotation d'un quart de tour vers le haut pour placer un autre rang de points



3- Quelques points sont placés sur la membrane trachéale dorsale

**Figure 53 : Mise en place d'une prothèse externe spiralée (G. Maurel, d'après (3)).**

La suture commence latéralement à l'aide de points séparés au polypropylène décimale 1,5, chaque point incluant un tour de spire et un cartilage de façon à

assurer une bonne stabilité à la prothèse (les sutures peuvent encercler totalement les spirales sans passer dans des trous comme dans le cas des prothèses annulaires car chaque spire ne mesure que 3 cm de large).

Les sutures pénètrent dans la lumière trachéale ; les chefs des nœuds sont laissés suffisamment longs pour les saisir à l'aide de pinces hémostatiques. Celles-ci permettront la rotation de la trachée d'un quart de tour vers le haut afin de placer ventralement, de façon similaire, une rangée de points dont les chefs permettent une nouvelle rotation d'un quart de tour vers le haut pour placer les sutures latérales du côté opposé.

Quelques points peuvent ensuite être ajoutés entre la prothèse et la membrane dorsale, mais celle-ci doit être manipulée avec précaution compte tenu de sa fragilité particulière lors de collapsus chronique. Toute tension excessive doit être évitée. Les chefs des nœuds sont ensuite coupés.

Certains auteurs recommandent l'utilisation de fils synthétiques résorbables ; mais il semble que ces sutures ne soient pas fonctionnelles assez longtemps pour permettre au tissu fibreux réactionnel d'englober la prothèse et de prendre le relais de sutures. Des récurrences sont donc à craindre en employant ce type de matériel. Par ailleurs, les fils irrésorbables tressés augmentent considérablement le risque d'infection. La meilleure solution est donc d'utiliser des fils irrésorbables monofilaments qui provoqueront une réaction tissulaire minimale et ne favoriseront pas les contaminations bactériennes (23).

Les soins postopératoires sont les mêmes que ceux donnés lors de prothèse annulaire.

### **3- Avantages et inconvénients de ce type de prothèses**

Les résultats obtenus avec cette technique sont satisfaisants : une étude clinique portant sur sept cas (28) montre une amélioration clinique générale comparable aux résultats obtenus avec des prothèses annulaires. Seul un cas de septicémie avec infection péri-trachéale est rapporté huit mois après l'intervention, mais la source de l'infection n'a pas été mise en évidence.

La mise en œuvre de cette technique nécessite la plupart du temps l'isolement de la portion trachéale atteinte et une suppression des artères segmentaires. Cette altération dans la vascularisation provoque, comme nous l'avons expliqué plus haut, une ischémie de la portion centrale de la trachée après trois jours lorsque celle-ci est totalement isolée (40).

Mais la pose d'une prothèse spiralée ne semble pas aggraver le phénomène (40). La revascularisation s'effectue rapidement et devient supérieure à la normale à J7 du fait de la réaction inflammatoire postopératoire.

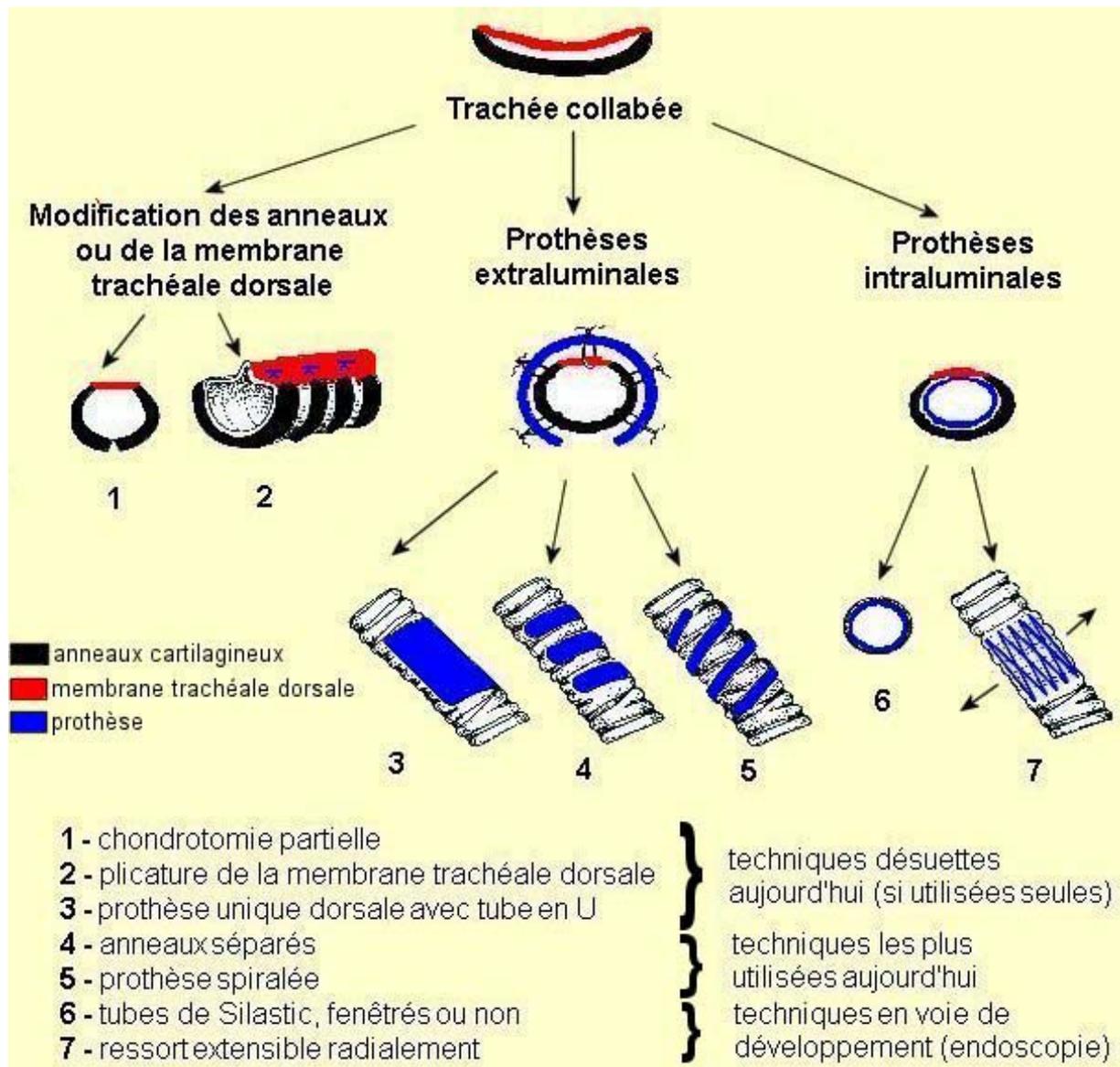
Cependant certains auteurs recommandent de disséquer le pédicule latéral gauche mais de n'ouvrir que des fenestrations dans le pédicule latéral droit, d'environ 3 mm (soit la largeur d'une spire) et tous les 6 mm (espace entre deux spires) (84) (technique de Fingland modifiée en 1993). Après avoir mis en place le premier tour autour de la trachée, le reste de la prothèse peut être « vissé » par un mouvement de rotation de l'extrémité libre, en négociant les passages à travers les fenêtres du pédicule droit.

Les prothèses spiroïdes permettent de conserver la flexibilité de la trachée tout en apportant un support uniforme sur une grande longueur.

La pose de prothèses spiroïdes extra-luminales réalisées à partir de corps de seringue pour le traitement chirurgical du collapsus trachéal est une technique chirurgicale fiable, à condition de respecter les règles suivantes : chirurgie atraumatique (surtout du point de vue vasculaire), bonne évaluation de l'étendue du collapsus, et utilisation de fils irrésorbables. Elle fournit un support uniforme à la trachée et sa flexibilité est maintenue car la prothèse ne recouvre pas les ligaments annulaires sur toute leur circonférence.

### ***E. Bilan général sur les traitements chirurgicaux du collapsus trachéal***

Le schéma ci-dessous résume les différentes techniques utilisées dans le cadre du traitement chirurgical du collapsus trachéal.



**Figure 54 : Différentes techniques chirurgicales décrites pour le traitement du collapsus trachéal (G. Maurel, d'après (20)).**

## VII. SOINS ET COMPLICATIONS POSTOPERATOIRES

### A. Soins postopératoires

#### 1. Suivi médical

Une surveillance continue est indispensable pendant le réveil et les premiers jours suivant une chirurgie de la trachée : on portera une attention toute particulière aux signes de détresse respiratoire car celle-ci peut se produire secondairement à l'inflammation ou à l'encombrement trachéal lié à l'œdème, ou encore du fait d'une paralysie laryngée postopératoire (87).

Une oxygénothérapie peut parfois être nécessaire en postopératoire immédiat : elle peut se faire par la sonde endotrachéale jusqu'au réveil de l'animal, ou par une sonde nasale une fois que l'animal est conscient. Une aspiration trachéale douce peut être indiquée en raison de la légère hémorragie se produisant dans la lumière de la trachée du fait des sutures.

La toux est toujours présente après une opération de la trachée ; lorsqu'elle est modérée, elle est utile pour éliminer l'excès de mucus et éventuellement de sang encombrant les voies respiratoires supérieures. Pourtant, elle tend à exacerber l'état inflammatoire de la trachée, s'auto-entretient et peut même déclencher des crises aiguës de détresse respiratoire notamment à l'occasion de surexcitation.

Il est donc nécessaire de contrôler cette toux qui risque, par la tension excessive qu'elle occasionne en changeant la pression intra-trachéale, de faire lâcher les sutures, en particulier au niveau de la membrane dorsale (87).

C'est pourquoi des anti-tussifs (codéthyline), des expectorants, des broncho-dilatateurs (théophylline) ou encore des sédatifs (acépromazine) peuvent être prescrits pour limiter toute inflammation de la trachée. Les broncho-dilatateurs peuvent être efficaces notamment dans les cas d'atteinte concomitante des voies respiratoires inférieures (bronchite chronique ou collapsus des petites voies respiratoires) (29). Par contre les anti-tussifs doivent être utilisés avec prudence chez les patients présentant par ailleurs une affection pulmonaire ou bronchique car la toux constitue alors un mécanisme de défense.

Une toux persistante peut être due à des affections intercurrentes telles qu'un collapsus des bronches primaires, à une insuffisance cardiaque ou à une trachéite chronique.

L'antibiothérapie mise en place doit être poursuivie pendant 7 à 10 jours postopératoires, voire plus lors de chirurgie correctrice de collapsus trachéal car la plupart des patients ont alors une trachéite bactérienne chronique (minimum de deux semaines) (87).

Un repos strict en cage est nécessaire après toute chirurgie de la trachée, pendant 3 à 7 jours ; de plus, la reprise de l'activité de l'animal doit se faire de façon progressive et sous surveillance pour noter tout signe de sténose trachéale ou de détresse respiratoire **(33)**.

## 2. Mesures hygiéniques

Les propriétaires doivent recevoir toutes les consignes nécessaires à la gestion d'un animal ayant subi une chirurgie trachéale et qui visent à diminuer le stress sur le système respiratoire de l'animal.

Idéalement, les animaux doivent être revus en consultation un, six et douze mois après la chirurgie pour des réévaluations (notamment lors de collapsus trachéal **(33)**). Ceci permet d'évaluer la capacité du patient à ventiler correctement.

Dans tous les cas de collapsus trachéal, il convient de suivre ces quelques recommandations qui ont pour objectif de mettre les chiens à l'abri des causes favorisant les crises et qui peuvent être extrapolées à tout animal ayant subi une chirurgie de la trachée :

- les colliers étroits doivent être proscrits au profit de colliers larges ou de harnais ; ces derniers doivent être soigneusement choisis de façon à éviter les modèles comportant une bride entre le garrot et la base du cou qui exerce une pression sur la portion de la trachée cervicale la plus sujette au collapsus (l'entrée de la poitrine), et qui ont une action plus déplorable encore que les colliers.

- toute cause génératrice d'excitation et / ou de stress doit, dans la mesure du possible, être évitée : jeux, situations stressantes, rituels du retour du maître après une absence...

- en cas de forte chaleur, notamment humide (temps orageux par exemple), l'animal doit être rafraîchi par tous les moyens disponibles : ventilateur, aspersion d'eau fraîche... Les voyages estivaux en voiture, même bien ventilée, sont dangereux dans les stades avancés et peuvent entraîner la mort par asphyxie.

- les chiens obèses doivent subir un régime amaigrissant de façon à diminuer la sévérité des signes cliniques (un excès pondéral intensifie le travail respiratoire et participe à la flaccidité de la membrane trachéale dorsale). Cependant la perte de poids peut être rendue plus difficile par l'absence d'exercice chez ces animaux ; il faut donc fortement inciter les propriétaires à réduire l'apport calorique en prescrivant des régimes riches en fibres et pauvres en graisses et sucres **(38)**.

- enfin, l'animal doit être soustrait à tout facteur d'irritation trachéale (variations brutales de température, fumée de cigarette...)

- si un traitement médical approprié a été mis en place avant l'opération (dans le cadre d'insuffisance mitrale par exemple), il doit être poursuivi après.

Les animaux brachycéphales doivent être d'autant plus surveillés qu'ils sont prédisposés aux difficultés respiratoires sérieuses **(11)**.

Dans les cas de trachéostomie permanente, les propriétaires doivent être avertis du risque d'aspiration de corps étrangers ou d'eau dans la trachée de façon à éviter ces complications ; les baignades seront notamment interdites à ces patients.

## **B. Complications postopératoires**

Les principales complications des chirurgies de la trachée sont les infections, la mucostase, la sténose, la déhiscence des sutures, la fuite d'air permanente (avec emphysème sous-cutané, pneumomédiastin et / ou pneumothorax), l'apparition d'un granulome intra-luminal, la dévitalisation d'un segment trachéal et la paralysie laryngée.

Les animaux toussent fréquemment autant, si ce n'est plus, qu'avant l'opération pendant les deux à trois premières semaines après la chirurgie à cause de la trachéite (inflammation, œdème et hémorragies de la muqueuse) induite par l'intubation endotrachéale, la mise en place des sutures et la manipulation plus ou moins douce de la trachée au cours de l'intervention, l'œdème pérित्रachéal et le passage à travers la muqueuse de la trachée des produits de dégradation de l'acide polyglycolique des sutures (**81, 33, 31**).

La vitesse d'évacuation du mucus peut être diminuée lors de trauma au niveau de la muqueuse ou suite à une atteinte des nerfs vagues ou récurrents lorsque le réflexe de toux est perdu (**33, 28**). Les tubes endotrachéaux, les sections et anastomoses de la trachée et la formation de tissu de granulation entraînent également un déficit du transport du mucus, donc une mucostase.

Cette mucostase va elle-même favoriser les infections, donc nuire à la cicatrisation.

L'une des complications les plus importantes des chirurgies trachéales est la paralysie laryngée. Elle peut survenir suite à une lésion des nerfs laryngés récurrents pendant l'opération (manipulation excessive), suite à une augmentation des pressions négatives dans l'appareil respiratoire lors d'efforts inspiratoires importants (**33**), ou encore suite à la présence de prothèses (mises en place lors de collapsus par exemple) qui irritent les nerfs laryngés récurrents (**11**).

C'est pourquoi certains auteurs ont recommandé de réaliser de façon prophylactique une latéralisation de l'aryténoïde lors de mise en place de prothèse extra-luminale chez des animaux atteints de collapsus trachéal, mais ceci n'est pas fait en routine (**36**).

La sténose peut également devenir une complication postopératoire sérieuse : elle diminue la clearance mucociliaire et peut provoquer l'apparition de signes cliniques d'obstruction trachéale (**33**).

Lors de thoracotomie intercostale, une boiterie du membre thoracique ipsilatéral peut être observée et rattachée à la section du muscle latissimus dorsi ou à une rétraction excessive des côtes (**28**). Dans tous les cas, cette boiterie reste transitoire.



# CONCLUSION

Les affections trachéales sont relativement nombreuses et variées et de plus en plus fréquemment diagnostiquées chez nos carnivores domestiques. Elles font le plus souvent l'objet d'un traitement médical, mais peuvent parfois nécessiter la mise en œuvre d'une chirurgie, notamment lors d'obstacle au passage de l'air entre le nez ou le nasopharynx et les poumons. Cependant, il est important de choisir soigneusement les candidats au traitement chirurgical de façon à obtenir des résultats satisfaisants. L'hygiène de vie est également prédominante dans la gestion d'un animal atteint d'une pathologie trachéale, surtout après une chirurgie correctrice.

La présence d'importantes structures nerveuses et vasculaires autour de la trachée exige une bonne connaissance de l'anatomie de cette région ainsi qu'une parfaite maîtrise des gestes et techniques opératoires avant d'intervenir chirurgicalement. De plus, le rôle essentiel de cet organe dans la fonction de respiration exige de porter une attention toute particulière à la réalisation de l'anesthésie. C'est pourquoi les interventions chirurgicales sur la trachée ne font pas partie des opérations classiquement ou fréquemment réalisées en clientèle privée et sont souvent référées à de plus grands centres où se rencontrent des vétérinaires spécialisés en chirurgie et anesthésie.

Si la pathologie trachéale est relativement bien connue, la chirurgie de la trachée reste un domaine assez complexe et pourtant indispensable à connaître, notamment dans certains cas de détresse respiratoire aiguë où le délai d'intervention peut être relativement bref. De nouvelles techniques chirurgicales moins invasives et moins complexes apparaissant, la chirurgie de la trachée tend à devenir plus courante et plus abordable en clientèle privée généraliste, d'autant plus que la formation continue se développe en médecine et chirurgie vétérinaire.

Le Professeur responsable  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

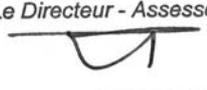
Le 23/05/03

 Professeur Didier FAU  
Ecole Nationale Vétérinaire de LYON  
69280 MARCY L'ETOILE

Le Président de la thèse



Vu : Le Directeur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Pour le Directeur empêché,  
Le Directeur - Assesseur

  
Professeur Gilles BOURDOISEAU

Professeur J-F CHARY

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 07 OCT 2003

Pour le Président de l'Université,  
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,  
Professeur F. MAUGUIERE





## BIBLIOGRAPHIE

**(1) AYRES S.A., HOLMBERG D.L. :**

*Surgical treatment of tracheal collapse using pliable total ring prostheses : results in one experimental and 4 clinical cases.*

Can. Vet. J. 1999; 40 : 787-791.

**(2) BARONE R. :**

*Appareil respiratoire.*

In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3. Splanchnologie fascicule premier. Deuxième édition. Vigot, Paris, 1984/1990 ; 879 p.

**(3) BARREAU P. :**

*Chirurgie de la trachée.*

In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1994 ; 2, 1300 : 1-18.

**(4) BASSI N., CALLEGORI P., PERINI M. :**

*Applied effectiveness of human fibrin glue (Tissucol) in tracheal reconstruction. Experimental research with a clinical orientation.*

Minerva Chir. 1989; 44 (17) : 1927-1931.

**(5) BECK J.A., SIMPSON D.J., TISDALL P.L.C. :**

*Surgical management of osteochondromatosis affecting the vertebrae and trachea in an Alaskan Malamute.*

Aust. Vet. J. 1999 Jan; 77 (1) : 21-23.

**(6) BELL F.W. :**

*Neoplastic diseases of the thorax.*

In : CAYWOOD DD: Non-cardiac surgical diseases of the thorax. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 1987; 17 (2) : 387-.

**(7) BERNARDE A. :**

*Plaie trachéale chez un chien.*

Action Vét. 1990 ; 1131 : 3-6.

**(8) BERNARDE A. :**

*Plaie trachéale consécutive à une morsure au cou.*  
Prat. Méd. Chir. Anim. Cie. 2000 ; 35 : 605-607.

**(9) BILLER D.S. :**

*Radiographic evaluation of the upper airway (pharynx, larynx and trachea).*  
In: BRYDEN DI : Thoracic medicine and cardiology. 1998; 189-190.

**(10) BINAUT P., GUILBAUD L., REMY D., CADORE J.L. :**

*Perforation trachéale chez un chien ; traitement chirurgical et suivi endoscopique.*  
Point Vét. 1999 ; 30 (201) : 85-89.

**(11) BJORLING D., MAC ANULTY J., SWAINSON S. :**

*Surgically treatable upper respiratory disorders.*  
Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 2000; 30 (6) : 1227-1251.

**(12) BOJRAB M.J. :**

*Collapsus des anneaux de la trachée.*  
In : Techniques actuelles de chirurgie des petits animaux. 1<sup>e</sup> édition. Vigot, Paris. 1978 ; 186-188.

**(13) BUBACK J.L., BOOTHE H.W., HOBSON H.P. :**

*Surgical treatment of tracheal collapse in dogs : 90 cases (1983-1993).*  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 1996 Feb 1; 208 (3): 380-384.

**(14) CADORE J.L. :**

*Endoscopie trachéo-bronchique chez le chien.*  
Rec. Méd. Vét. 1992 ; 168 (3/4) : 187-191.

**(15) CADORE J.L., LECOINDRE P. :**

*Examens endoscopique et perendoscopique de la trachée et des bronches.*  
In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1993 ; 3, 3300 : 1-6.

**(16) CADORE J.L., LECOINDRE P. :**

*Trachéobronchite infectieuse canine.*  
In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1992 ; 5, 1300 : 1-4.

**(17) CAYWOOD D.D. :**

*Thoracic surgery.*

In : LIPOWITZ A.J., CAYWOOD D.D., NEWTON C.D., SCHWARTZ A. :Complications in small animal surgery : diagnosis, management, prevention. Williams and Wilkins company, Baltimore, 1996; 195-227.

**(18) CHAFFIN K., CROSS A.R., ALLEN S.W., MAHAFFEY E.A., and WATSON S.K. :**

*Extramedullary plasmacytoma in the trachea of a dog.*

J. Am. Vet. Med. Assoc. 1998 May 15; 212 (10): 1579-1581.

**(19) COLIN I. :**

*Contribution à l'étude du collapsus trachéal du chien. Observations cliniques à partir de 112 cas.*

Thèse de doctorat vétérinaire, 1994, Faculté de médecine, Nantes, 110p.

**(20) COLLET M. :**

*Collapsus trachéal chez le chien.*

In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1998 ; 5, 1200 : 1-7.

**(21) DELUCE M.C. :**

*Les strongyloses respiratoires des carnivores domestiques.*

Thèse de doctorat vétérinaire, 1996, Université Claude Bernard, Lyon, 121p.

**(22) DONE D.H., DREW R.A. :**

*Observations on the pathology of tracheal collapse in dogs.*

J. Small Anim. Pract. 1976; 17 : 783-791.

**(23) DUPRE G., PRAT N. :**

*Collapsus trachéal : utilisation d'une prothèse spiroïde extra-luminale.*

Action Vét. 1991 ; 1175 : 11-13.

**(24) FARROW C.S. :**

*Tracheobronchial collapse.*

In : Decision making in small animal radiology. B.C. Decker Inc, Toronto. 1987; 122-123.

**(25) FARROW C.S. :**

*Tracheal foreign body.*

In : Decision making in small animal radiology. B.C. Decker Inc, Toronto. 1987; 120-121.

**(26) FINGLAND R.B., DEHOFF W.D., BIRCHARD S.J. :**

*Surgical management of cervical and thoracic tracheal collapse in dogs using extraluminal spiral prostheses.*

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1987; 23 : 173-181.

**(27) FINGLAND R.B., LAYTON C.I., KENNEDY G.A., GALLAND J.C. :**

*A comparison of simple continuous versus simple interrupted suture patterns for tracheal anastomosis after large-segment tracheal resection in dogs.*

Vet. Surg. 1995 Jul-Aug; 24 (4) : 320-330.

**(28) FINGLAND R.B., WEISBRODE S.E., DEHOFF W.D. :**

*Clinical and pathologic effects of spiral and total ring prostheses applied to the cervical and thoracic portions of the trachea of dogs.*

Am. J. Vet. Res. 1989 Dec; 50 (12): 2168-2175.

**(29) FORRESTER S.D. :**

*Diseases of the nasopharynx, larynx and trachea.*

In : LEIB MS, MONROE WE : Practical small animal internal medicine. WB Saunders, Philadelphia. 1997; 1114-1128.

**(30) GELLASH K.M., DA COSTA GOMEZ T., MACANULTY J.F., BJORLING D.E. :**

*Use of intraluminal nitinol stents in the treatment of tracheal collapse in a dog.*

J. Am. Vet. Med. Assoc. 2002 Dec 15; 221 (12) : 1719-1723.

**(31) GENTY, C. :**

*Le collapsus trachéal : étude d'une prothèse chez le chien.*

Thèse de doctorat vétérinaire, 1989, Faculté de Médecine, Créteil, 95p.

**(32) HARVEY C.E., FINK E.A. :**

*Tracheal diameter. Analysis of radiographic measurements in brachycephalic and non brachycephalic dogs.*

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1982; 18 : 570-575.

**(33) HEDLUND C.S. :**

*Surgical diseases of the trachea.*

In : CAYWOOD DD: Non-cardiac surgical diseases of the thorax. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 1987; 17 (2) : 301-332.

**(34) HUBER M.L., HENDERSON R.A., FINN-BODNER S., MACINTIRE D.K., WRIGHT J.C., HANKES G.H. :**

*Assessment of current techniques for determining tracheal luminal stenosis in dogs.*  
Am. J. Vet. Res. 1997 Oct; 58 (10): 1051-1054.

**(35) HUNT G.B. :**

*Respiratory surgery 1.*

In : BRYDEN DI : Thoracic medicine and cardiology. 1998; 47-51.

**(36) HUNT G.B. :**

*Respiratory surgery 2.*

In : BRYDEN DI : Thoracic medicine and cardiology. 1998; 53-57.

**(37) INUTSUKA K., KAWAHARA Y., TAKACHI T., OKABAYASHI K., SHIRAISHI T., SHIRAKUSA T. :**

*Reconstruction on trachea and carina with immediate or cryopreserved allografts in dogs.*

Ann. Thorac. Surg. 1996 Nov; 62 (5) : 1480-1484.

**(38) JOHNSON L.R., MAC KIERNAN B.C. :**

*Diagnosis and medical management of tracheal collapse.*

In : Seminars in veterinary medicine and surgery (Small animal). 1995; 10 (2) : 101-108.

**(39) KEDRA H. :**

*Use of fibrin glue in tracheal surgery : experimental studies.*

Polim. Med. 1986; 16 (1-2) : 31-43.

**(40) KIRBY B.M., BJORLING D.E., RANKIN J.H.G., PHERNETTON T.M. :**

*The effects of surgical isolation and application of polypropylene spiral prostheses on tracheal blood flow.*

Vet. Surg. 1991, 20 (1) : 49-54.

**(41) KIRIYAMA M., MASAOKA A., YAMAKAWA Y., NIWA H., FUJII Y. :**

*Experimental reconstruction of the mediastinal trachea with a wing-shaped reversed esophageal flap.*

Ann. Thorac. Surg. 1997 Aug; 64 (2) : 349-354.

**(42) KITAGAMI H., TAKAHASHI T., WATANABE S., SUZUKI O., MORIKAWA T., OKUSHIBA S. et al :**

*Experimental study of tracheal patch reconstruction with a covered expandable metallic stent.*

Ann. Thorac. Surg. 1998 Nov; 66 (5) : 1777-1781.

**(43) KUEHN N.F. :**

*Diagnostic methods for upper airway disease.*

In : Seminars in veterinary medicine and surgery (Small animal). 1995; 10 (2) : 70-76.

**(44) KUNTZ C.A. :**

*Thoracic surgical oncology.*

Clin. Tech. Small Anim. Pract. 1998 Feb; 13 (1) : 47-52.

**(45) LAMB W.A. :**

*Recognition and management of neoplasia of the respiratory system.*

In : BRYDEN DI : Thoracic medicine and cardiology. 1998; 259-263.

**(46) LAPPIN M.R. :**

*Endoscopic assessment of the trachea and bronchi.*

In : MITTEN R : Respiratory and pulmonary conditions. Refresher course for veterinarians. 1993; 325-328.

**(47) LAU R.E., SCHWARTZ A., BUERGELL C. :**

*Tracheal resection and anastomosis in dogs.*

J. Anim. Hosp. Assoc. 1980; 176 (3) : 134-139.

**(48) LI J., XU P., CHEN H. :**

*Successful tracheal autotransplantation with two-stage approach using the greater omentum.*

Ann. Thorac. Surg. 1997 Jul; 64 (1) : 199-202.

**(49) LI J., XU P., CHEN H., YANG Z., ZHANG Q. :**

*Improvement of tracheal autograft survival with transplantation into the greater omentum.*

Ann. Thorac. Surg. 1995 Dec; 60 (6) : 1592-1596.

**(50) LIU Y., NAKAMURA T., SHIMIZU Y., UEDA H., YOSHITANI M., TOBA T., FUKUDA S. :**

*Tracheal allotransplantation in beagle dogs without immunosuppressants.*

Ann. Thorac. Surg. 2001 Oct; 72 (4) : 1190-1194.

**(51) LOPES DE LIMA J. :**

*Corps étranger intra-trachéal chez un chien.*

Action Vét. 2001 ; 1551 : 14-22.

**(52) MARTEL P. :**

*Affections de la trachée.*

In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1992 ; 5, 1100 : 1-4.

**(53) MARTEL P., PECHEREAU D., LANORE D. :**

*Recto-verso n°6 : Epithélioma spinocellulaire de la trachée chez un chat.*

Prat. Méd. Chir. Anim. Cie. 1992 ; 27 (2) : 165-166.

**(54) MARTIN V.C., GAPANY P., REINARTZ V., DIETLIN N., FLORSCH S. :**

*Fistule oesophago-trachéale congénitale chez un chien.*

Point Vét. 1994; 26 (160) : 77-80.

**(55) MONNET E. :**

*Un mastocytome trachéal.*

Action Vét. 1990 ; 1151 : 12-14.

**(56) MORIYAMA H., SASAJIMA T., HIRATA S., YAMAZAKI K., YATSUYANAGI E., KUBO Y. :**

*Revascularisation of canine cryopreserved tracheal allografts.*

Ann. Thorac. Surg. 2000 Jun; 69 (6) : 1701-1706.

**(57) MUKAIDA T., SHIMIZU N., AOE M., ANDOU A., DATE H. :**

*Tracheal allotransplantation after varying terms of cryopreservation.*

Transplant Proc. 1998 Nov; 30 (7) : 3397-3400.

**(58) MUKAIDA T., SHIMIZU N., AOE M., ANDOU A., DATE H., MORIYAMA S. :**

*Origin of regenerated epithelium in cryopreserved tracheal allotransplantation.*

Ann. Thorac. Surg. 1998 Jul; 66 (1) : 205-208.

**(59) MURAI K., OIZUMI H., MASAOKA T., FUJISHIMA T., ABIKO M., SHIONO S., SHIMAZAKI Y. :**

*Removal of cartilage rings of the graft and omentopexy for extended tracheal autotransplantation.*

Ann. Thorac. Surg. 1999 Mar; 67 (3) : 776-780.

**(60) NAKANISHI R., HASHIMOTO M., YASUMOTO K. :**

*Improved airway healing using basic fibroblast growth factor in a canine tracheal allotransplantation model.*

Ann. Surg. 1998 Mar; 227 (3) : 446-454.

**(61) NAWROCKI M.A., MACKIN A.J., CANTWELL H.D., ELLIS B. :**

*What is your diagnosis ? Spherical soft tissue opacity in the area of the distal portion of the trachea.*

J. Am. Vet. Med. Assoc. 2002 Sep 15; 221 (6) : 783-784.

**(62) NELSON W.A. :**

*Lower respiratory system.*

In : SLATTER DH : Textbook of small animal surgery. Second edition. WB Saunders, London, 1993; 782-787.

**(63) O'BRIEN J.A., BUCHANAN J.W., KELLY D.F. :**

*Tracheal collapse in the dog.*

J. Am. Vet. Radiol. Soc. 1996; 7 : 12.

**(64) ORTON E.C. :**

*Surgical management of tracheal and bronchial disorders.*

In : BRYDEN DI : Respiratory and pulmonary conditions. Refresher course for veterinarians. Post-graduate committee in veterinary science, Sydney. 1993; 139-145.

**(65) OSADA H., KOJIMA K. :**

*Experimental tracheal reconstruction with a rotated right stem bronchus.*

Ann. Thorac. Surg. 2000 Dec; 70 (6) : 1886-1890.

**(66) PARK Y.S., LEE D.Y., PAIK H.C., BAE K.M., CHO S.H. :**

*The role of omentopexy in tracheal transplantation in dogs.*

Yonsei Med. J. 1996 Apr; 37 (2) : 118-124.

**(67) RADLINSKY M.A., FOSSUM T.W. :**

*Tracheal collapse in a young boxer.*

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2000 Jul-Aug; 36 (4) : 313-6.

**(68) RUEL Y. :**

*Flaccidité, collapsus, hypoplasie de la trachée chez le chien : comment les reconnaître par la radiographie ?*

Point Vét. 1996; 28 (176) : 67-70.

**(69) SALISBURY S.K., FORBES S., BLEVINS W.E. :**

*Peritracheal abscess associated with tracheal collapse and bilateral laryngeal paralysis in a dog.*

J. Am. Vet. Med. Assoc. 1990 Apr 15; 196 (8): 1273-1275.

- (70) SHAHA A.R., BURNETT C., DIMAIO T., JAFFE B.M. :**  
*An experimental model for the surgical correction of tracheomalacia.*  
Am. J. Surg. 1991 Oct; 162 (4) : 417-420.
- (71) SPODNICK G.J., NWADIKE B.S. :**  
*Surgical management of extrathoracic tracheal collapse in two large-breed dogs.*  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 1997 Dec 15; 211 (12): 1545-1548.
- (72) STAMBOULI F. :**  
*Aspect radiographique des affections laryngées et trachéales.*  
In : LAFORGE H : Encyclopédie vétérinaire. Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris. 1994 ; 3, 0500 : 1-5.
- (73) TANGNER C.N., HOBSON H.P. :**  
*A retrospective study of 20 surgically managed cases of collapsed trachea.*  
Vet. Surg. 1982; 11 (4) : 146-149.
- (74) TERAMACHI M., NAKAMURA T., YAMAMOTO Y., KIYOTANI T., TAKIMOTO Y., SHIMIZU Y. :**  
*Porous-type tracheal prosthesis sealed with collagen sponge.*  
Ann. Thorac. Surg. 1997 Oct; 64 (4) : 965-969.
- (75) TOJO T., NIWAYA K., SAWABATA N., KUSHIBE K., NEZU K., TANIGUCHI S., KITAMURA S. :**  
*Tracheal replacement with cryopreserved tracheal allograft : experiment in dogs.*  
Ann. Thorac. Surg 1998 Jul; 66 (1) : 209-213.
- (76) TOJO T., NIWAYA K., SAWABATA N., NEZU K., KAWACHI K., KITAMURA S. :**  
*Tracheal allogenic immunoresponse is reduced by cryopreservation : canine experiment.*  
Transplant Proc. 1996 Jun; 28 (3) : 1814-1815.
- (77) UEDA M., YOKOMISE H., WADA H., HITOMI S. :**  
*Experimental tracheal transplantation for possible clinical application.*  
Transplant Proc. 1997 Feb-Mar; 29 (1-2) : 871-873.
- (78) VAISSAIRE J., GENTY C., GALLIX P. :**  
*Isolement de bactéries apparentées aux Pasteurella : E.F.4 et M5 dans le rhinopharynx et la trachée de chiens porteurs de prothèse trachéale.*  
Bull. Acad. Vét. de France. 1994 ; 67 : 87-94.

**(79) VERHELST S. :**

*La dyspnée des carnivores.*  
Action Vét. 1991 ; 1175 : 15-27.

**(80) VINTACHE D. :**

*Etude d'une infestation à *Oslerus osleri* dans un chenil.*  
Thèse de doctorat vétérinaire, 1995.

**(81) WALKER T.L., HOBSON H.P. :**

*Collapsus trachéal.*  
In : BOJRAB MJ : Techniques actuelles de chirurgie des petits animaux. 2<sup>e</sup> édition. Vigot, Paris. 1987 ; Tome 1 : 285-289.

**(82) WANG Z., PERRAULT D.F. Jr, PANKRATOV M.M., SHAPSHAY S.M. :**

*Endoscopic laser-assisted reshaping of collapsed tracheal cartilage : a laboratory study.*  
Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1996 Mar; 105 (3) : 176-181.

**(83) WARZEE C., BOUVY B. :**

*Traitement chirurgical d'un collapsus trachéal.*  
Action Vét. 1995 ; 1330 : 25-30.

**(84) WENDEL NELSON A. :**

*Diseases of the trachea and bronchi.*  
In : SLATTER D. : Textbook of small animal surgery. Third edition. Saunders, Philadelphia, 1993; Volume 1 : 858-878.

**(85) WHITE R.N., BURTON C.A. :**

*Surgical management of intrathoracic tracheal avulsion in cats : long-term results in 9 consecutive cases.*  
Vet. Surg. 29 : 430-435.

**(86) WHITEFIELD J.B., GRAVES J.M., LAPPIN M.R., TOOMBS J.P., CROWE D.T., BJORLING D.E. :**

*Anesthetic and surgical management of intrathoracic segmental tracheal stenosis utilizing high-frequency jet ventilation.*  
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1989; 25 : 443-446.

**(87) WOLTER V., BARDET J.F. :**

*Diagnostic endoscopique et traitement chirurgical du collapsus trachéal : étude rétrospective de 14 cas.*

Prat. Méd. Chir. Anim. Cie. 1998 ; 33 (5) : 375-385.

**(88) YANOFF S.R., FUENTEALBA C., BOOTHE H.W., ROGERS K.S. :**

*Tracheal defect and embryonal rhabdomyosarcoma in a young dog.*

Can. Vet. J. 1996; 37 : 172-173.

**(89) YOKOMISE H., INUI K., WADA H., UEDA M., HITOMI S. :**

*Reliable long-term cryopreservation of trachea for tissue banks.*

Transplant Proc. 1996 Apr; 28 (2) : 1119-1120.

**(90) YOKOMISE H., INUI K., WADA H., UEDA M., HITOMI S. :**

*Tracheal transplantation in dogs for future clinical application.*

Transplant Proc. 1996 Jun; 28 (3) : 1763-1764.

**(91) ZUBER R.M. :**

*Respiratory tract neoplasia.*

In : MITTEN R : Respiratory and pulmonary conditions. Refresher course for veterinarians. 1993; 13.

**MAUREL Guylaine**

**PATHOLOGIE ET CHIRURGIE DE LA TRACHEE CHEZ LES  
CARNIVORES DOMESTIQUES**

**Thèse Vétérinaire : Lyon , le 26 novembre 2003**

**RESUME :**

La trachée est le conduit assurant la conduction de l'air inspiré et expiré entre le larynx et les bronches souches. Son intégrité, notamment sa paroi, son diamètre et le fonctionnement de l'escalator mucociliaire, est nécessaire à une fonction ventilatoire correcte ; or toute affection trachéale va modifier ces composantes.

Après avoir étudié les affections trachéales (étiologie et symptômes associés), nous étudions les moyens dont nous disposons pour explorer la trachée (examen clinique, imagerie médicale et endoscopie) ; enfin, les différentes options de traitement chirurgical des affections trachéales sont envisagées sans oublier toutefois que le traitement médical est le plus souvent mis en œuvre aujourd'hui dans ce type d'affections.

**MOTS CLES :**

- trachée
- pathologie
- chirurgie
- chien et chat

**JURY :**

Président : Monsieur le Professeur PIGNAT  
1er Assesseur : Monsieur le Professeur FAU  
2ème Assesseur : Madame le Professeur REMY  
Membre invité : Monsieur le Docteur CAROZZO

**DATE DE SOUTENANCE : 26 novembre 2003**

**ADRESSE DE L'AUTEUR :**

7 rue du docteur Claude Normand  
39100 DOLE