CENTRE HOSPITALIER
UNIVERSITAIRE DE NANTES

UNIVERSITE DE NANTES

U.F.R. de Médecine et de Techniques Médicales
Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Spécialisées
en
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE ET CHIRURGIE CERVICO-FACIALE

Présenté et soutenu le 8 avril 2011 par
Guillaume Angel

Anatomie du nerf laryngé supérieur.

Jury

M. le Professeur BEUTTER	CHU de Tours
M. le Professeur BORDURE	CHU de Nantes
M. le Professeur DUFOUR	CHU de Poitiers
M. le Professeur GODEY	CHU de Rennes
M. le Professeur KLOSSEK	CHU de Poitiers
M. le Professeur LACCOURREYE	CHU d'Angers
M. le Professeur LE CLECH	CHU de Rennes
M. le Professeur LESCANNE	CHU de Tours
M. le Professeur MALARD	CHU de Nantes
M. le Professeur MARIANOWSKI	CHU de Brest
M. le Professeur ROBIER	CHU de Tours

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION

II- RAPPELS ANATOMIQUES

1- Embryologie
2- Origine neuro-anatomique du nerf laryngé supérieur
3- Bases anatomiques du nerf laryngé supérieur

III- MATERIEL ET METHODE

1- Matériel de dissection
2- Méthode de dissection
3- Mesures de distances
4- Calculs statistiques

IV- RESULTATS

1- Origine
2- Trajet et rapports
3- Anastomoses avec le tronc sympathique cervical
4- Vue d'ensemble du nerf laryngé supérieur
5- Tableaux de mesure des distances au nerf laryngé supérieur

V- DISCUSSION

1- Anatomie et variations
2- Applications chirurgicales

VI- CONCLUSION

VII- BIBLIOGRAPHIE

I- INTRODUCTION :

Le nerf laryngé supérieur est un nerf pair né du nerf vague (X) au niveau de son ganglion inférieur.

La fonction du nerf laryngé supérieur est mixte essentiellement sensitive. Il donne une branche interne responsable de l'innervation des muqueuses de l'épiglotte et de la partie basse de la base de langue, du mur laryngé postérieur et du vestibule laryngé. La branche externe, qui innerve la muqueuse du ventricule laryngé et l'espace infra-glottique, possède un contingent moteur destiné au muscle crico-thyroïdien. Ce muscle pair intrinsèque du larynx joue un rôle de tenseur des plis vocaux qui explique la possibilité de dysphonie lors de lésion du nerf laryngé supérieur.

Au-delà de la modification de la voix, la fonction du nerf laryngé supérieur est importante car elle participe à la protection des voies aériennes supérieures. La section de ce nerf est responsable d'une diminution de la toux et de troubles de déglutition pouvant entraîner des pneumopathies d'inhalation engageant le pronostic vital du patient.

L'objectif de cette étude, réalisée à partir de dissections de 7 sujets, est de décrire et de mesurer les distances entre le nerf laryngé supérieur et certains éléments anatomiques, afin d'évaluer leur reproductibilité pour permettre le repérage et la préservation du nerf lorsque cela est possible. Les domaines d'application sont vastes avec la chirurgie thyroïdienne, les laryngectomies partielles, la chirurgie intéressant l'espace rétro-stylien, les artères carotidiennes, et même l'anesthésie avec la perspective des blocs laryngés.

II- RAPPELS ANATOMIQUES :

1- Embryologie [1], [2] :

L'origine du nerf laryngé supérieur débute au cours des 4ème et 5ème semaines de la vie embryonnaire lors de la formation des arcs branchiaux (figures 1 et 2).

Chaque arc branchial est constitué d'un axe mésenchymateux recouvert d'ectoblaste sur sa face externe et d'entoblaste sur sa face interne. Le mésenchyme donne les structures musculaires et ostéo-cartilagineuses de la face et du cou. Un contingent de cellules dérivées des crêtes neurales suit les structures musculaires au sein de l'arc branchial pour former les éléments nerveux et également pour une part cartilagineux. Ces cellules dérivées des crêtes neurales constituent le ganglion supérieur du vague dont les fibres rejoignent d'un côté le myélencéphale et de l'autre côté se prolongent dans les 4ème et 6ème arcs branchiaux.

Le nerf laryngé supérieur correspond au prolongement nerveux du 4ème arc branchial dont le mésenchyme donne les muscles constricteurs du pharynx, tenseurs du voile du palais, crico-thyroïdiens et, avec le mésenchyme du 6ème arc (auquel correspond le nerf laryngé inférieur ou récurrent), les cartilages du larynx. On retrouve ainsi la topographie de l'innervation du nerf laryngé supérieur.

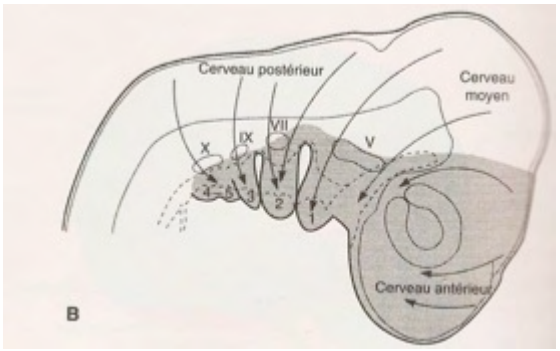

Figure 1 : **Formation des arcs branchiaux lors de la 4ème semaine de vie embryonnaire.**
[Illustrations d'après LANGMAN J., SADLER T.-W. Embryologie médicale (7ème édition, 2003). Edition Pradel : 370].

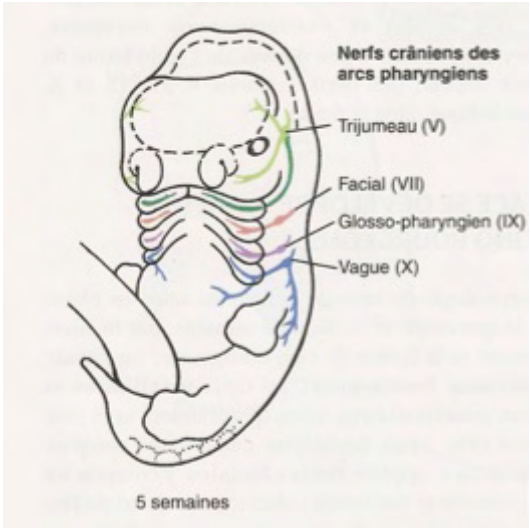

Figure 2 : **Nerfs crâniens des arcs pharyngiens d'un embryon 5 semaines.**
[Illustrations d'après LARSEN W.J. Embryologie humaine (2ème édition française, 2003). Editions De Boeck : 422].

2- Origine neuro-anatomique du nerf laryngé supérieur [3]:

On distingue l'origine des fibres sensitives de celle des fibres motrices. Les corps cellulaires des fibres sensitives se trouvent au niveau du ganglion inférieur du nerf vague. Ils envoient leurs afférences dans le noyau du tractus solitaire dans la moelle allongée. Les noyaux des neurones moteurs du nerf laryngé supérieur se situent dans le noyau ambigu dans la moelle allongée.

Ces fibres se rejoignent au niveau de l'émergence du nerf vague dans le sillon rétro-olivaire de la moelle allongée, puis le nerf vague sort du crâne par le foramen jugulaire où il forme le ganglion supérieur du vague.

3- Bases anatomiques du nerf laryngé supérieur [4], [5] :

Juste après sa sortie de la base du crâne par le foramen jugulaire, le nerf vague forme son ganglion inférieur (ganglion plexiforme). Le nerf laryngé supérieur naît de l'extrémité inférieure de ce ganglion (figure 3).

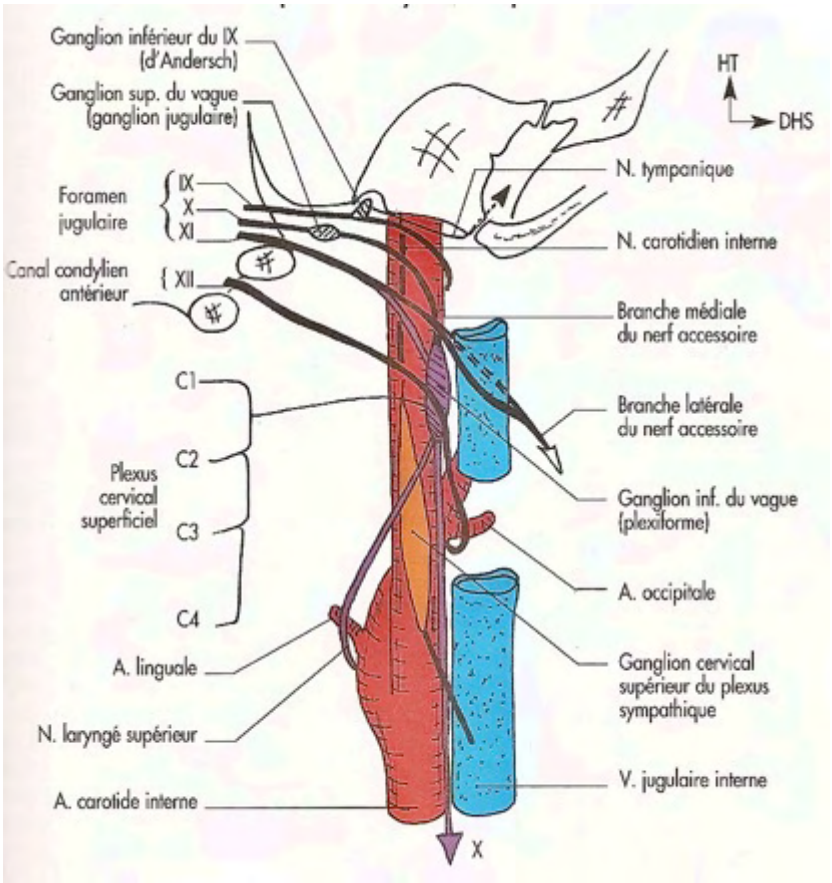

Figure 3 : Espace retro-stylien, vue postérieure

[Illustration d'après LEGENT F., PERLEMUTER L., VANDENBROUK C. Cahier d'Anatomie O.R.L. (4ème édition, 1988). Edition Masson : Sinus latéral, planche G. Modifié par BONFILS P., CHEVALLIER J.-M. Anatomie ORL (2ème édition, 2005). Editions Flammarion : 43,267].

Il se dirige vers le bas, en dedans et en avant, passant en arrière de la carotide interne puis en dedans de la carotide externe. Il longe ainsi la paroi latérale du pharynx et passe en arrière de l'émergence de l'artère linguale. Classiquement, juste au-dessous de cette artère, le nerf laryngé supérieur se divise en 2 branches, l'une externe, l'autre interne (figure 4).

La branche terminale médiane se dirige plus médialement pour passer sous la grande corne de l'os hyoïde en longeant la membrane thyro-hyoïdienne puis la traverse par le même orifice que l'artère laryngée supérieure, branche de l'artère thyroïdienne supérieure, et que la veine du même nom. Entre la muqueuse et la membrane thyro-hyoïdienne, la branche interne se divise en plusieurs rameaux. On distingue les rameaux supérieurs destinés à la muqueuse de l'épiglotte, la vallécule et la zone des « 3 replis », les rameaux moyens qui innervent la muqueuse du vestibule laryngé, et les rameaux inférieurs pour la face postérieure du larynx. A noter que ces derniers peuvent donner un rameau anastomotique inconstant avec le nerf laryngé inférieur dénommé rameau communiquant avec le nerf laryngé inférieur, anciennement anse anastomotique de Galien.

La branche terminale externe se dirige vers le bas et en avant vers l'attache antérieure du muscle constricteur inférieur du pharynx, le long du bord postérieur du cartilage thyroïde jusqu'à la membrane crico-thyroïdienne. A ce niveau, il donne des ramifications destinées à l'innervation motrice du muscle crico-thyroïdien, puis traverse la membrane crico-thyroïdienne et le cône élastique pour innerver la muqueuse du ventricule laryngé et de l'espace infra-glottique.

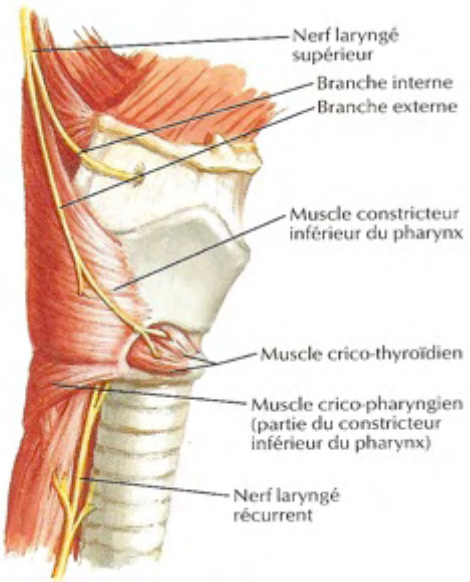

Figure 4 : Larynx, vue latérale droite

[Illustration d'après NETTER F.H., M.D. Atlas d'anatomie humaine (2ème édition, 1997) : Planche 74].

Il existe aussi des filets nerveux issus du nerf laryngé supérieur qui forment avec d'autres rameaux naissant directement du ganglion inférieur du X et les rameaux pharyngiens du X, le plexus nerveux intercarotidien au niveau du sinus carotidien dont la stimulation est responsable d'un reflexe hypotenseur et d'une bradycardie.

Il n'y a pas de différence, dans leurs rapports anatomiques entre les nerfs laryngés supérieurs droit et gauche. Toutefois il existe des variations interindividuelles dans l'anatomie du nerf laryngé supérieur qui ne respectent pas obligatoirement un axe de symétrie. Il peut donc exister chez un même individu, de manière imprévisible, des différences entre les trajets anatomiques des nerfs laryngés droit et gauche.

III- MATERIEL ET METHODE :

1- Matériel de dissection :

Prélèvement des pièces anatomiques :

- bistouri avec lame n°23
- Fils pour la ligature des troncs supéro-aortiques
- scie.

Dissections :

- bistouri avec lame n°23
- pince à disséquer à griffes
- pince à disséquer sans griffe
- 2 écarteurs de Farabeuf
- paire de ciseaux courbes de type Mesenbaum
- paire de ciseaux fins courbes à bouts pointus
- 2 pinces d'hémostase de type Halstead
- 2 pinces de type Kocher
- ciseau à frapper et marteau
- lacs
- règle.

Pièces anatomiques (n=7):

- 2 sujets de sexe féminin âgés de 93 ans utilisés pour la réalisation de pièces anatomiques formolées.
- 5 sujets, dont 3 de sexe féminin et 2 de sexe masculin, âgés de 66 à 97 ans, utilisés à l'état frais pour les dissections.

2- Méthodes de dissection:

Pour les 2 premiers sujets, un prélèvement de la tête et du cou par section du tronc au niveau de la vertèbre T4 conservant les clavicules et la première paire de côtes avait été effectué. La pièce anatomique ainsi obtenue avait été conservée dans du formol.

Les dissections cervicales avaient été réalisées de manière bilatérale sauf pour un sujet qui avait reçu une radiothérapie cervicale

et dont la fibrose rendait la dissection difficile. La méthode de dissection était symétrique du côté droit et du côté gauche.

L'incision cutanée en « baïonnette » était débutée à hauteur du processus zygomatique, verticale en avant du tragus, passant sous le lobule de l'oreille jusqu'à la pointe du processus mastoïdien, puis prolongée en « L » au niveau cervical jusqu'au bord supérieur du sternum.

Le lambeau musculo-cutané était décollé sous le platysma et les muscles cutanés de la face puis sur le fascia parotidien jusqu'au bord inférieur du processus zygomatique. Le muscle sterno-cléido-mastoïdien était isolé ainsi que le nerf accessoire (XI) puis désinséré de la pointe du processus mastoïdien et sectionné à proximité de son insertion sterno-claviculaire. La parotide était retirée avec le nerf facial (VII) après son repérage dans l'angle stylo-mastoïdien. Les vaisseaux faciaux étaient isolés puis sectionnés et retirés avec la glande sub-mandibulaire. La mandibule était libérée en ruginant le muscle masséter à sa face externe, les muscles ptérygoïdiens à sa face interne, le muscle temporal sur le processus coronoïde et de la muqueuse jugale au niveau du vestibule. La mandibule était sectionnée au niveau de la symphyse et désarticulée.

Au niveau cervical, le muscle omo-hyoïdien était libéré de son insertion sur l'os hyoïde. Un évidemment du tissu cellulo-adipeux et des nœuds lymphatiques jugulaires était réalisé du ventre postérieur du muscle digastrique au creux sus-claviculaire, et du larynx à la lame prévertébrale du fascia cervical.

Les principaux repères qui intéressaient la suite de la dissection étaient ainsi retrouvés:

- Le ventre postérieur du muscle digastrique.
- La veine jugulaire interne était l'élément vasculaire le plus latéral. Elle recevait à hauteur de l'os hyoïde le tronc thyro-linguo-facial.
- L'artère carotide commune était plus médiale et postérieure. Elle se divisait à hauteur de l'os hyoïde en artère carotide interne et artère carotide externe dont la première branche, l'artère thyroïdienne supérieure, était isolée.

- Entre ces deux vaisseaux, à leurs faces postérieures, le nerf vague (X), dont le trajet était vertical, était disséqué. De son ganglion inférieur naissait le nerf laryngé supérieur, dont le trajet et les branches de divisions étaient identifiés.
- L'os hyoïde avec la membrane thyro-hyoïdienne.
- Les cartilages thyroïdes et cricoïdes avec la membrane crico-thyroïdienne.
- La glande thyroïde.

Il était alors possible de mesurer la distance minimale entre le ventre postérieur du muscle digastrique et le tronc du nerf laryngé supérieur. Puis ce muscle était réséqué avec les autres muscles du rideau stylien : les muscles stylo-pharyngiens et stylo-hyoïdiens, le ligament stylo-hyoïdien, au niveau de leurs insertions sur le processus styloïde, l'os hyoïde et le pharynx pour accéder à la région rétro-stylienne.

Les distances séparant les éléments suivants étaient mesurées (figure 5) :

- l'artère carotide interne et le tronc du nerf laryngé supérieur,
- la bifurcation carotidienne et la division du nerf laryngé supérieur (b),
- l'artère carotide commune et la branche externe du nerf (e),
- le pôle supérieur de la thyroïde et la branche externe du nerf (f),
- la naissance de l'artère thyroïdienne et la branche externe du nerf ainsi que leur croisement par rapport au pôle supérieur de la thyroïde (D).

La veine jugulaire interne et les artères carotides commune, interne et externe étaient retirées de la partie supérieure du médiastin à la base du crâne afin de mesurer :

- la longueur du tronc du nerf laryngé supérieur (A) et sa distance avec le relief du processus transversal de la vertèbre C1 (a),
- la longueur de la branche interne du nerf (B) et sa distance avec la grande corne de l'os hyoïde (c) et la corne supérieure du cartilage thyroïde (d),
- la longueur de la branche externe du nerf (C).

3- Mesures de distances :

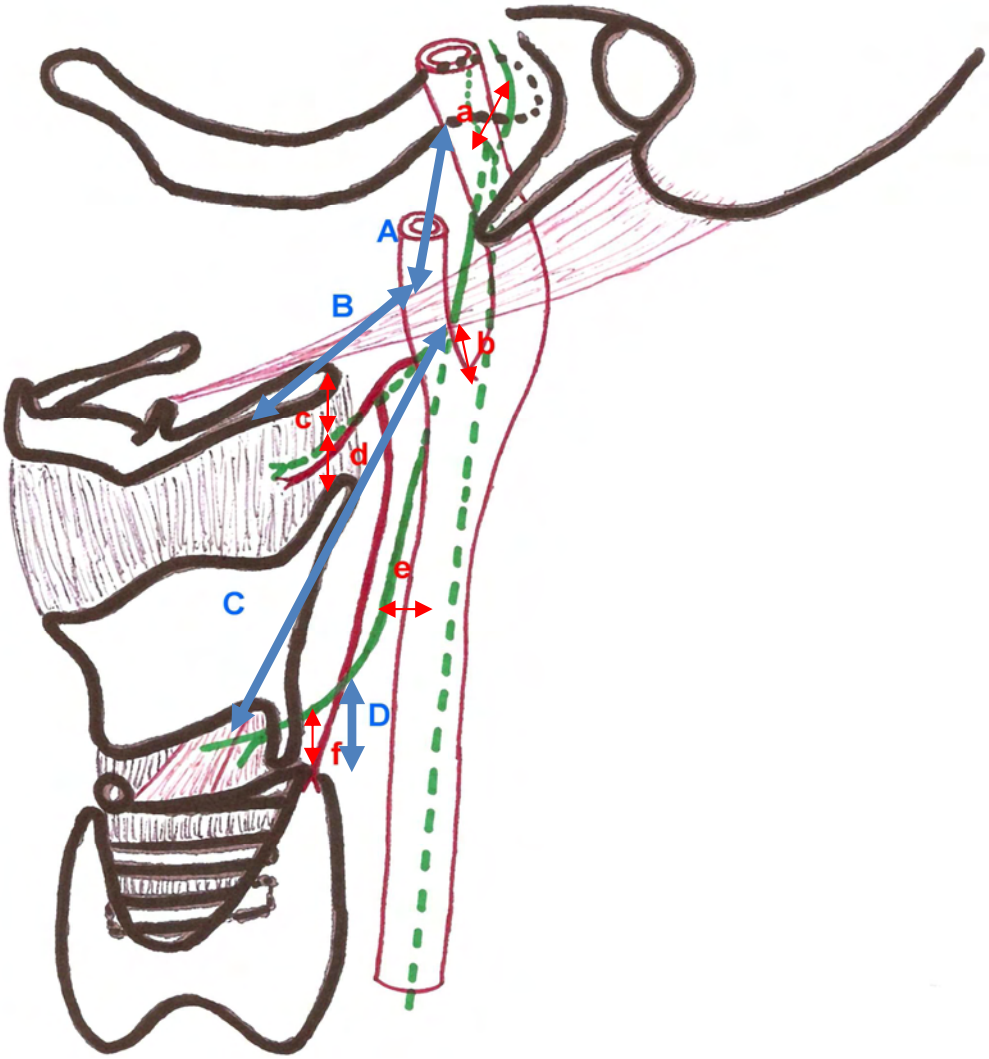

Figure 5 : **Vu oblique antéro-interne simplifiée des rapports vasculo-nerveux et des principales distances mesurées.**
[Illustration d'après ANGEL G. 2009]

4- Calculs statistiques :

Dans le tableau ci-dessous ont été calculés, pour chaque mesure, les moyennes, les écarts-types et les médianes. Le 10ème percentile et le 90ème percentile ont été également déterminés afin de calculer l'étendue d'un intervalle de distances mesurées entre deux éléments comprenant 80% des sujets disséqués.

L'étendue de cet intervalle permet de comparer la dispersion des mesures autour de la médiane et, plus il est petit pour une mesure, plus le repère utilisé peut être considéré fiable car la distance sera moins variable.

IV- RESULTATS :

1- Origine (figures 6 et 7):

Le foramen jugulaire se trouvait juste en-dedans du processus styloïde. En émergeaient les nerfs crâniens glosso-pharyngiens (IX), vagues (X) et accessoires (XI). Immédiatement après sa sortie, le nerf vague formait le ganglion inférieur. A son extrémité inférieure naissait le nerf laryngé supérieur (NLS) vers avant, à proximité du processus transversal de C1, en moyenne à 4 +/- 2,3 mm (1-8 mm).

2- Trajet et rapports :

Après sa naissance, le nerf se dirigeait en bas et médialement dans l'espace rétro-stylien, passant en arrière de la carotide interne, en moyenne à 1,6 +/- 1,0 mm (1-4 mm), et de la carotide externe (figure 8), dans un plan situé en profondeur par rapport au ventre postérieur du muscle digastrique en moyenne à 9,3 +/- 3,6 mm (4-16 mm). Sa division survenaient en arrière de l'axe carotidien à un niveau variable, le plus souvent entre la naissance de l'artère linguale et la bifurcation carotidienne dont elle était distante en moyenne de 18,7 +/- 13,7 mm (3-51 mm), contre le ganglion cervical supérieur du tronc sympathique (figure 9). A noter que chez l'un des sujets disséqués, le tronc commun du nerf était absent et le nerf laryngé supérieur se divisait immédiatement en sa branche externe et sa branche interne (figure 10). Les mesures du tronc commun retrouvaient une longueur moyenne de 25,9 +/- 10,4 mm (0-45 mm).

- Branche interne du nerf laryngé supérieur :

Elle prenait une direction plus antérieure en s'horizontalisant. Elle passait à proximité, en moyenne 3,8 +/- 1,6 mm (2-7 mm), de l'origine de l'artère thyroïdienne supérieure, que celle-ci soit née de la carotide externe ou de la carotide commune. La branche interne du NLS rejoignait l'artère laryngée supérieure, branche de l'artère thyroïdienne supérieure, et la veine laryngée supérieure issue du tronc thyro-linguo-facial (figure 11).

Les mesures de la branche interne du NLS retrouvaient une longueur moyenne de 43,4 +/- 10,6 mm (28-63 mm).

Le paquet vasculo-nerveux laryngé supérieur passait ensuite en arrière du muscle sterno-hyoïdien et rejoignait la surface de la membrane thyro-hyoïdienne à mi-chemin entre la grande corne de l'os hyoïde et la corne supérieure du cartilage thyroïde (en moyenne, 55,6 +/- 15,9 % de la distance [grande corne de l'os hyoïde-corne supérieure de cartilage thyroïde], 7,6-75%). Il traversait cette membrane par un foramen situé sur une ligne verticale passant par le sommet de la ligne oblique du cartilage thyroïde, environ à équidistance entre l'os hyoïde et le cartilage dans toutes les dissections (figure 12).

La branche interne du NLS se divisait parfois en deux ou trois rameaux avant de traverser la membrane thyro-hyoïdienne (figure 13).

- Branche externe du nerf laryngé supérieur :

Sa longueur était en moyenne de 60,3 +/- 11,7 mm (30-75mm).

Elle descendait plus verticalement, parallèlement à la face postéro-interne de l'axe carotidien au contact de la lame pré-vertébrale du fascia cervical. Sa distance moyenne avec la carotide commune était de 4,5 +/- 1,6 mm (2-7 mm). A hauteur du bord supérieur du cartilage thyroïde (soit un niveau C4-C5), la branche externe du NLS décrivait une courbe large à concavité interne qui l'écartait de la carotide. La branche nerveuse croisait l'artère thyroïdienne supérieure en moyenne à 14,6 +/- 10,6 mm (0-45 mm) du pôle supérieur du lobe thyroïdien, puis cheminait à la surface du muscle constricteur inférieur du pharynx (figure 14). Elle passait parfois à hauteur du pôle supérieur du lobe thyroïdien, mais en moyenne à 8,5 +/- 11,1 mm (0-40 mm) de la glande.

La branche externe du NLS pouvait se diviser avant de traverser le constricteur inférieur du pharynx, les branches de division se terminaient dans le muscle crico-thyroïdien (figure 15). Parfois, elle donnait une branche qui s'anastomosait avec le nerf laryngé inférieur (figure 16).

Les mesures réalisées ont été récapitulées dans le tableau 1. Les calculs de moyennes, d'écarts-types, de médianes, du 10ème et 90ème percentiles, ainsi que d'étendues de l'intervalle entre ces 2 dernières valeurs ont été reportés dans le tableau 2. Dans ce tableau, les repères anatomiques ont été ordonnés par étendues d'intervalles croissantes.

3- Anastomoses avec le tronc sympathique cervical (figure 17):

Le nerf laryngé supérieur présentait de fines anastomoses avec le tronc sympathique : elles étaient très variables en nombre et en origine, naissant du tronc commun, de la branche interne ou de la branche externe.

4- Vues d'ensemble du nerf laryngé supérieur (figures 18, 19 et 20)

5- Tableaux de mesure des distances au nerf laryngé supérieur

Sujet	sujet 1		sujet 2		sujet 3		sujet 4		sujet 5		sujet 6		sujet 7	
Mode de conservation	Formolé		Formolé		Frais		Frais		Frais		Frais		Frais	
Age	93		93		97		84		86		66		87	
sexe	F		F		F		F		M		M		F	
Distances en mm	droit	gauche	droit	gauche	droit	gauche	droit	gauche	droit	gauche	droit	gauche	droit	gauche
longueur tronc commun (A)	22	24	28	25	30	33	26	31	45	34	20	-	19	0
longueur branche interne (B)	43	40	28	40	41	54	33	44	28	63	55	-	42	54
longueur branche externe (C)	63	56	47	65	59	70	65	63	30	63	75	-	56	72
processus transversal de C1 (a)	7	5	5	2	8	2	2	1	5	7	3	-	4	1
carotide interne	2	2	4	1	1	1	2	3	1	1	1	-	1	1
sous le muscle digastrique	15	13	16	10	9	6	6	6	10	9	4	-	9	8
bifurcation carotidienne et bifurcation NLS (b)	4	3	14	32	34	18	10	5	18	16	15	-	23	51
naissance de l'artère thyroïdienne supérieure	5	4	6	7	5	3	2	4	3	4	2	-	2	3
grande corne de l'os hyoïde (c)	8	6	5	9	7	10	5	6	9	7	1	-	4	6
corne sup. cartilage thyroïde (d)	4	2	4	4	5	8	4	5	7	5	12	-	4	4
carotide commune (e)	4	5	6	6	3	7	2	3	4	3	4	-	7	5
pôle supérieur de la thyroïde (f)	9	8	6	9	5	7	0	6	21	0	40	-	0	0
croisement a.thyroïdienne sup. du pôle sup. de la thyroïde (D)	11	12	14	18	13	19	7	12	21	0	45	-	9	9
Reperage par la ligne oblique du c. Thyroïde	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	-	oui	oui
Pourcentage distance grande hyo-foramen/ distance hyo-thyr	66,67	75	55,56	69,23	58,33	55,56	55,56	54,55	56,25	58,33	7,692	-	50	60
classification de Cernea	1	1	1	1	1	2a	2a	1	1	2b	1	-	2a	2a
classification de Friedman	1	1	2	2	1	2	1	2	3	2	2	-	3	2

Tableau 1 : **Valeurs des mesures retrouvées en fonction des sujets et des côtés disséqués pour chaque repère anatomique. Résultats selon la Classification de Cernea et de Friedman.**

	Moyennes	Ecarts-types	Médianes	10e Percentile	90e Percentile	Etendue
Age	86,6	10,2	87			
Distances en mm						
carotide interne	1,6	1,0	1	1,0	2,8	1,8
naissance de l'artère thyroïdienne supérieure	3,8	1,6	4	2,0	5,8	3,8
corne sup. cartilage thyroïde (d)	5,2	2,5	4	4,0	7,8	3,8
carotide commune (e)	4,5	1,6	4	3,0	6,8	3,8
grande corne de l'os hyoïde (c)	6,4	2,4	6	4,2	9,0	4,8
processus transversal de C1 (a)	4,0	2,4	4	1,2	7,0	5,8
sous le muscle digastrique	9,3	3,6	9	6,0	14,6	8,6
croisement a.thyroïdienne sup. du pôle sup. de la thyroïde (D)	14,6	10,6	12	7,4	20,6	13,2
longueur tronc commun (A)	25,9	10,4	26	19,2	33,8	14,6
pôle supérieur de la thyroïde (f)	8,5	11,1	6	0,0	18,6	18,6
longueur branche externe (C)	60,3	11,7	63	48,8	71,6	22,8
longueur branche interne (B)	43,5	10,6	42	29,0	54,8	25,8
Pourcentage distance grande hyo-foramen/ distance hyo-thyr	55,6	15,9	12	69,2	50,0	19,2
classification de Cernea	type 1 : 61,5%	type 2a : 30,7%	type 2b : 7,7%			
classification de Friedman	type 1 : 30,7%	Type 2 : 53,8%	type 3 : 15,4%			

Tableau 2 : **Calculs des moyennes, des écarts-types, des médianes, des 10ème et 90ème percentiles, et des étendues entre ces 2 valeurs. Calculs des pourcentages des types selon les classifications de Cernea et Friedman.**

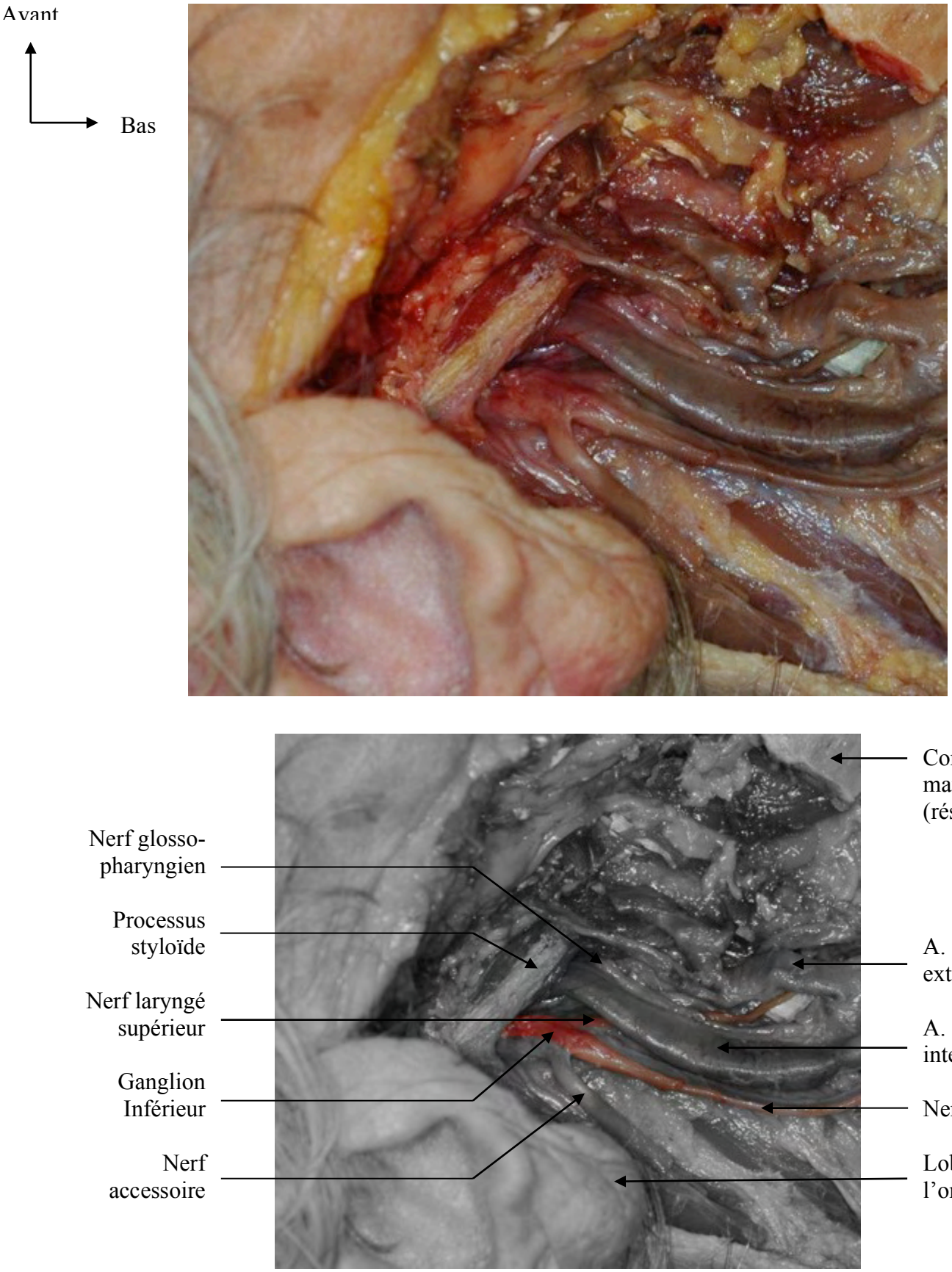

Figure 6 : **ganglion inférieur du nerf vague à la sortie du foramen jugulaire (côté droit).**

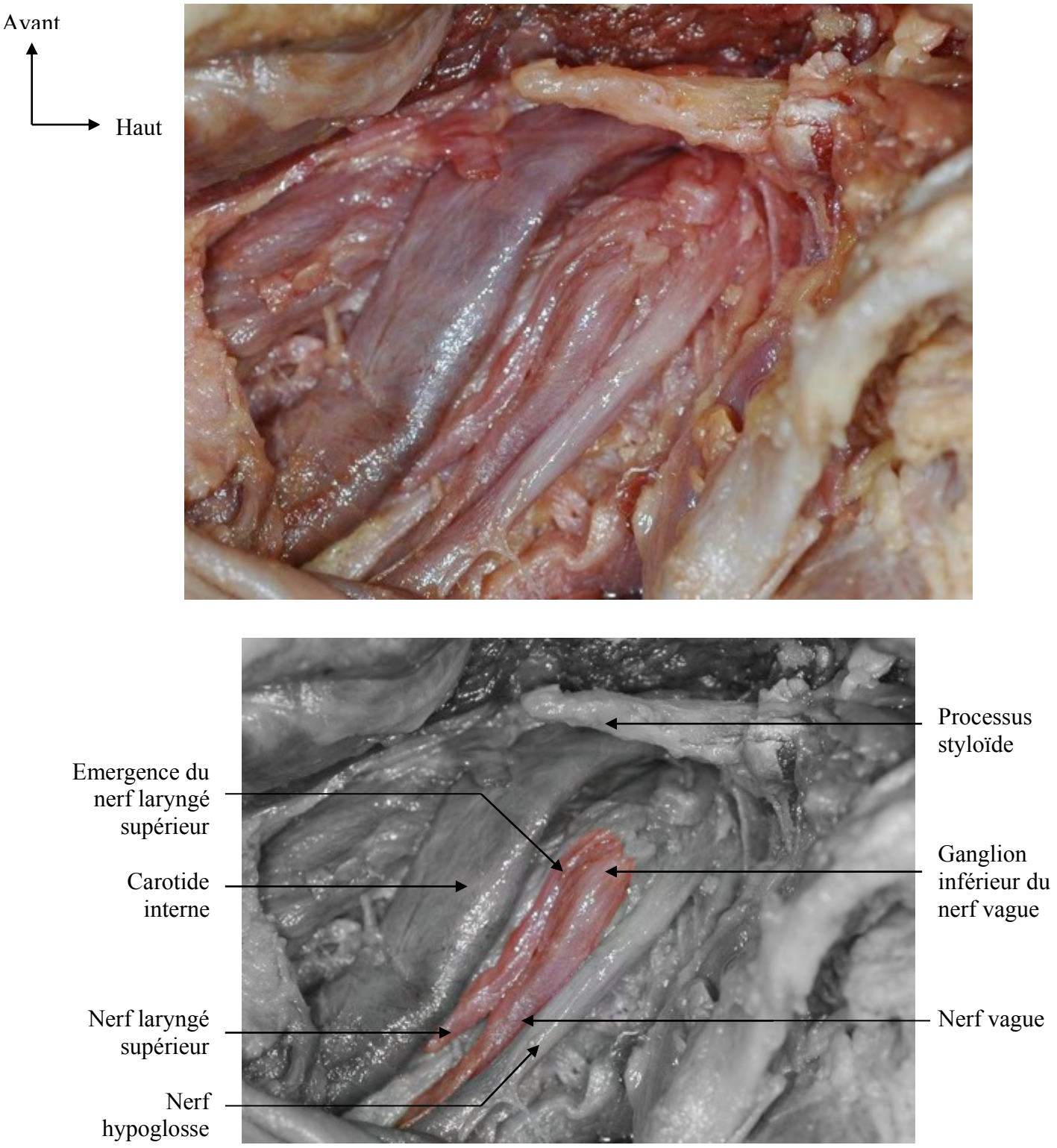

Figure 7 : **émergence du nerf laryngé supérieur au niveau du ganglion inférieur du nerf vague (côté gauche).**

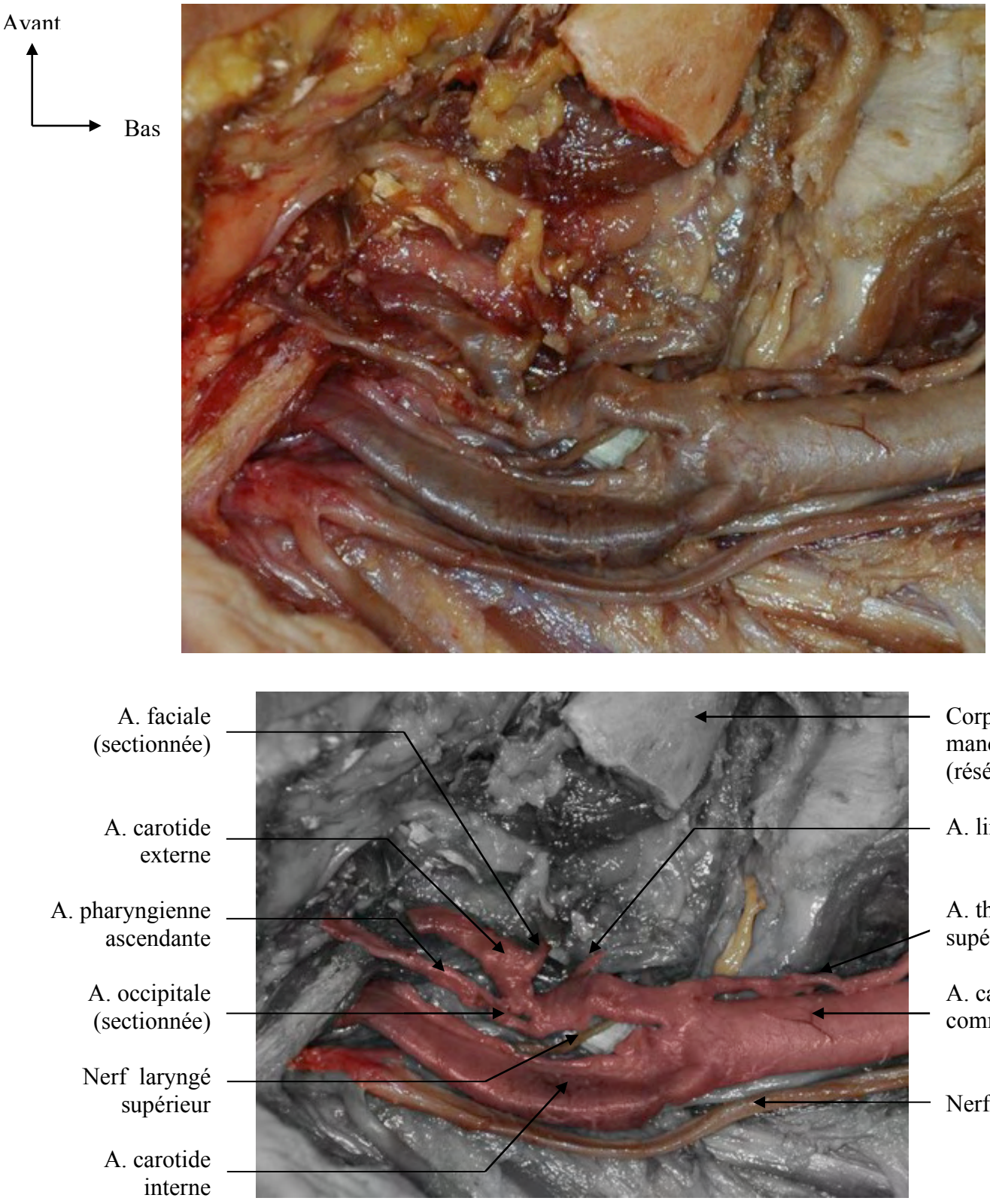

Figure 8 : **rapports du nerf laryngé supérieur avec les vaisseaux carotidiens (côté droit).**

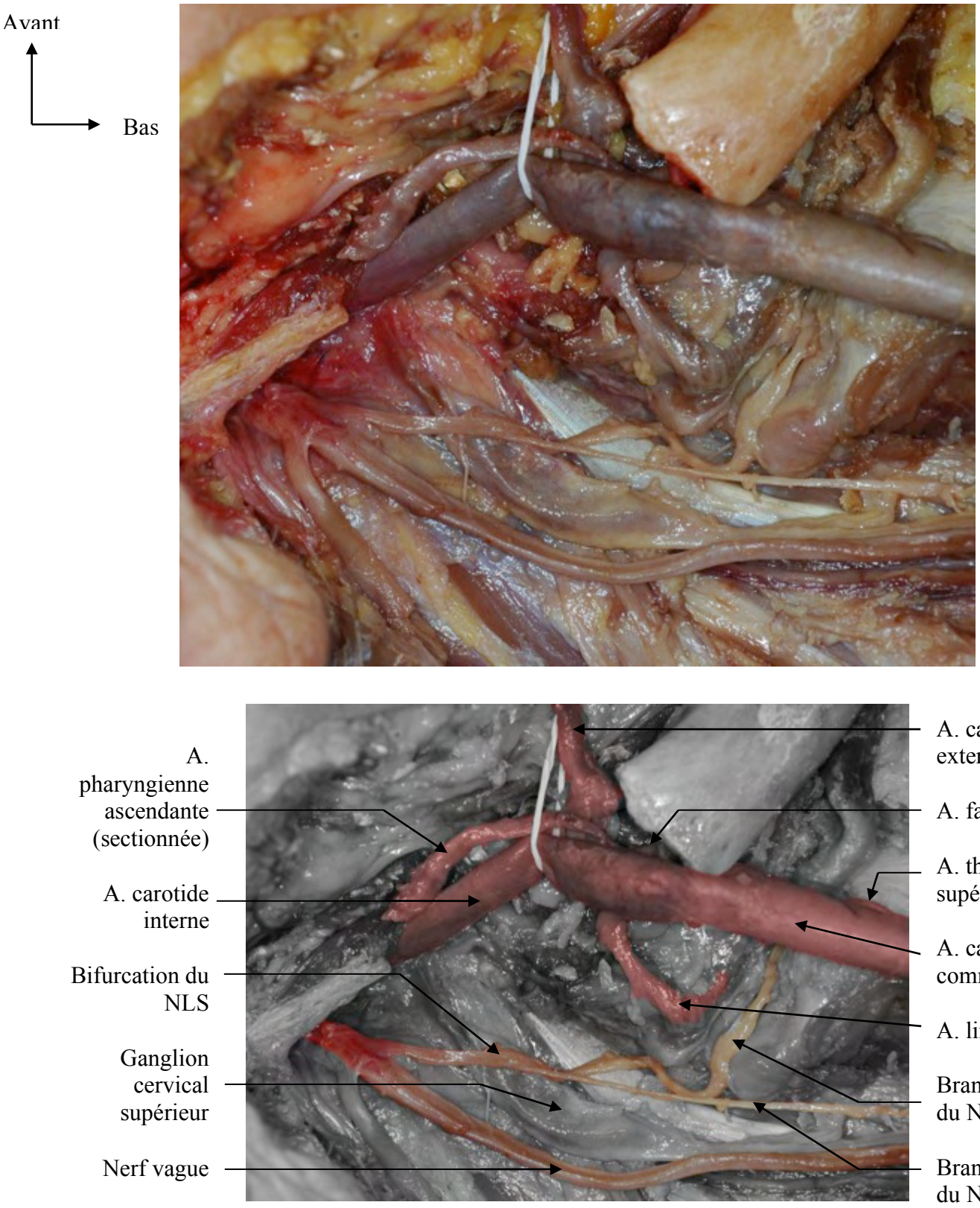

Figure 9 : **division du nerf laryngé supérieur et rapports avec le ganglion supérieur du tronc sympathique cervical contre la lame prévertébrale du fascia cervical (côté droit).**

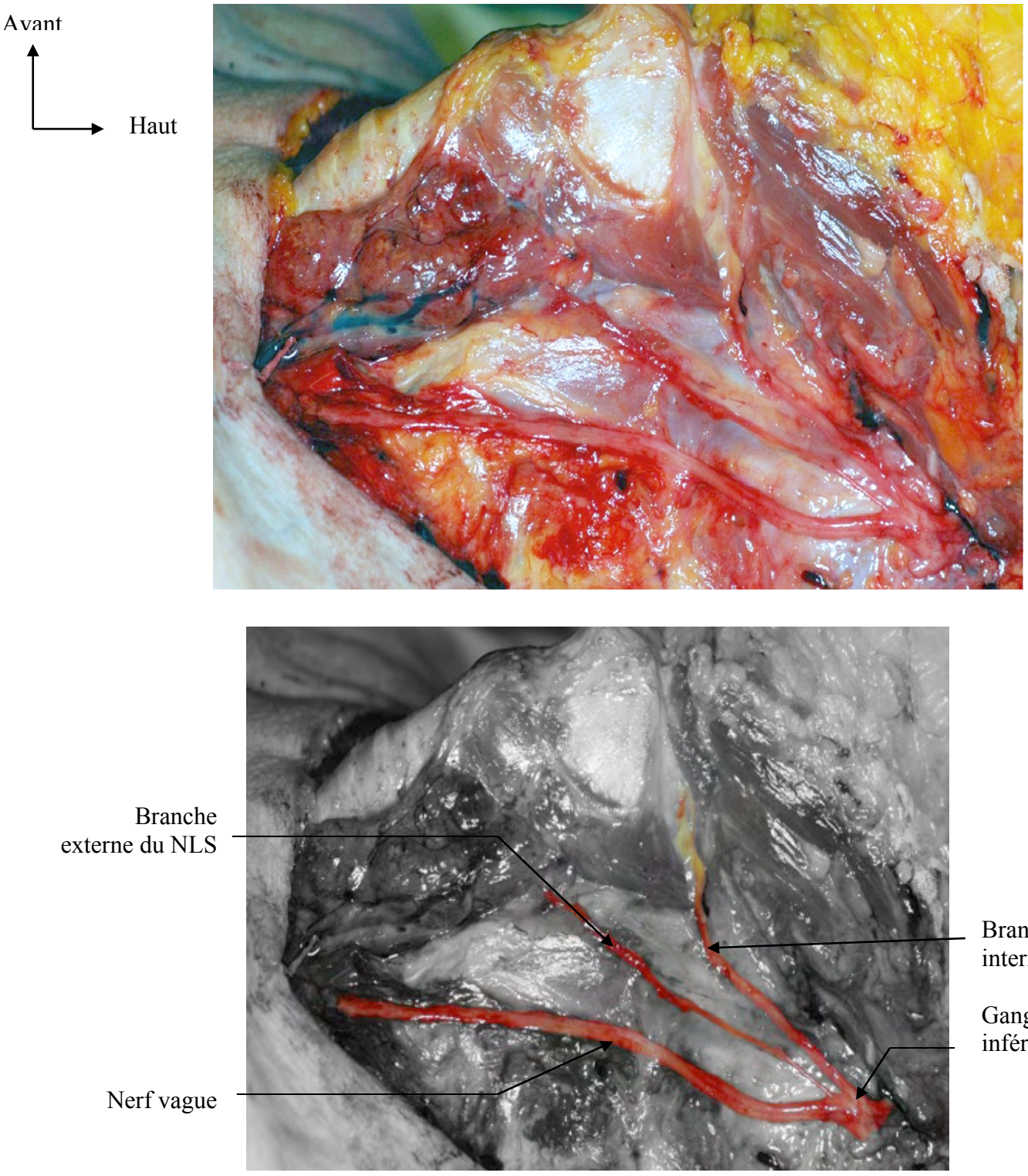

Figure 10 : **exemple d'agénésie du tronc commun du nerf laryngé supérieur (côté gauche).**

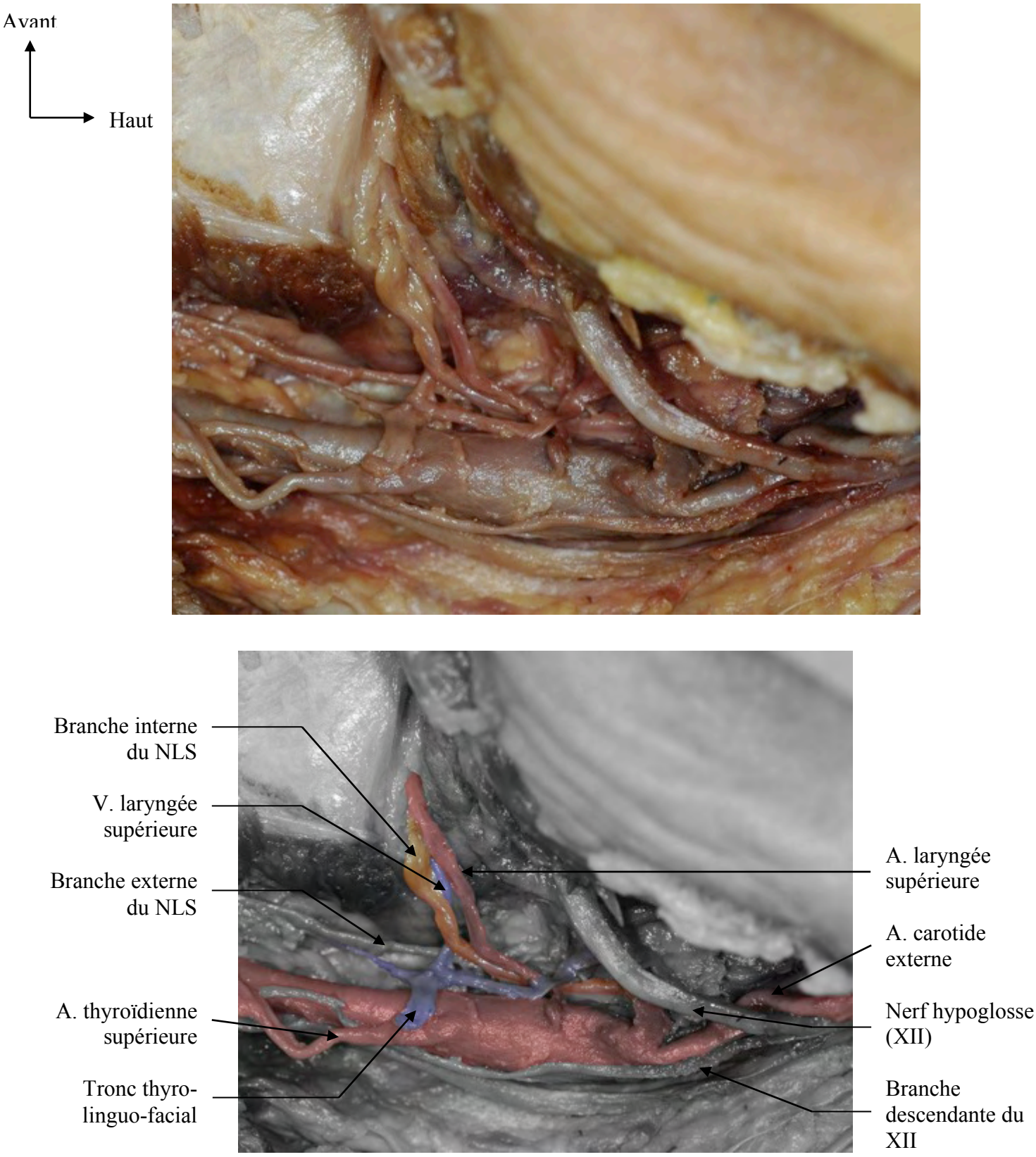

Figure 11 : **rapports de la branche interne du nerf laryngé supérieur avec les vaisseaux du pédicule laryngé supérieur (côté gauche).**

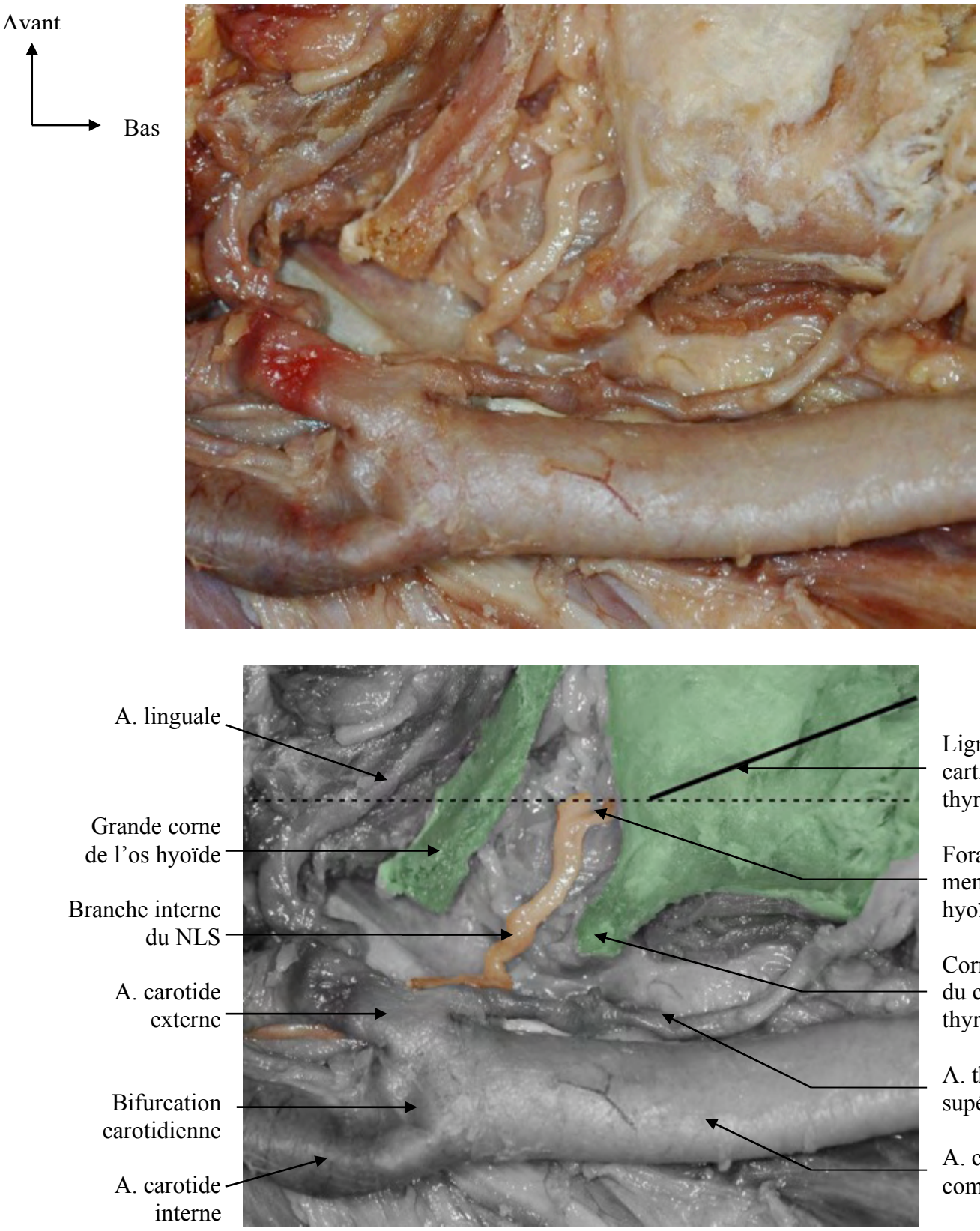

Figure 12 : **rapports de la branche interne du nerf laryngé supérieur avec l'os hyoïde et le cartilage thyroïde. Repérage du point d'entrée de la branche interne dans la membrane thyro-hyoïdienne (côté droit).**

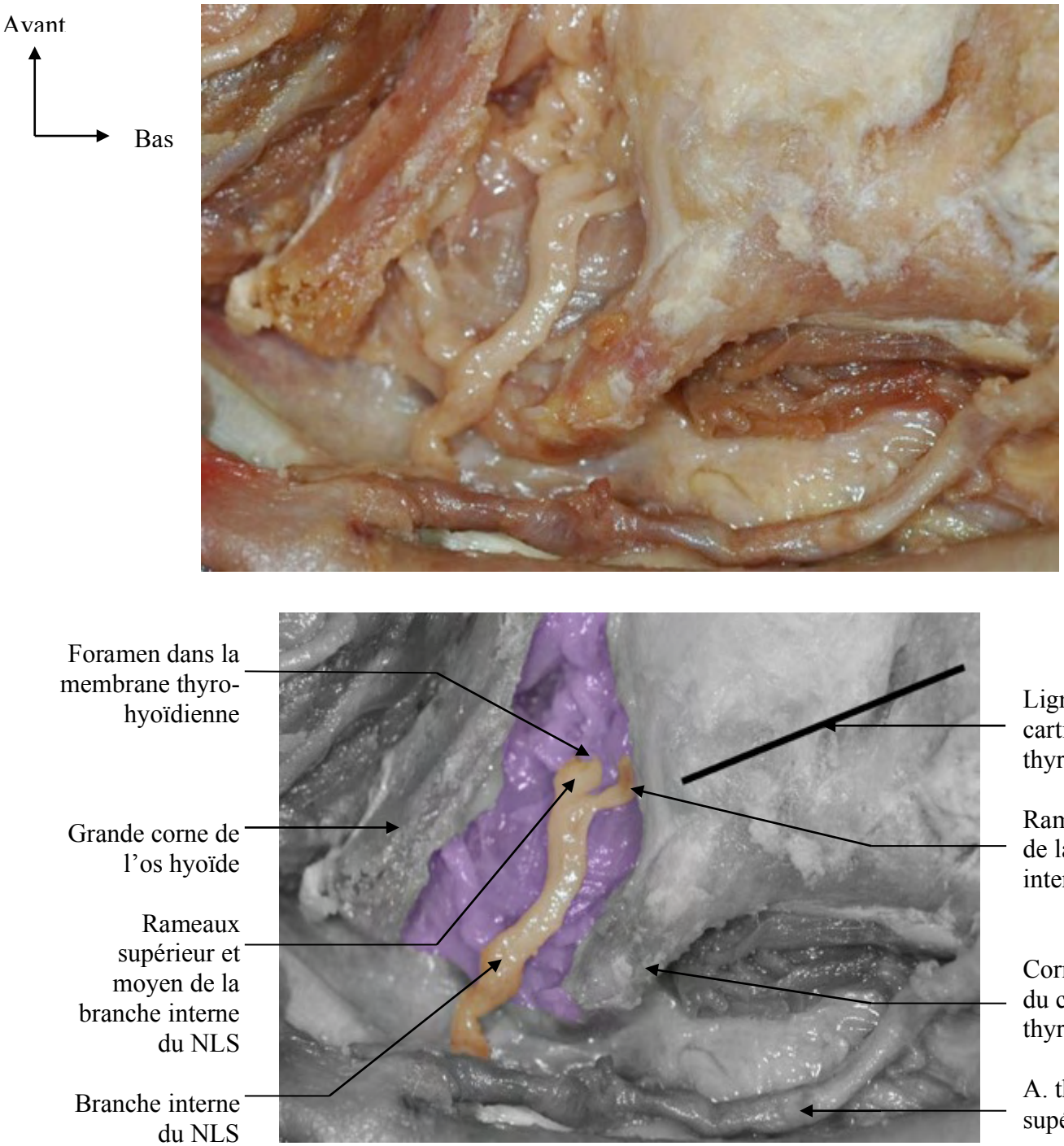

Figure 13 : **exemple de division en deux rameaux de la branche interne du nerf laryngé supérieur avant de traverser la membrane thyro-hyoïdienne (côté droit).**

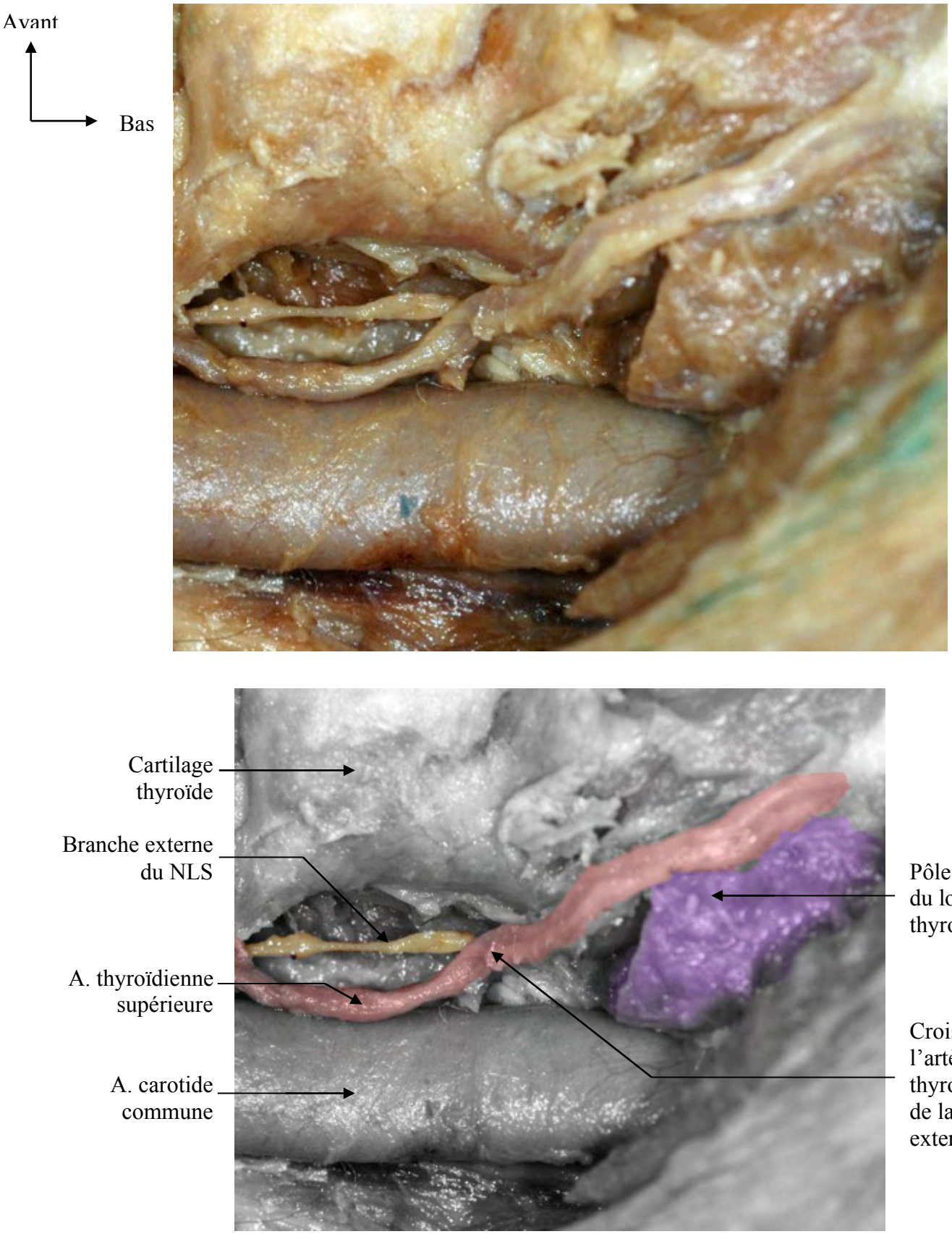

Figure 14 : **croisement de la branche externe du nerf laryngé supérieur avec l'artère thyroïdienne supérieure (côté droit).**

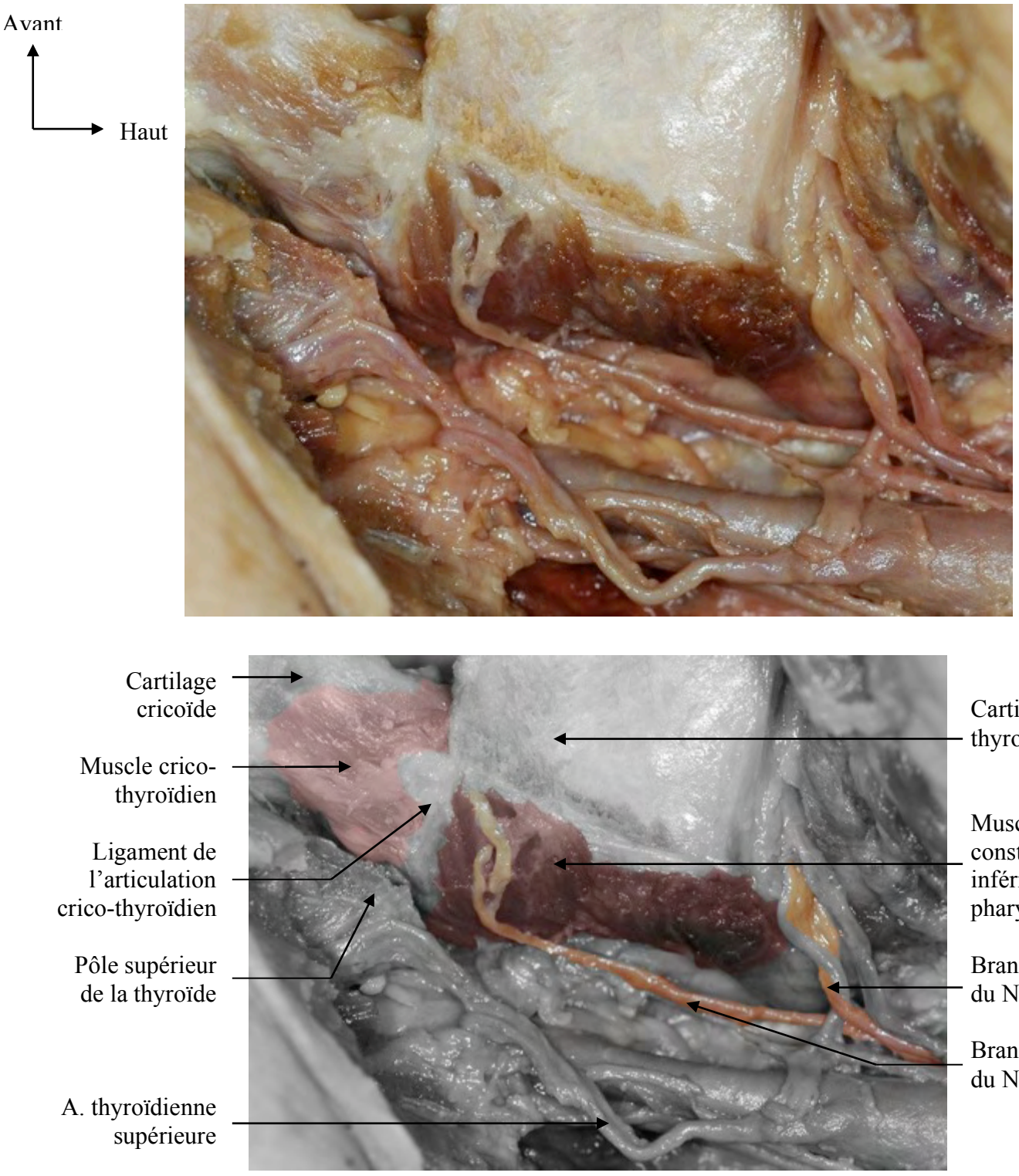

Figure 15 : **ramifications de la branche externe du nerf laryngé supérieur à la surface du muscle constricteur inférieur du pharynx (côté gauche).**

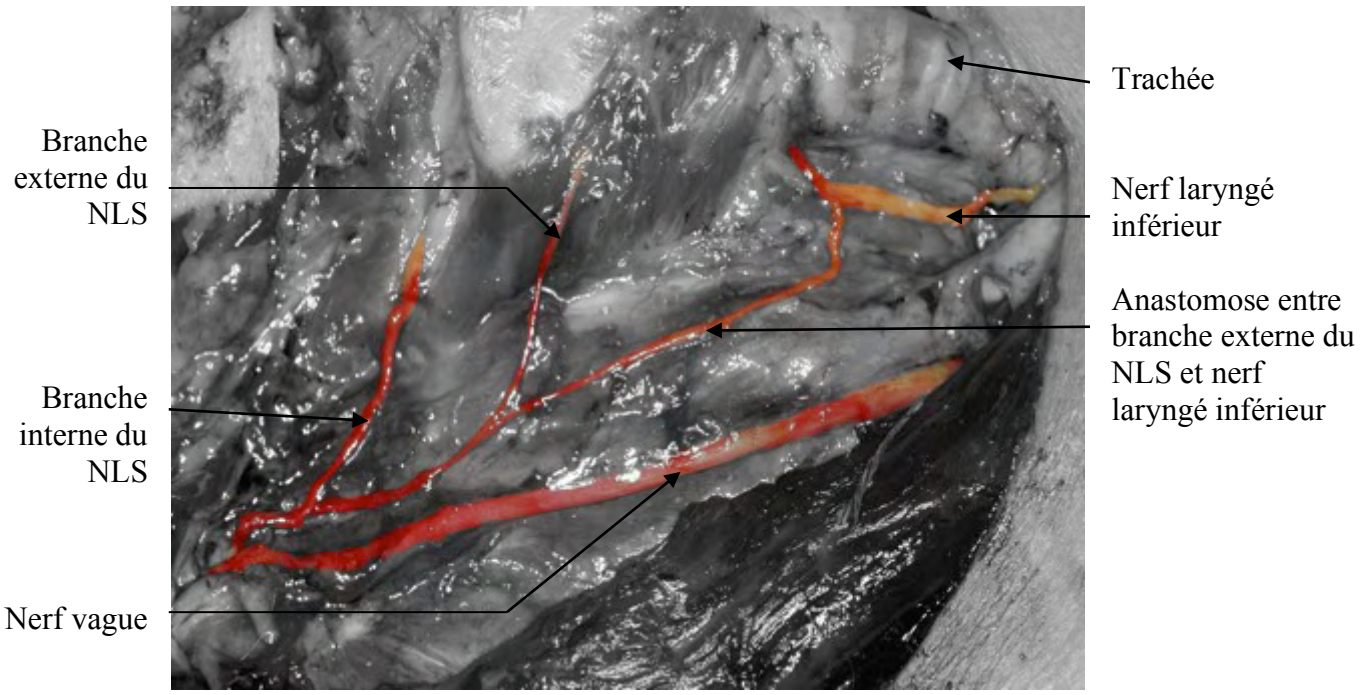

Figure 16 : **exemple d'anastomose de la branche externe du nerf laryngé supérieur avec le nerf laryngé inférieur (côté droit).**

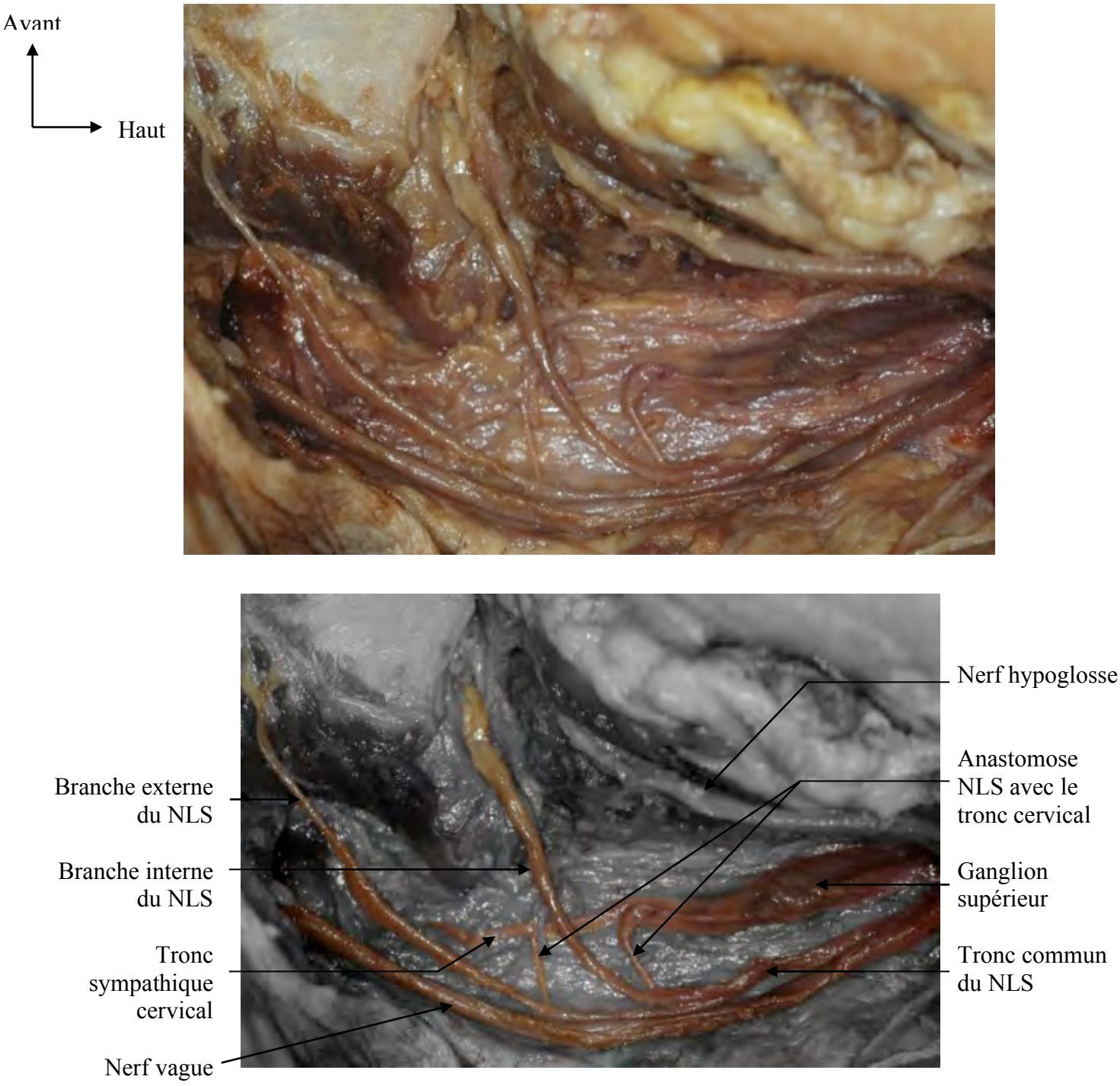

Figure 17 : **anastomoses du nerf laryngé supérieur avec le tronc sympathique cervical (côté gauche).**

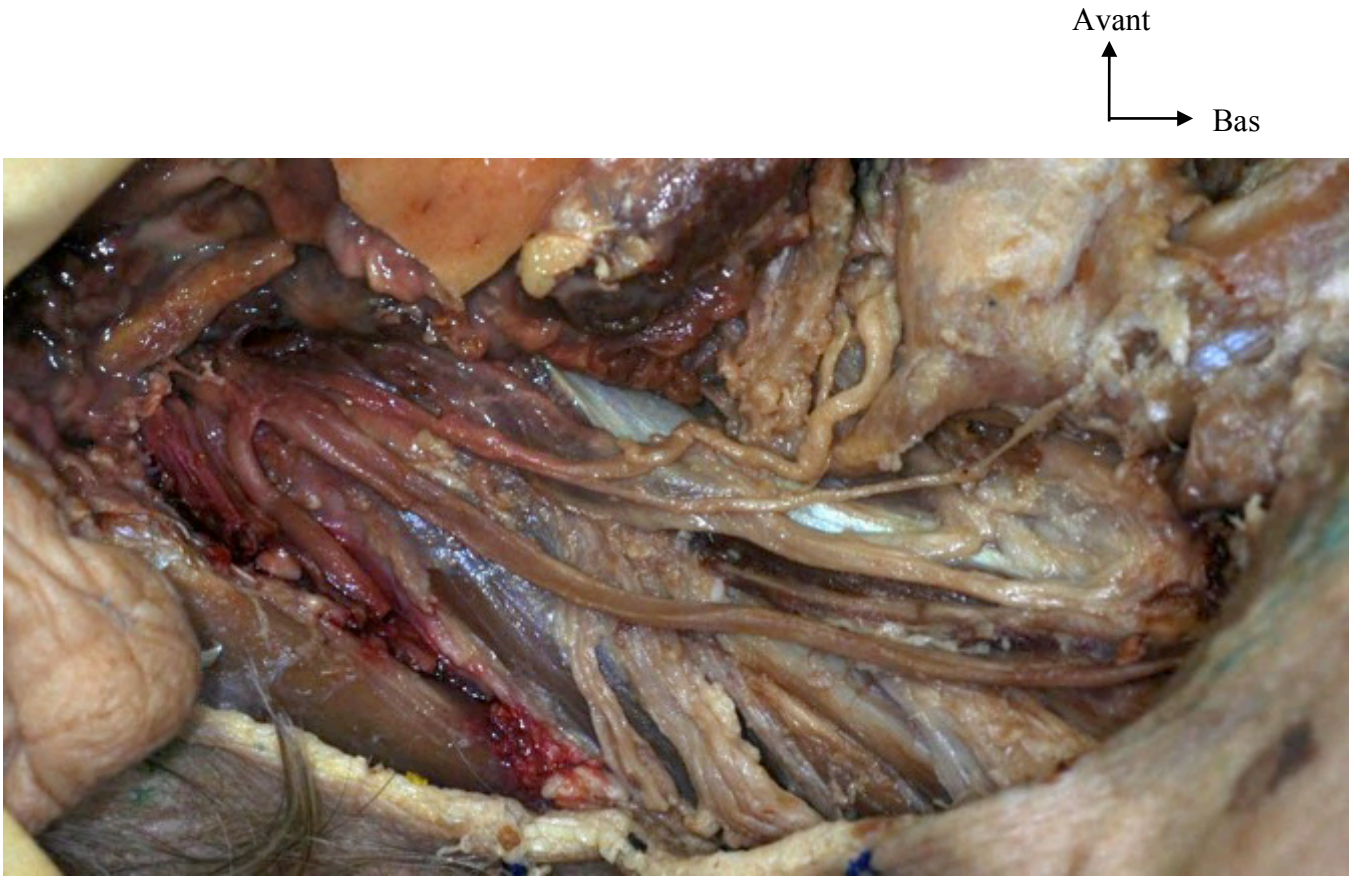

Figure 18 : **vue d'ensemble du nerf laryngé droit.**

Figure 19 : **vue d'ensemble du nerf laryngé gauche.**

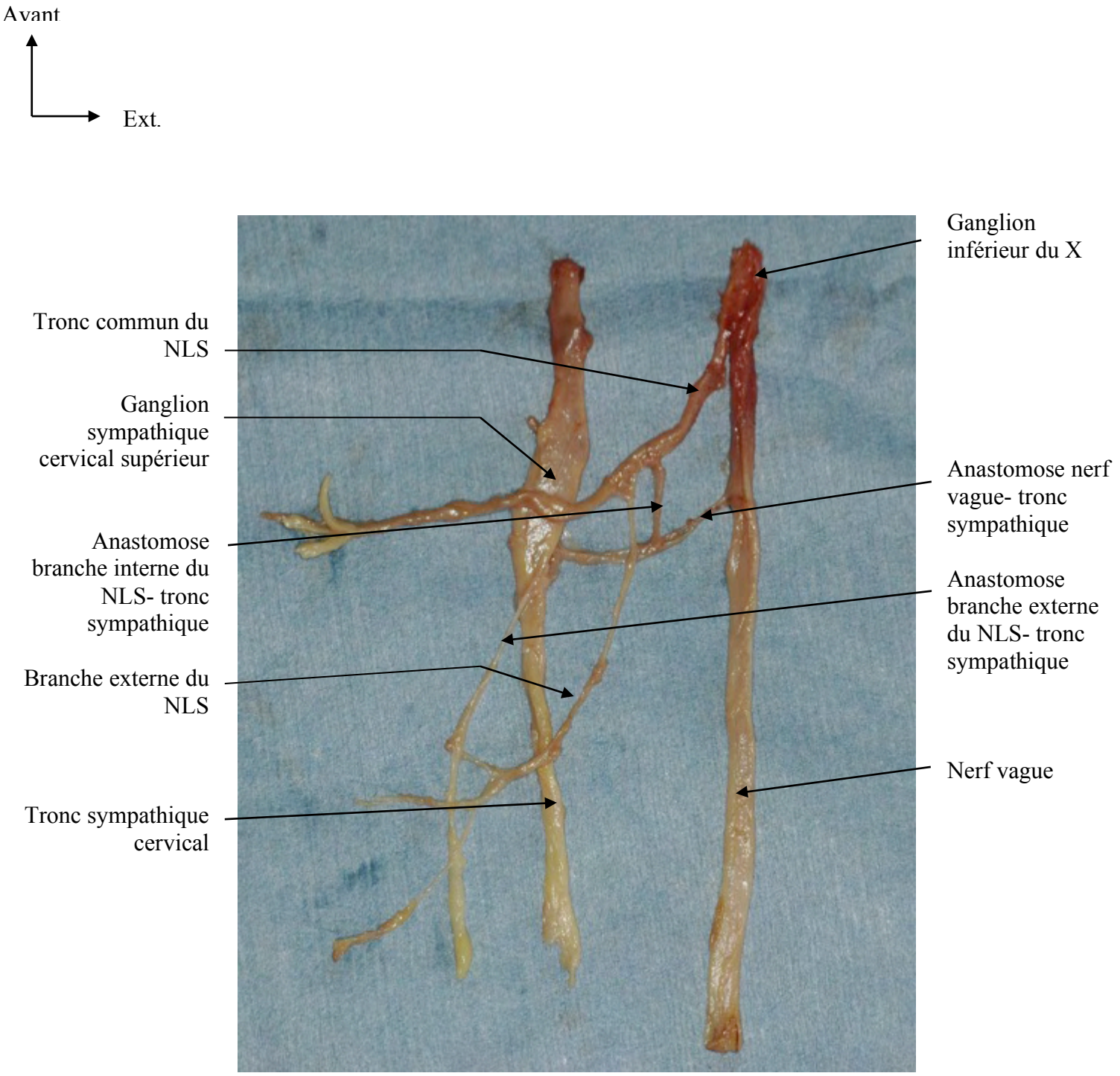

Figure 20 : **Pièce anatomique du nerf laryngé supérieur et des anastomoses avec le tronc sympathique.**

V- DISCUSSION :

1- Anatomie et variations :

L'anatomie du nerf laryngé supérieur présente de nombreuses variations anatomiques rendant son identification et sa préservation difficiles. Depuis une trentaine d'années, le « neglected nerve » des Anglo-saxons a été le sujet d'un nombre croissant de travaux anatomiques visant à identifier ces variations. Celles-ci ne semblent pas être liées à la taille des individus, ni leur origine ethnique ni au côté droit ou gauche du nerf [6].

- Origine :

La naissance du nerf laryngé supérieur au pôle inférieur du ganglion inférieur du nerf vague ainsi que retrouvée dans les dissections ne présente pas de variation [6]. Dans les dissections de notre étude, le relief du processus transversal de C1 constitue un bon repère pour la repérer.

- Tronc commun du nerf laryngé supérieur :

Il présente des variations de longueur importante corrélées statistiquement avec le sexe des individus : en moyenne, 18,5 mm pour les sujets de sexe masculin, 13,8 mm pour les sujets de sexe féminin. A l'extrême, dans 6% des cas, le tronc commun n'existe pas, la division en branche interne et externe s'effectuant dès le ganglion inférieur du nerf vague [6]. Dans notre étude, la moyenne des longueurs mesurée est nettement supérieure, en revanche nous retrouvons la même proportion d'absence du tronc commun (6,6%).

Dans les cas où le tronc est présent, le trajet effectuant une course croisant la carotide interne semble la règle dans nos dissections comme généralement décrit. Les rapports entre la carotide interne et le tronc commun du nerf sont proches et constants. A signaler que quelques cas exceptionnels de nerfs laryngés supérieurs situés en avant de la carotide interne sont décrits [7], mais aucun n'a été retrouvé dans notre étude.

La division est décrite classiquement à hauteur de l'os hyoïde ou de la bifurcation carotidienne. Toutefois, la grande variabilité de

longueur du tronc commun ne permet pas de se servir de ces repères comme moyen fiable chirurgical. La profondeur par rapport au digastrique est en général voisine de 1 cm mais assez peu précise.

- Branche interne du nerf laryngé supérieur :

Les mesures de longueur de la branche interne, retrouvées dans les dissections, sont conformes aux données de la littérature: en moyenne 44,9 mm avec des mesures comprises entre 21 et 84,9 mm, indépendantes du sexe [6].

L'émergence de la branche interne du NLS se trouve le plus fréquemment au niveau C2 en avant du ganglion cervical supérieur du tronc sympathique. Plus rarement, la branche interne émerge plus bas au niveau C2-C3, médialement par rapport au ganglion cervical supérieur. La distance en moyenne de 3,5 mm entre la bifurcation carotidienne et la branche interne du nerf [8] n'a pas été mesurée dans notre étude.

Si l'ensemble des auteurs s'accordent pour décrire sa course antéro-inférieure passant sous la grande corne de l'os hyoïde puis rejoignant l'artère laryngée supérieure, il n'y a pas de donnée précise dans les publications précisant les distances entre le nerf, l'os hyoïde et le cartilage thyroïde, et le point d'entrée de la branche interne du NLS dans la membrane thyro-hyoïdienne. Dans les dissections, le nerf longeait la membrane thyro-hyoïdienne à mi-distance entre l'os hyoïde et le cartilage thyroïde (55,6% en moyenne de la distance grande corne de l'os hyoïde-corne du cartilage thyroïde). Le point de pénétration du nerf à travers la membrane semble constant et, dans les dissections réalisées, le milieu du segment vertical os hyoïde-sommet de la ligne oblique du cartilage thyroïde constitue un bon repère accessible à la palpation.

La division de la branche interne avant de traverser le foramen est observée dans 16% à 37,5% des cas [8], [9]. Elle réalise une trifurcation déterminant un rameau supérieur, un rameau moyen et un rameau inférieur.

Le rameau supérieur envoie des fibres dans le pli glosso-épiglottique latéral et dans la face linguale de l'épiglotte, certaines fibres traversent l'épiglotte pour se terminer dans la muqueuse de sa face laryngée. Pour certains auteurs, il existe aussi un contingent de

fibres destinées au pli ary-épiglottique et à la partie haute de l'angle antérieur du sinus piriforme.

Le rameau moyen parcourt le pli ary-épiglottique puis ses fibres se répartissent dans le vestibule laryngé, la muqueuse du ventricule jusqu'au pli vocal de l'hémilarynx homolatéral, et dans la partie postéro-latérale de l'aryténoïde. Parfois, ce rameau donne une anastomose avec la branche externe du nerf laryngé supérieur.

Le rameau inférieur donne des fibres destinées à la partie postérieure de l'aryténoïde. D'autres descendent dans la muqueuse du sinus piriforme jusqu'à la région rétro-cricoïde. Elles innervent la partie postérieure de la muqueuse de l'étage glottique et dans une moindre mesure la région infra-glottique. Certaines fibres s'anastomosent avec celles du nerf laryngé inférieur à l'intérieur du muscle inter-aryténoïdien. L'une de ces anastomoses, lorsque son calibre plus important permet de l'individualiser, est appelée : rameau communiquant avec le nerf laryngé inférieur. Cette topographie soulève l'hypothèse d'une double innervation du muscle inter-aryténoïdien. Certains auteurs pensent que les fibres du nerf laryngé inférieur ont un rôle moteur, alors que les fibres du nerf laryngé supérieur seraient davantage proprioceptives. Cette hypothèse pourrait également expliquer la position paramédiane des cordes vocales en cas de paralysie récurrentielle complète du fait d'un tonus résiduel du muscle inter-aryténoïdien par l'innervation du nerf laryngé supérieur [9], [10], [11].

- Branche externe du nerf laryngé supérieur :

Elle est le sujet de nombreuses publications en raison de ses applications chirurgicales, en particulier dans la chirurgie thyroïdienne.

Sa longueur est moyenne de 62,6 mm avec des mesures comprises entre 31,5 mm et 90,3 mm indépendantes du sexe [6], valeurs concordantes avec celles notre étude. Lors de son trajet avec une direction quasi-verticale légèrement interne, la position latérale initiale du nerf par rapport à l'artère thyroïdienne supérieure (STA) semble un repère anatomique constant [12]. Les dissections réalisées confirment les rapports étroits et constants de la branche externe du NLS avec l'émergence de l'artère thyroïdienne supérieure et dans une moindre mesure, avec le bord médial de la carotide commune.

Puis la branche externe (EBSLN) croise médialement l'artère thyroïdienne supérieure. La localisation de ce croisement a été très

étudiée et a donné lieu à la classification de CERNEA (figure 21), définie par sa distance au pôle supérieur de la glande thyroïde (mesure D des tableaux 1 et 2). Dans la littérature, le type 1 selon la classification de CERNEA est retrouvé dans 60% des cas, les types 2a et 2b respectivement 17% et 20% des cas [13]. Nous avons retrouvé dans les dissections, 61,5% de types 1, 30,7% de types 2a et 7,7% de types 2b.

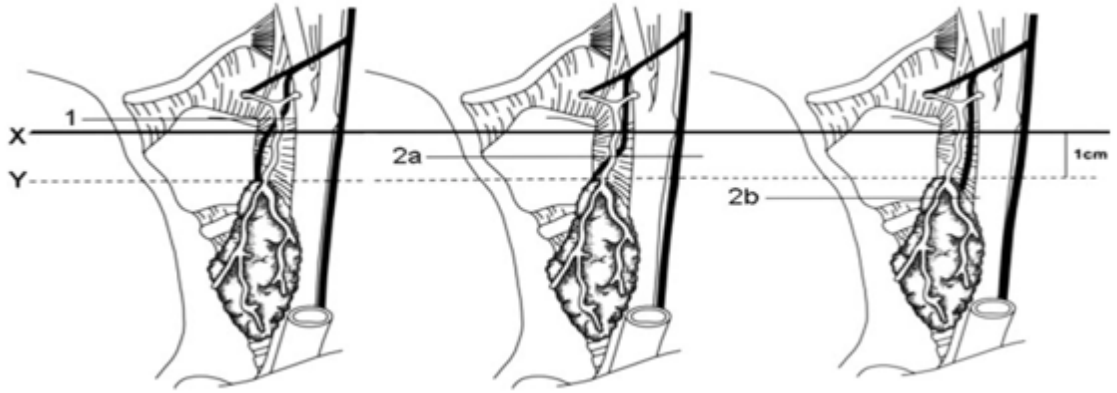

Figure 21 : ***Schéma de la classification de CERNEA : X = distance 1cm au dessus du pôle sup. de la thyroïde, Y= hauteur du pôle sup. de la thyroïde, Type 1 : croisement EBSLN et STA > 1cm du pôle sup., Type 2a : croisement EBSLN et STA < 1cm au-dessus du plan du pôle sup., Type 2b : croisement en-dessous du plan du pôle sup.*** **[14]**

Ensuite, le nerf rejoint la surface du muscle constricteur inférieur du pharynx (IC), qu'il traverse à un niveau variable, donnant lieu à une autre classification : la classification de FRIEDMAN [15](figure 22). Le type 1 de la classification de FRIEDMAN est représenté par 22,5% de la population, les types 2 et 3 représentent respectivement 67,5% et 10% de la population [16]. Nous avons retrouvé 30,7% de types 1, 53,8% de types 2 et 15,4% de type 3.

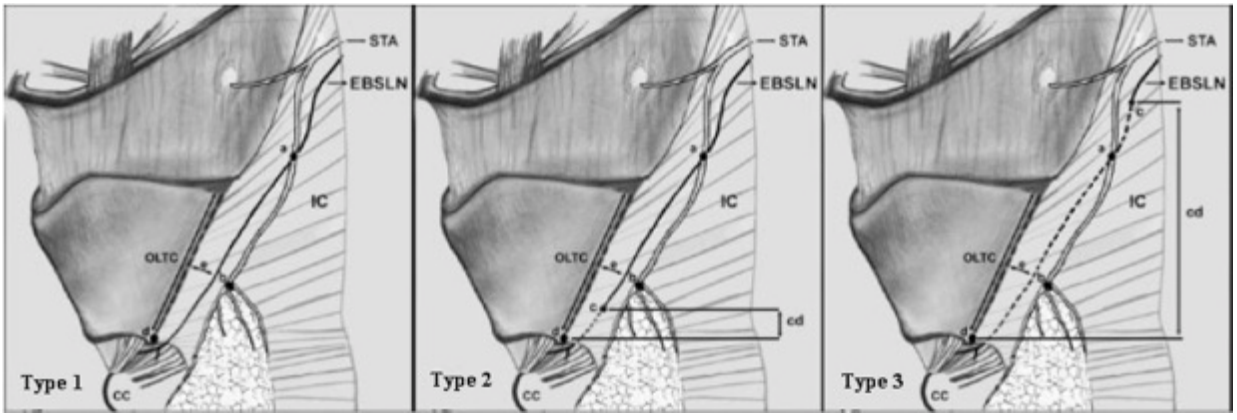

Figure 22 : Schéma de la classification de FRIEDMAN : Type 1 : EBSNL restant superficielle à IC, Type 2 : EBSLN traversant IC en regard de la ligne oblique du cartilage thyroïde (OLTC), Type 3 : EBSLN traversant IC au-dessus du cartilage thyroïde. [16]

La branche externe du nerf laryngé supérieur termine sa course dans le muscle crico-thyroïdien qu'elle innerve. A ce niveau, elle peut donner quelques fibres qui rejoignent le pôle supérieur de la glande thyroïde. Dans de rares cas, la branche externe du nerf laryngé supérieur donne une branche postérieure naissant à hauteur de l'os hyoïde et descendant au contact de la lame pré-vertébrale du fascia cervical en formant un « plexus laryngé » dont les fibres se distribuent entre des anastomoses avec le ganglion cervical supérieur, la partie haute de l'œsophage, le pôle supérieur de la glande thyroïde, et parfois des anastomoses avec le nerf laryngé inférieur [17], comme celle présente sur la figure 16.

- Anastomoses avec le ganglion cervical supérieur du tronc sympathique (CSC/SCSG) [18]:

Ces anastomoses seraient présentes dans 95% des cas. Les modalités d'anastomose sont multiples : avec le tronc du nerf laryngé supérieur, avec la branche interne du nerf laryngé supérieur, avec la branche externe du nerf laryngé supérieur, associées entre elles en nombre variable. Le rôle supposé de ces anastomoses serait de participer à la régulation du flux sanguin et des sécrétions glandulaires de la muqueuse laryngée et pharyngée.

La classification « tie » de SUN et CHANG modifiée par FURLAN permet de les répertorier. Le « t » signifie anastomose au tronc commun du NLS (SNL), le « i » : anastomose à la branche interne du NLS (ibSNL), le « e » : anastomose à la branche externe du NLS (ebSNL), et le nombre en indice indique le nombre d'anastomose(s) (tableau 3).

	Percent Frequency of *tie* Groups and Subgroups					
Number of connections	t_n	e_n	i_n	$t_n e_n$	$i_n e_n$	Total
1	15 (t_1)	26 (e_1)	2 (i_1)	0	0	43
2	0	28 (e_2)	0	7 ($t_1 e_1$)	7 ($i_1 e_1$)	42
3	0	5 (e_3)	0	1 ($t_1 e_2$)	0	6
4	0	0	0	0	4 ($i_1 e_3$)	4
Total	15	59	2	8	11	95*

Tableau 3 : **Classification « tie » de Sun et Chang modifiée par Furlan.**

Par exemple, les anastomoses présentes sur la figure 17 correspondent à une classification « i_1e_1 », et celles de la figure 20 à une classification « $t_1i_1e_1$ ». Cependant, lors des dissections, nous avons renoncé à réaliser cette classification, car du fait de leur calibre souvent très fin, ces anastomoses sont difficiles à mettre en évidence et une liste non-exhaustive des anastomoses risquait d'aboutir à une classification erronée.

2- Applications médico-chirurgicales :

Les premières lésions du nerf laryngé supérieur ont été décrites en 1906. Puis longtemps négligé, ce nerf a connu un intérêt croissant depuis les vingt dernières années. Si la chirurgie thyroïdienne fut la plus étudiée, d'autres techniques chirurgicales sont également concernées.

- La chirurgie thyroïdienne et parathyroïdienne :

L'incident qui a dévoilé l'intérêt de la préservation du nerf laryngé supérieur fut le cas de la Soprano Colorature Amelita Galli-Curci, dont la voix fut dramatiquement altérée en 1935 à la suite d'une thyroïdectomie sans qu'aucune paralysie récurrentielle ne soit observée. Il est probable qu'elle ait été victime d'une lésion du nerf laryngé supérieur. Il est donc primordial chez les professionnels de la voix, de respecter ce nerf.

Lors des lobectomies thyroïdiennes, la branche externe du nerf laryngé supérieur est menacée lors de la dissection du pôle supérieur de la glande thyroïde. En particuliers, la ligature de l'artère thyroïdienne supérieure est source de lésion du fait de leurs rapports étroits. Ce sont les types 2a et surtout 2b de la classification de CERNEA qui sont les plus exposés, ainsi que les types 1 de FRIEDMAN. Ce risque est estimé entre 15% et 65% pour les types 2 de CERNEA. [13], [15], [16]

Les lésions surviennent soit par section ou coagulation directe, soit par ligature avec l'artère thyroïdienne supérieure, soit encore, par arrachement avec un écarteur lors de l'exposition du pôle supérieur de la thyroïde. Il n'existe hélas pas de moyen de prédire chez un sujet s'il appartient à une catégorie à risque. De plus, les études anatomiques ont été réalisées sur des thyroïdes saines. Il est probable qu'en cas de goitre important, les rapports entre le pôle supérieur de la thyroïde et

le nerf laryngé supérieur soient significativement modifiés. Il est préconisé pour prévenir ce risque d'identifier durant l'intervention la branche externe du NLS et de disséquer les vaisseaux un par un au contact du pôle supérieur de la thyroïde. [14], [19]

Au-delà, il existe des possibilités de neuro-monitoring per-opératoire par des électrodes de surface, ou placées sur les cordes vocales par laryngoscopie, ou encore placées directement dans le muscle crico-thyroïdien. La sensibilité de détection de ces deux derniers placements d'électrodes avoisine les 100% contre 75% pour les électrodes de surface. Ces méthodes peuvent être conseillées en cas de reprise chirurgicale, de goitre important ou chez les patients professionnels de la voix. [12]

Il en est de même pour la chirurgie des glandes parathyroïdes, notamment lors de la dissection de P IV, derrière le pôle supérieur de la thyroïde.

- La chirurgie carotidienne [12], [20] :

Le traitement chirurgical des sténoses carotidiennes et des paragangliomes carotidiens ou jugulaires (pour les paragangliomes du vague, le nerf X est toujours sacrifié) comprend un risque de lésion du nerf laryngé supérieur.

Les distances entre le nerf et l'artère carotide interne ou commune sont faibles. De plus les trajets de l'artère et du nerf se croisent. On comprend donc que ce nerf puisse être lésé lors de la dissection des vaisseaux. Le tronc commun surtout, et les parties proximales des branches internes et externes du nerf laryngé supérieur sont plus exposés.

Il est donc souhaitable d'identifier le nerf laryngé supérieur à la face postérieure de la carotide lors de la dissection, afin de pouvoir le conserver.

Par extension, la chirurgie au voisinage de la base du crâne et en particuliers du foramen jugulaire est à risque. En arrière de la carotide interne, l'origine du NLS peut-être repérée à proximité du relief du processus transversal de C1.

- La chirurgie des diverticules pharyngo-œsophagiens de Zenker [12], [22] :

Cette complication est l'apanage des résections par voie externe, la technique endoscopique se limitant à des résections médianes moins étendues. Lors de l'abord d'un diverticule de Zenker, il faut dégager la partie basse du pharynx et les premiers centimètres de l'œsophage, puis sectionner le muscle crico-pharyngien et le tiers inférieur du muscle constricteur inférieur du pharynx, avant de réséquer le diverticule.

La branche externe du nerf laryngé supérieur passe au contact du muscle constricteur du pharynx, voire à l'intérieur dans les types 2 et 3 de FRIEDMAN. Donc elle peut être lésée lors de l'exposition du diverticule ou coupée si la section du muscle constricteur inférieur s'égare latéralement. Toutefois cette éventualité est rare et il ne semble pas indispensable de repérer le nerf.

- La chirurgie partielle du larynx et du pharynx [21], [22]:

Outre l'aspect carcinologique, le succès des laryngectomies partielles ou des pharyngectomies partielles repose sur la facilité de la reprise alimentaire et la qualité vocale. La préservation du nerf laryngé supérieur, lorsqu'elle est possible peut diminuer la morbidité des patients opérés et faciliter leur rééducation.

Les hémilaryngopharyngectomies supra-cricoïdiennes (figure 23) ne sont pas concernées par la préservation du NLS car elles emportent la moitié latérale du larynx avec son innervation. Dans cette technique, il faut veiller à enlever la totalité de la muqueuse du sinus piriforme homolatéral car la persistance de muqueuse privée de son innervation expose à des troubles de déglutition.

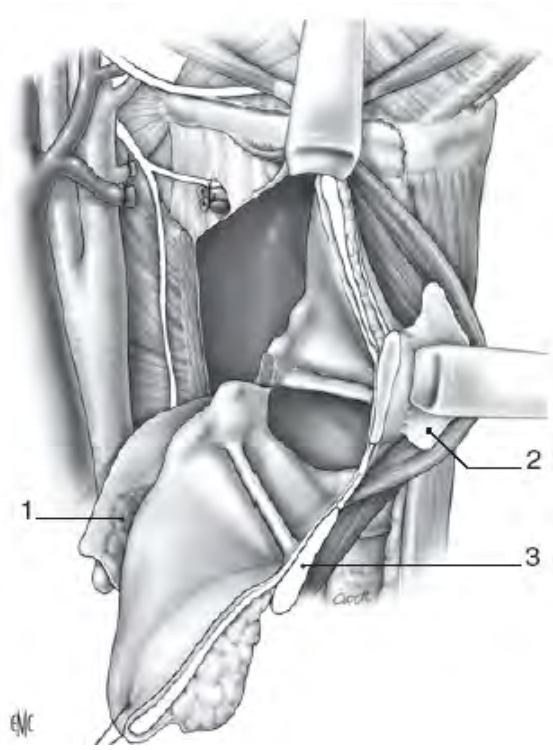

Figure 23 : Hémilaryngopharyngectomie supra-cricoïdienne.
[Illustration d'après LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005].

Lors des pharyngectomies partielles par voie latérale, le NLS est repéré lors de la ligature de l'artère thyroïdienne supérieure et peut être en totalité conservé : la branche interne passe en pont sur la pharyngotomie dont la limite antérieure est située en arrière du foramen dans la membrane thyro-hyoïdiennne, que la grande corne de l'os hyoïde soit réséquée ou non, et la branche externe reste en arrière de la pharyngotomie. En revanche, dans les hémilaryngopharyngectomies

supra-glottiques, la pharyngotomie s'étend jusqu'à la ligne médiane et la branche interne ne peut être conservée.

Parmi les techniques de laryngectomies partielles verticales, la cordectomie ne présente normalement pas de risque pour le NLS. Dans les laryngectomies fronto-latérales et les laryngectomies frontales antérieures (figure 24) qui concernent l'étage glottique, la branche interne est épargnée car l'exérèse se limite au bord supérieur du cartilage thyroïde, et la branche externe peut généralement être conservée si la résection n'intéresse pas la partie postérieure de la membrane crico-thyroïdienne.

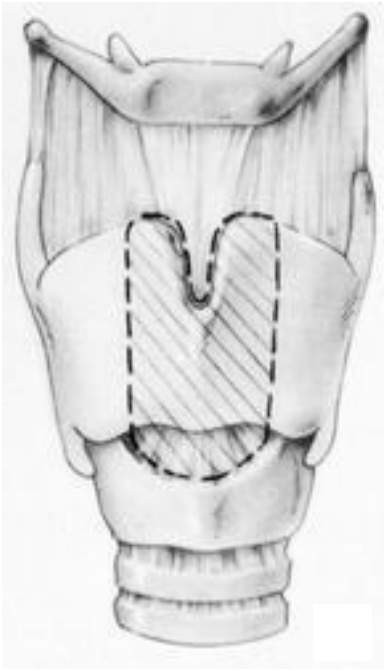

Figure 24 : ***Laryngectomie frontale antérieure. Vue antérieure.***
[Illustrations d'après LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005].

Dans les laryngectomies supra-cricoïdiennes de type CHP et CHEP, la préservation des branches externes est souvent possible. Toutefois il faut être prudent lors de la section du muscle constricteur inférieur du pharynx et de la désarticulation crico-thyroïdienne. La résection haute passe au bord supérieur du cartilage thyroïde dans la CHEP (figure 25) en laissant une partie de l'épiglotte et au bord inférieur de l'os hyoïde dans la CHP (figure 26). La branche interne du NLS est donc préservée dans la CHEP, mais exposée à un risque de

lésion dans la CHP. La pharyngotomie se limite en dedans de l'entrée du pédicule laryngé supérieur dans la membrane thyro- hyoïdienne du côté le moins atteint et si possible du côté de la lésion. Bien sûr une partie des rameaux intra-laryngés de la branche interne du NLS sont sectionnés, mais ce geste permet de respecter un maximum de rameaux nerveux, en particulier le rameau inférieur. Ainsi le patient conserve la sensibilité des unités fonctionnelles crico-aryténoïdiennes restantes ce qui permet de mieux prévenir les troubles de la déglutition et les pneumopathies d'inhalation [23], [10], [11].

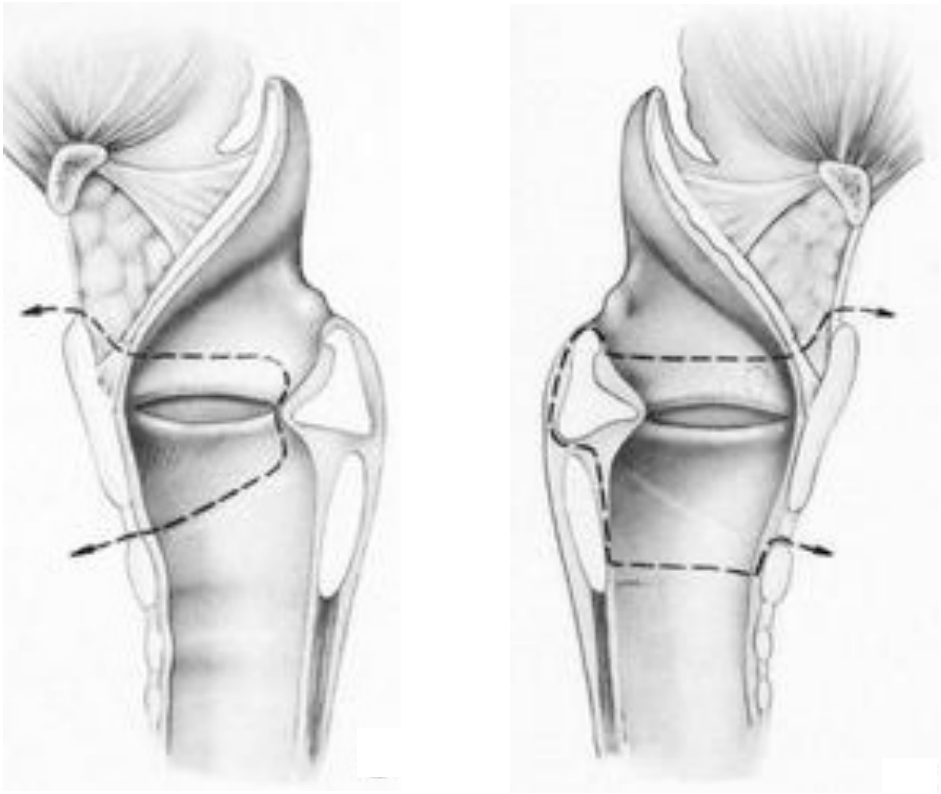

***Figure 25 :* Laryngectomie sub-totale avec Crico-Hyoïdo-Epliglottopexie (CHEP) avec résection d'un aryténoïde.**
A gauche, résection du coté sain, à droite, résection du coté atteint, vues en coupe sagittale.
[Illustrations d'après LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005].

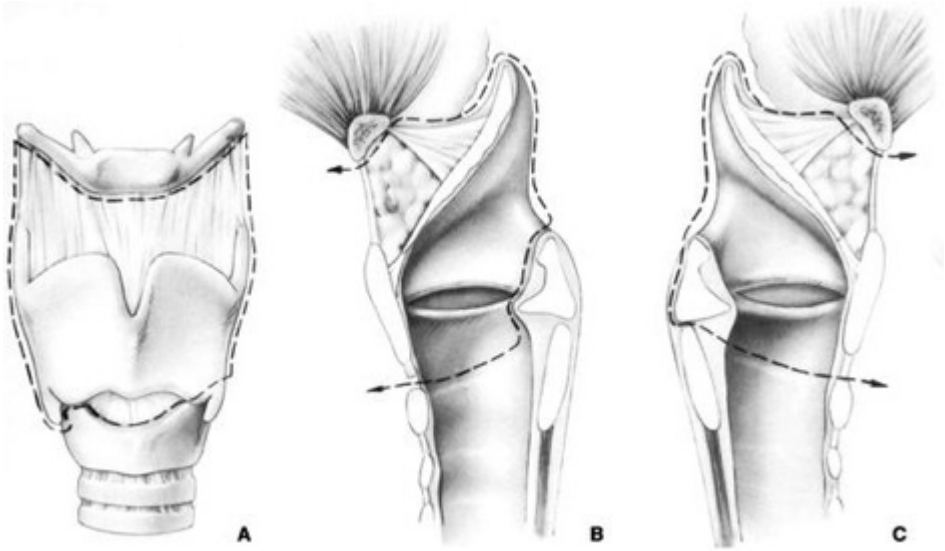

Figure 26 : ***Laryngectomie sub-totale avec Crico-Hyoïdpexie (CHP) avec résection d'un aryténoïde.***
A : vue antérieure, B : résection du coté sain, C : résection du coté atteint.
[Illustrations d'après LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005].

Pour les laryngectomies supra-glottiques (figure 27), la branche externe n'est pas menacée car la résection est plus haute. Le principe de conservation des branches internes est le même que dans la CHP avec une pharyngotomie passant si possible en avant du foramen du pédicule laryngé supérieur dans la membrane thyro-hyoïdienne, afin de garantir un meilleur résultat fonctionnel [23], [24].

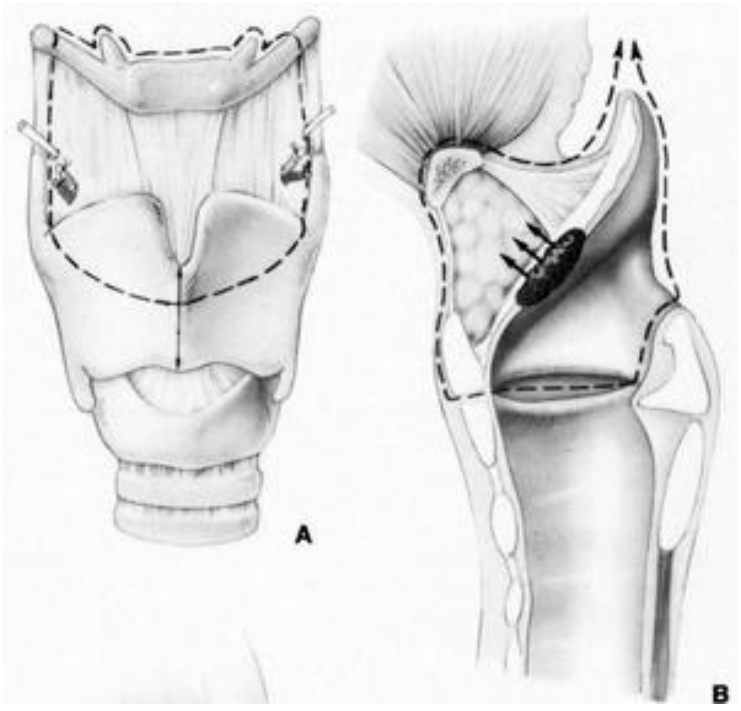

Figure 27 : ***Laryngectomie horizontale supra-glottique avec résection de l'os hyoïde. A : vue antérieure, B : vue en coupe sagittale.***
[Illustrations d'après LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005].

- Bloc anesthésique de la branche interne du nerf laryngé supérieur.

Ce bloc présente un intérêt dans plusieurs situations anesthésiques :

- intubation difficile nécessitant une intubation vigile orotrachéale ou nasotrachéale par fibroscopie en complément d'une anesthésie locale en spray.
- pour les laryngoscopies, les fibroscopie bronchiques et œsophagiennes, les échographies cardiaques transoesophagiennes chez les patients contre-indiquant une anesthésie générale.
- pour la prévention du laryngospasme en particulier de l'enfant.
- pour les endoscopies chez les patients atteints de myasthénie nécessitant des doses moindres de produits anesthésiques généraux [25].

Deux techniques sont décrites : soit l'introduction d'une aiguille au niveau de l'incisure du cartilage thyroïde avec une direction orientée vers le haut et latéralement, soit une injection directe latérale au contact de la grande corne de l'os hyoïde. La ligne oblique du cartilage thyroïde pourrait constituer un troisième repère intéressant pour un site d'injection à sa verticale entre le bord supérieur du cartilage thyroïde et le bord inférieur de l'os hyoïde.

V- CONCLUSION :

Le nerf laryngé supérieur joue un rôle fonctionnel conséquent dans la phonation et la déglutition. Cependant l'importance de sa conservation est à relativiser face aux enjeux carcinologiques et aux risques de son repérage parmi les vaisseaux et les autres nerfs crâniens des régions anatomiques qu'il traverse. On peut retenir certains cas où il est nécessaire de le préserver : la chirurgie partielle des tumeurs du larynx et surtout la chirurgie chez les professionnels de la voix.

Il apparaît dans cette étude anatomique que certains repères considérés comme fiables, sont en réalité très variables comme la bifurcation carotidienne. En revanche, d'autres sont assez constants pour permettre un repérage : le processus transversal de C1 pour l'origine du nerf, la proximité en arrière de la carotide interne pour son tronc commun, l'émergence de l'artère thyroïdienne supérieure pour le segment proximal de la branche interne du NLS et la ligne verticale passant par le sommet de la ligne oblique du cartilage thyroïde à mi-distance entre l'os hyoïde et le bord supérieur du cartilage thyroïde pour son point d'entrée dans la membrane thyro-hyoïdienne. Enfin, la branche externe du NLS se trouve en général proche de la carotide commune, et parfois très proche du pôle supérieur du lobe thyroïdien, d'où la nécessité d'une dissection prudente au contact de la glande lors des thyroïdectomies.

Au delà de ce travail, il serait à présent intéressant d'évaluer la pertinence de ces repères dans le cadre de la pratique chirurgicale, ainsi que la faisabilité « in vivo » de l'identification du nerf laryngé et le bénéfice qu'elle apporte en terme de diminution de morbidité.

Tous mes remerciements au laboratoire d'Anatomie de l'Université de Nantes, pour m'avoir permis de réaliser ce travail.

VI- BIBLIOGRAPHIE :

[1]- LARSEN W.J.
Embryologie humaine (2ème édition française, 2003). Editions De Boeck : 358-366, 419-438.

[2]- LANGMAN J., SADLER T.-W.
Embryologie médicale (7ème édition, 2003). Edition Pradel : 363-401.

[3]- FIX J.D.
Neuro-anatomie (3ème édition, 2004). Edition De Boeck : 108-109.

[4]- ROUVIERE H.
Anatomie humaine descriptive et topographique (10ème édition, 1970). Editions Masson : 284-293, 495.

[5]- BONFILS P., CHEVALLIER J.-M.
Anatomie ORL (2ème édition, 2005). Editions Flammarion : 43,267.

[6]- FURLAN JC, BRANDÃO LG, FERRAZ AR, RODRIGUES AJ JR.
Surgical anatomy of the extralaryngeal aspect of the superior laryngeal nerve.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2003 Jan;129(1):79-82.

[7]- THOMASSIN JM.
Le nerf laryngé supérieur.
J Fr Otorhinolaryngol Audiophonol Chir Maxillofac. 1982 Feb;31(2):139-50.

[8]- KIRAY A, NADERI S, ERGUR I, KORMAN E.
Surgical anatomy of the internal branch of the superior laryngeal nerve.
Eur Spine J. 2006 Sep;15(9):1320-5.

[9]- STEPHENS RE, WENDEL KH, ADDINGTON WR.
Anatomy of the internal branch of the superior laryngeal nerve.
Clin Anat. 1999;12(2):79-83.

[10]- OLTHOFF A, SCHIEL R, KRUSE E.
The supraglottic nerve supply: an anatomic study with clinical implications.
Laryngoscope. 2007 Nov;117(11):1930-3.

[11]- SANDERS I, MU L.
Anatomy of the human internal superior laryngeal nerve.
Anat Rec. 1998 Dec;252(4):646-56.

[12]- KOCHILAS X, BIBAS A, XENELLIS J, ANAGNOSTOPOULOU S.
Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery.
Clin Anat. 2008 Mar;21(2):99-105.

[13]- CERNEA CR, FERRAZ AR, NISHIO S, DUTRA A JR, HOJAIJ FC, DOS SANTOS LR.
Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve.
Head Neck. 1992 Sep-Oct;14(5):380-3.

[14]- NAIDOO D, BOON JM, MIENY CJ, BECKER PJ, VAN SCHOOR AN.
Relation of the external branch of the superior laryngeal nerve to the superior pole of the thyroid gland: an anatomical study.
Clin Anat. 2007 Jul;20(5):516-20.

[15]- FRIEDMAN M, LOSAVIO P, IBRAHIM H.
Superior laryngeal nerve identification and preservation in thyroidectomy.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2002 Mar;128(3):296-303.

[16]- OZLUGEDIK S, ACAR HI, APAYDIN N, TEKDEMIR I, ELHAN A, COMERT A.
Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve.
Clin Anat. 2007 May;20(4):387-91.

[17]- KREYER R, POMAROLI A.
Anastomosis between the external branch of the superior laryngeal nerve and the recurrent laryngeal nerve.
Clin Anat. 2000;13(2):79-82.

[18]- FURLAN JC.
Sympathetic fiber origin of the superior laryngeal nerve and its branches: an anatomic study.
Clin Anat. 2002 Jun;15(4):271-5.

[19]- CERNEA CR, FERRAZ AR, FURLANI J, MONTEIRO S, NISHIO S, HOJAIJ FC, DUTRA JÚNIOR A, MARQUES LA, PONTES PA, BEVILACQUA RG.
Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy.
Am J Surg. 1992 Dec;164(6):634-9.

[20]- BRANCHEREAU A, EDE B. Chirurgie carotidienne – voies d'abord. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Chirurgie vasculaire, 43-141, 2004.

[21]- BRASNU D, LACCOURREYE O, HANS S, MENARD M, DE MONES E, BEHM E.
La chirurgie conservatrice des cancers du larynx et du pharynx (édition 2005).
Les monographies Amplifon : 57-148.

[22]- LEFEBVRE J.-L., MALLET Y. Pharyngectomies et pharyngolaryngectomies. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Tête et cou, 46-280, 2005.

[23]- RASSEKH CH, DRISCOLL BP, SEIKALY H, LACCOURREYE O, CALHOUN KH, WEINSTEIN GS
Preservation of the superior laryngeal nerve in supraglottic and supracricoïd partial laryngectomy.
Laryngocope. 1998 Mar;108(3):445-7.

[24]- KAMBIC V, ZARGI M, RADSEL Z.
Topographic anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve. Its importance in head and neck surgery.
J Laryngol Otol. 1984 Nov;98(11):1121-4.

[25]- FURLAN JC.
Anatomical study applied to anesthetic block technique of the superior laryngeal nerve.
Acta Anaesthesiol Scand. 2002 Feb;46(2):199-202.