



**HAL**  
open science

# Étude anatomique du nerf grand occipital en vue d'optimiser les voies d'abord de la fosse crânienne postérieure

Gaétan Lainé

► **To cite this version:**

Gaétan Lainé. Étude anatomique du nerf grand occipital en vue d'optimiser les voies d'abord de la fosse crânienne postérieure. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03355123

**HAL Id: dumas-03355123**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03355123>**

Submitted on 27 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**U.F.R. DES SCIENCES MEDICALES**

Année : 2021

Thèse n°3083

THÈSE POUR L'OBTENTION DU  
**DIPLOME D'ÉTAT de DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par monsieur LAINÉ Gaétan

Né le 3 février 1994 à Saint-Dié-des-Vosges

Le 10 septembre 2021

**ÉTUDE ANATOMIQUE DU NERF GRAND OCCIPITAL  
EN VUE D'OPTIMISER LES VOIES D'ABORD DE LA FOSSE  
CRÂNIENNE POSTÉRIEURE**

Sous la direction de madame le professeur Dominique LIGUORO

Membres du jury :

Monsieur le professeur Jean-Rodolphe VIGNES  
Monsieur le professeur Jean-Marc VITAL  
Madame le professeur Dominique LIGUORO  
Monsieur le docteur Édouard GIMBERT  
Monsieur le docteur Jean-François MINEO

Président  
Rapporteur  
Examinateur  
Examinateur  
Examinateur



# REMERCIEMENTS

Aux membres du jury qui m'ont honoré par leur aide précieuse et leur présence lors de ma soutenance de thèse

**Monsieur le professeur Jean-Rodolphe Vignes - président du jury :** Pour m'avoir fait confiance dans mon parcours chirurgical, pour votre gentillesse, pour votre amour de la chirurgie rachidienne et votre compétence technique extrêmement large dans le domaine neurochirurgical. Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

**Monsieur le professeur Jean Marc VITAL - rapporteur de thèse :** Je vous remercie d'avoir accepté d'être rapporteur de ce travail. Votre disponibilité, votre bienveillance, votre sympathie, votre passion pour la chirurgie du rachis ainsi que vos qualités chirurgicales resteront à jamais gravées dans ma mémoire.

**Monsieur le docteur Édouard GIMBERT - examinateur :** Je te remercie de faire partie de mon jury et de ton retour sur mon travail, mais également de ta sympathie, ta confiance accordée lorsque nous travaillions ensemble, tes conseils dans mes relations interindividuelles, et ton humour sans faille.

**Monsieur le docteur Jean-François MINEO - examinateur :** Pour avoir accepté de me guider lors de mon séjour palois, m'avoir fait confiance à un stade précoce de mon parcours de formation, et m'avoir transmis certaines techniques chirurgicales. Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail.

**Madame le professeur Dominique LIGUORO - directrice de thèse :** Je vous remercie de m'avoir accueilli au sein de votre service. Vous êtes un exemple d'humilité et de bienveillance, comme vous me l'avez prouvé à plusieurs reprises durant cette année de préparation de thèse qui m'a été éprouvante sur le plan personnel. Je n'oublierai jamais ces qualités qui vous définissent, et espère que vous trouverez dans ce travail l'expression de mon profond respect.

A tous les praticiens et équipes des différents services qui m'ont accueilli durant mon internat. Vous avez tous largement participé à ma formation et je vous en remercie.

Service de neurochirurgie B (CHU Pellegrin - Bordeaux) : au **professeur E. Cuny** pour m'avoir accueilli à 2 reprises dans votre service, au **professeur H. Loiseau** pour m'avoir aiguillé et conseillé dans mon parcours, et pour votre aide précieuse dans ma formation à la fois chirurgicale et scientifique, au **docteur P. Monteil** pour votre humour, au **docteur G. Penchet** pour vos pensées toujours positives et vos discours motivationnels, au **docteur O. Mollier** pour toutes ces astreintes passées ensemble, au **docteur J. Engelhardt** pour ton aide scientifique.

Service de neurochirurgie A (CHU Pellegrin - Bordeaux) : aux **professeurs D. Liguoro** et **J.R. Vignes**, au **docteur E. Gimbert**, au **docteur V. JECKO** pour tes conseils dans la rédaction de cette thèse et tout au long de ma formation, au **docteur T. WAVASSEUR** pour tes longues explications, ta transmission de savoir à la fois théorique et pratique, et **aux docteur G. Kerdiles** et **P. Roblot** pour votre sympathie mais surtout pour votre patience et votre haute tolérance au dérangement.

Service de chirurgie thoracique (CH François Mitterrand - Pau) : aux **docteurs A. Minniti** et **D. Mayeur** pour m'avoir transmis les bases de la chirurgie générale.

Service de chirurgie du rachis (CHU Pellegrin - Bordeaux) : au **professeur O. Gille** pour m'avoir accepté 1 an dans votre unité, vos conseils chirurgicaux, et votre aide précieuse à visée scientifique et dans les congrès, au **professeur J.M. Vital**, au **docteur V. Pointillart** pour m'avoir transmis une partie de vos connaissances, au **docteur C. Damade** pour ton soutien, ta bonne humeur et tes conseils chirurgicaux, au **docteur B. Bouyer** pour ton aide scientifique, **aux docteurs I. Obeid** et **L. Boissière** pour m'avoir appris les bases de la chirurgie de déformation, et **aux docteurs M. Petit**, **P. Coudert**, **J.E. Castelain** et **S. Ghailane** pour votre disponibilité, votre sympathie, toutes ces gardes et autres nuits agitées.

Service de chirurgie du rachis et de la moelle épinière (Hôpital neurologique - Hospices Civils de Lyon) : au **professeur C. Barrey** pour avoir accepté que je réalise un stage dans votre unité, pour vos clarifications per opératoires et votre aide scientifique, au **docteur S. Portet** pour toutes tes explications, au **docteur G. Capo** pour ton aide dans ma formation rachidienne et au **docteur W. Baassiri** pour ta bonne humeur et tous tes conseils chirurgicaux.

A **tous les anesthésistes** avec qui j'ai pu travailler durant ces années pour votre patience envers ma technique chirurgicale mais aussi et surtout envers mon humour.

A **tous les neuro-réanimateurs et réanimateurs du déchocage** de Bordeaux. Vous avez été d'une aide très précieuse dans ma formation médicale.

A **tous les infirmier(e)s, aides soignant(e)s et secrétaires** des services dans lesquels j'ai pu travailler, pour vos conseils, votre patience et votre soutien.

A **tout le personnel du laboratoire d'Anatomie de l'université de Bordeaux** pour votre disponibilité lors de l'élaboration de ma thèse et votre extrême sympathie. J'espère que le plaisir que j'ai eu de travailler avec vous a été partagé.

Enfin, aux professeurs **H. Loiseau**, **F. Caire**, **F.E. Roux** et **M. Wager** pour l'organisation des cours de DES inter régionaux qui sont à la base de notre formation théorique et scientifique.

A ma famille qui m'a procuré un soutien sans faille tout au long de ces longues études.

**Maman, Papa**, pour l'éducation que vous m'avez apportée et pour tous ces sacrifices que vous avez réalisés pour moi. Le chemin étudiant a été long, depuis ce passage aux urgences pédiatriques jusqu'à ce jour. Je suis désormais presque un vrai "médecin recouseur". Une pensée particulière à cette première année que je n'aurais sans doute pas réussie sans vous. Vous êtes pour moi un modèle et il me faudrait bien plus qu'une thèse pour vous dire combien je vous suis reconnaissant.

**Anne Sophie**, toi qui as su porter avec soin ton rôle d'ainée dans notre fratrie. Je te remercie pour ces années où j'ai grandi à tes côtés et dont je garde une multitude de souvenirs. Je te souhaite beaucoup de bonheur dans ta future vie vittelloise, accompagnée de tes enfants et de ton mari.

**Pierre**, toi qui as écrit la première thèse de cette famille. A tous nos souvenirs étudiants, de notre collocation plus ou moins studieuse aux soirées trop arrosées à ne plus savoir où nous habitons. Sans ta présence auprès de moi à Nancy, la vie n'aurait sans doute pas été aussi facile et tu es également en grande partie responsable de ma réussite à la fac.

A **Janine**, car malgré la distance qui nous sépare, je pense souvent à toi. A **Marie Paule** : toi qui es récemment partie dans les suites d'une pathologie neurochirurgicale, tu étais pourtant persuadée que je pourrais tout guérir. A **Jacques**, récemment parti également, tu nous as tous prouvé que la vie ne vaut plus la peine d'être vécue sans la présence des êtres aimés. A **Claude**, que j'aurais aimé bien plus connaître.

A **Thibaut et Chiara**, pour la joie que vous apportez à ma sœur et mon frère et pour tous les moments que nous aurons le plaisir de partager ensemble.

A **Alexandra**, toi qui as toujours une pensée pour moi depuis mon plus jeune âge. A **Marc**, reporter officiel de mes aventures sportives. Un grand merci à toute la famille Longchamp !

A mes **oncles, tantes, et cousins**, pour qui je reste le petit dernier.

A ma belle-famille : **Pierre et Marianne** pour m'avoir accepté dans votre foyer et supporté depuis toutes ces années. A **Mélanie et Clara**, pour toutes les soirées que nous avons passées ensemble et pour tous les événements à venir. A **Andrée**, pour ces leçons de vie et son signe astrologique. A **Jonathan et Louis**, pour votre sympathie et votre dynamisme. Merci à tous les Mougin pour tous ces bons moments passés ensemble, ne changez rien !

Enfin, à **Lucie, Lyssandre et Eve**. J'espère que vous me laisserez vous accompagner dans toutes les découvertes qu'il vous reste à faire.

A toutes les fabuleuses personnes que j'ai pu rencontrer pendant tout ce parcours

**Maximilien** : Ça commençait plutôt mal entre nous, avec ton abandon de la filière chirurgicale (c'est quoi la médecine nucléaire au juste ?) et tes insinuations aux urgences (non monsieur je ne suis pas un charlatan !). Puis tu t'es un peu rattrapé en t'intéressant à ma spécialité et en me proposant même un sujet de thèse (pourquoi pas les neuroblastomes fusiformes à cellules oblongues en population pédiatrique ?), et en devenant urologue le temps d'une soirée parisienne. Tu as également vite su déceler mes talents musicaux. Sans toi (et autotune ?) rien de tout ceci n'aurait été possible. Je te dis un immense merci pour tous ces souvenirs d'internat et pour m'avoir honoré récemment d'être mon témoin de mariage.

**Julien** : Pour tous tes talents cachés, que ce soit en espagnol (lors de cette escapade à Barcelone), en mathématiques (on sera 8 au paintball, on n'a qu'à faire 7 contre 1, ça te va Gaétan ?), en contrôle de direction des ballons de baudruche (ah non, ça c'est moi en fait !), en bricolage (merci pour les lettres A et G !), en organisation de mariage (enfin 1 qui sait bien choisir ses témoins), en musique (12 ans de batterie quand même !) et pour ta connaissance des citations d'entraîneur de football. Comme tu le dis si souvent, tu es le plus grand mais pas le plus malin, mais je ne serai jamais à ta hauteur car comme dirait Guy Roux "un petit qui saute va toujours moins haut qu'un grand qui saute".

**Sophie** : Pour ton soutien inconditionnel depuis notre rencontre en 2ème année, pour ton aide dans mes relations (tu la connais bien Alice non ?), pour ces anniversaires surprises (si on le fait tous les ans, ça reste une surprise ?), pour ces séjours à Bordeaux, au Ferrey (ville étape du tour de France) et Arcachon (siège des écrevisses), pour cette passion des doudounes sans manches, pour ce séjour provençal et ces étranges photos. Je te félicite pour ta réussite dans le projet professionnel que tu rêvais de réaliser tout au long de l'externat, et l'accomplissement imminent de ta thèse (J-3, la pression monte !).

Aux kinés : **Julien** pour ton sérieux et ton amour du sport, **Thibaut** pour ton brin de folie et ton gourdin qui mousse, **Mathilde** pour ce fameux appel après la soirée échec.

Aux autres amis lorrains qui nous font comprendre que la distance n'importe que peu : **Armand** pour avoir supporté ma mauvaise foi lors de tous nos séjours alpins (Si tu ne te mettais pas juste devant moi, je ne te rentrerais pas dedans !) et à Cannes. Pour tous ces matches de tennis et ces quelques soirées jeux-vidéo. Pour ton humour et tes répliques décalées (ça avance bien votre cabane de gitan ?) et ta connaissance parfaite des répliques d'OSS 117, **Simon** pour tous ces matches de tennis et ces séances d'Insanity dans le club house de l'ASPTT, et pour cette fameuse soirée de coupe du monde à Bordeaux. **Camille** pour toutes ces vacances passées ensemble et ta détermination sans faille sur les pistes de ski, **Mathilde** pour toutes ces soirées passées ensemble, pour ton chat qui a inspiré notre bus au WEI et pour tes photos de voyage qui m'ont déjà fait faire 4 fois le tour du monde depuis mon salon, **Jacques** pour avoir été un patron plus que cool, ta bonne humeur et ta connaissance des voitures de collection (très utile au final !), **Agathe** pour ces galas et autres soirées, et cette bouteille cassée si près du but, **Olivier** (alias lapinou) pour m'avoir conforté dans mon choix de filière chirurgicale dès mon début de parcours.

A mes co-internes : **Maxime** parce qu'un semestre avec toi, ça roule, **Petrus** pour ta sympathie et ton amour de la fête, **Arthur** pour m'avoir diverti avec toutes tes histoires, aux amis palois (**Diane**, **Marion** et **Anais**, les kevinettes, pour nos innombrables coup de folie, **Louis** pour ton expérience et ta sagesse), aux orthopédistes (mention spéciale à **Maxime** (plus que 70 ans à

tenir...), **Alice** pour avoir supporté mes blagues pendant 6 mois, **Paul** pour ta gentillesse et ta bonne humeur permanente et **Grégoire** pour ce magnifique semestre que tu as vécu), à **Laetitia** pour le soutien que tu m'as apporté pendant ce semestre difficile et pour toutes nos séances au labo d'anatomie, à **Bader** (alias François) pour tes imitations, et à **Mathilde, Florian, Mohamed, Sultan** et **Lawrence** avec qui j'aurais aimé travailler.

A toutes les autres personnes que j'ai pu rencontrer au cours de mon internat : **Emilien** pour toutes tes histoires aussi incroyables les unes que les autres, **Clémence** pour notre amour partagé du champagne, **Déborah** puisque tu es la compagne de Maximilien, **Claire** pour avoir chassé la COVID, **Sébastien** et **Marie-Liesse** pour vos lombalgies, **Xavier** et **Bénédicte** pour votre sens de l'observation (2 SA + 1 jour), **Virginie** et **Simon** pour votre influx, **Thibaut** pour ces sessions running le long des quais à raconter notre vie, **Lauren** pour ces souvenirs palois, **Thomas** pour cette folle victoire de coupe du monde, **Isaline** et **François** pour ce séjour lyonnais et bien d'autres raisons.

A **Alice**, pour qui mon affection et amour ne sauraient se résumer sur cette page. Je te remercie infiniment pour ces années de vie passées ensemble et ta présence à mes côtés pendant ce parcours. Tu as toujours su trouver les mots justes pour me faire avancer et me motiver dans l'accomplissement de mon travail. Tu as également toujours su m'épauler dans les moments les plus difficiles. Je suis très fier de ta réussite professionnelle et du succès de ta thèse passée il y a quelques mois. Tu as récemment accepté de devenir mon épouse et me faire vivre l'une des plus belles semaines de ma vie. 2021 aura été une année très chargée en émotions, et j'espère simplement que la vie nous permettra de réaliser les innombrables projets que nous avons prévu de réaliser par la suite.



# TABLE DES MATIERES

<b>ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>13</b>
<b>RAPPELS EMBRYOLOGIQUES .....</b>	<b>14</b>
I. METAMERISATION : MYELOMERES - SOMITES .....	14
II. DEVELOPPEMENT DES RACINES NERVEUSES .....	14
III. DEVELOPPEMENT OSSEUX .....	15
A. Développement de la base du crâne .....	15
B. Développement de la jonction crânio-cervicale .....	15
<b>RAPPELS ANATOMIQUES .....</b>	<b>17</b>
I. SQUELETTE.....	17
II. PLANS MUSCULAIRES .....	19
A. Plan musculaire superficiel .....	19
B. Plan musculaire moyen.....	20
C. Plan musculaire profond.....	21
D. Corrélations anatomo-radiologiques .....	22
E. Innervation des muscles de la région de la nuque .....	22
II. INNERVATION SENSITIVE DU CUIR CHEVELU .....	22
A. Nerf grand occipital.....	23
1. Trajet classique.....	24
2. Variations anatomiques.....	26
3. Diamètre.....	27
4. Rapports anatomiques.....	27
5. Variations lors des mouvements de la tête.....	29
B. Nerf petit occipital.....	29
1. Trajet classique.....	29
2. Variations anatomiques.....	30
3. Diamètre.....	30
4. Rapports anatomiques.....	31
C. Troisième nerf occipital.....	31
1. Trajet classique.....	31
2. Variations anatomiques.....	32
3. Diamètre.....	32
4. Rapports anatomiques.....	32
D. Nerf grand auriculaire .....	32
E. Anastomoses entre les 4 nerfs dorsaux.....	33
<b>VOIES D'ABORD DE LA FOSSE CRÂNIENNE POSTÉRIEURE.....</b>	<b>34</b>
I. VOIE D'ABORD POSTERO-MEDIANE .....	34
II. VOIES D'ABORD POSTERO-LATERALES .....	35
A. Voie d'abord sous occipitale latérale.....	35
B. Voie d'abord rétro-sigmoïdienne.....	36
III. VOIES D'ABORD LATERALES.....	36
IV. COMPLICATIONS.....	37
A. Complications générales.....	37
B. Névralgie occipitale .....	37
<b>ÉTUDE ANATOMIQUE .....</b>	<b>40</b>
I. MATERIEL ET METHODES .....	40
A. Matériel.....	40
B. Méthodes.....	40
1. Dissection anatomique morphologique.....	40
2. Dissection anatomique appliquée aux voies d'abord chirurgicales.....	42
II. RESULTATS.....	48

<i>A. Repérage du nerf grand occipital.....</i>	<i>48</i>
<i>B. Étude des rapports avec l'artère occipitale.....</i>	<i>52</i>
<i>C. Étude des voies d'abord de la fosse crânienne postérieure.....</i>	<i>53</i>
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>69</b>
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE.....</b>	<b>75</b>

# **ABRÉVIATIONS**

IHS : International Headache Society

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

NGO : Nerf Grand Occipital

POE : Protubérance Occipitale Externe



# INTRODUCTION

Le nerf grand occipital (appelé grand nerf occipital d'Arnold ou nervus occipitalis major dans la nomenclature internationale [1], et plus connu sous le nom de nerf d'Arnold) est issu du rameau dorsal du second nerf spinal (C2). Sa principale fonction consiste en l'innervation sensitive de la majorité de la partie dorsale du scalp.

Du fait de son trajet superficiel au niveau des régions dorsales de la nuque et du crâne, il peut être lésé de manière directe ou indirecte (essentiellement par étirement) lors des abords chirurgicaux de la fosse crânienne postérieure, qui sont de pratique courante en neurochirurgie. Les patients souffrent immédiatement ou secondairement de douleurs nuchales ou de névralgies occipitales, handicapantes, et parfois d'une instabilité posturale.

Après quelques rappels d'embryologie et d'anatomie, et sur la base de notre travail anatomique et d'une revue de la littérature, nous discuterons des améliorations possibles des voies d'abord de la fosse crânienne postérieure pour éviter ou minimiser les risques de « névralgie d'Arnold » post-opératoire.

## RAPPELS EMBRYOLOGIQUES

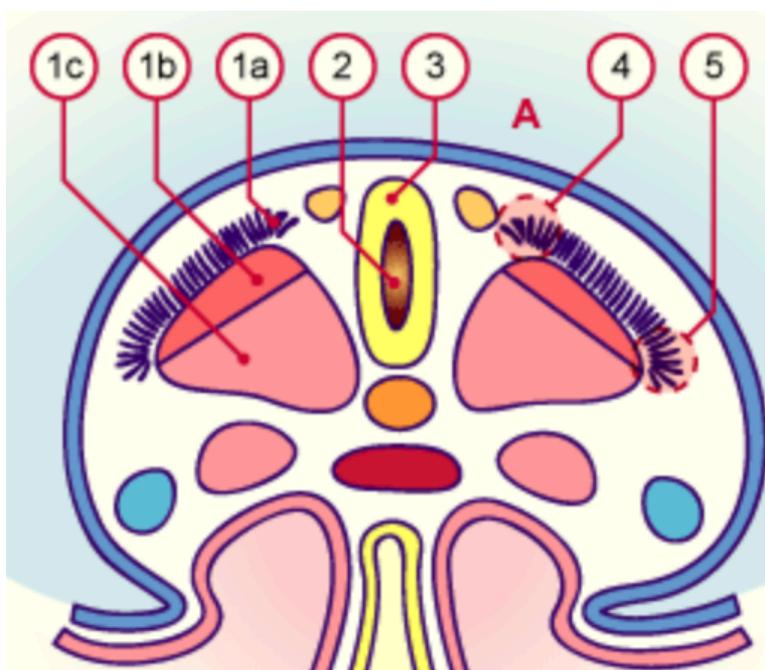
La moelle spinale est la partie caudale du tube neural avec 2 types d'organisation : métamérisation et lamination. Seule la métamérisation est rappelée ici.

### I. Métamérisation : myéломères - somites

Chaque segment de moelle, ou myéломère, est en relation avec un segment du corps ou métamère, issu d'un somite.

Ces somites sont d'origine mésodermique [2]. Chaque somite contient 3 parties distinctes, dont l'organisation est segmentaire et va guider la métamérisation médullaire (figure 1) :

- Sclérotome : développement du squelette axial
- Myotome : développement de la musculature
- Dermatome : développement des téguments



**Figure 1 : Composition des somites au niveau du futur axe vertébral. 1a : dermatome, 1b : myotome, 1c : sclérotome, 2 : canal central du tube neural, 3 : tube neural, (d'après cours d'embryologie en ligne à l'usage des étudiants en médecine développés par les universités de Fribourg, Lausanne et Berne)**

Ils apparaissent progressivement dans un sens crânio-caudal à partir de la fin de la 3ème semaine de développement, de telle sorte qu'au 31ème jour on en observe entre 41 et 44 paires [2].

### II. Développement des racines nerveuses

Les racines nerveuses, au nombre de 31 paires, sont composées d'une racine dorsale sensitive avec son ganglion spinal et d'une racine ventrale motrice. Elles présentent une organisation

métamérique répondant à la segmentation médullaire. Chaque métamère reçoit des informations sensibles d'une zone cutanée spécifique (dermatome) et envoie des informations motrices à un groupe musculaire spécifique (myotome) [2].

Au cours de la formation du tube neural, un groupe de cellules du neur ectoderme s'isole de chaque côté de la plaque neurale avant son invagination [3]. Ces cellules ne seront pas incorporées dans le tube neural et constitueront la crête neurale [2]. Elles forment ainsi une zone intermédiaire entre le tube neural et l'ectoderme [2,3], qui s'étend du mésencéphale jusqu'aux somites de la région caudale. A l'inverse des cellules du tube neural qui restent épithéliales, les cellules des crêtes neurales subissent une transformation mésenchymateuse. Elles subissent ensuite une segmentation pour former des ébauches ganglionnaires [2], dont l'organisation répond à celle des somites, avec un bourgeon musculaire pour chaque ébauche ganglionnaire [2].

Toutes les cellules sensibles du système nerveux périphérique proviennent des cellules des crêtes neurales et leurs corps cellulaires sont situés en dehors du système nerveux central [2]. Au sein de la moelle spinale, les axones des neurones de la corne sensible dorsale auront un comportement différent de ceux de la corne ventrale [2].

### **III. Développement osseux**

La majeure partie du squelette axial se développe à partir des somites.

#### **A. Développement de la base du crâne**

Le développement de l'ensemble de la boîte crânienne se fait à partir de 2 précurseurs [3] :

- Le neurocrâne qui donnera la base du crâne et les os plats de la voûte crânienne.
- Le viscérocrâne qui quant à lui formera le squelette de la face.

La base du crâne est formée par un processus d'ossification enchondrale [3], raison pour laquelle elle est parfois nommée chondrocrâne, contrairement à la voûte crânienne dont l'ossification est membraneuse.

Le mésoderme entourant la portion céphalique de la corde dorsale subit une transformation cartilagineuse (chondrification), devenant ainsi un cartilage parachordal impair appelé plaque basale [3]. Celle-ci s'étend de l'arrière de la selle turcique aux somites occipitaux. Au sein des 4 somites les plus crâniens, 3 vont fusionner pour former un cartilage unique qui fusionnera lui-même à la plaque basale [3]. Ainsi, l'os occipital provient à la fois du cartilage parachordal et des premiers sclérotomes. Plus tard, l'os occipital s'étendra autour du tube neural permettant la formation de ses masses latérales [3].

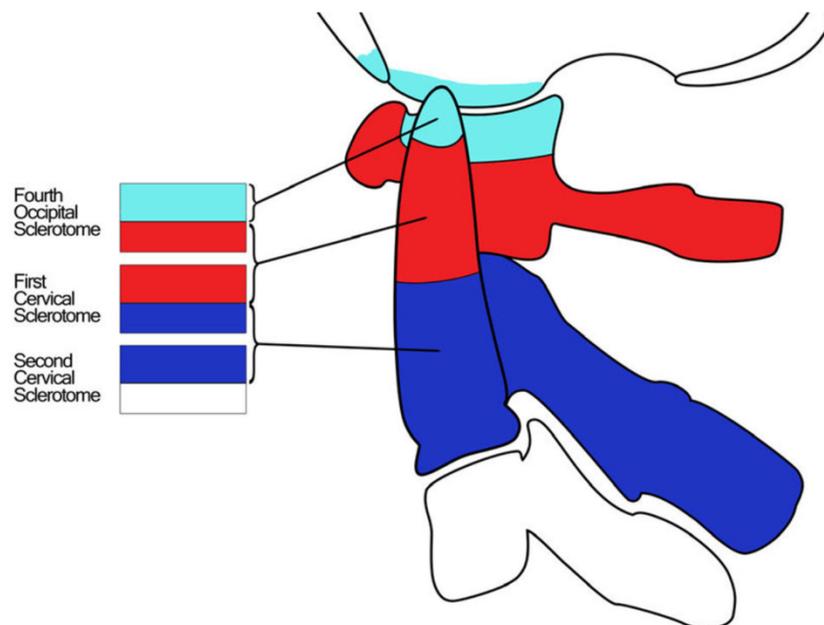
#### **B. Développement de la jonction crânio-cervicale**

La jonction crânio-cervicale est développée à partir des 4 somites occipitaux et des 3 premiers somites cervicaux [4].

Le précurseur de cette jonction, appelé proatlas, est issu de la fusion du 4<sup>ème</sup> somite occipital et de la partie crâniale du premier somite cervical [4].

- Sa partie crâniale fusionne avec les segments des 3 premiers somites occipitaux pour former le basion et la base de l'occiput.
- Sa partie caudale donne naissance au segment apical de la dent.
- Sa région latérale permet la formation des condyles occipitaux et du reste du foramen magnum.

La moitié caudale du premier somite cervical fusionne avec la moitié crâniale du second somite cervical, formant le premier sclérotome cervical. De la même manière, le second sclérotome cervical est issu de la fusion de la partie caudale du second somite cervical et de la partie crâniale du troisième somite cervical [4,5]. Le premier sclérotome cervical formera la base de la dent et le second sclérotome cervical donnera naissance au corps vertébral de l'axis. Ces 2 sclérotomes ne donneront pas naissance à un disque intervertébral, expliquant la morphologie de la dent de l'odontoïde (figure 2).



**Figure 2 : Développement embryonnaire de la jonction crânio-cervicale, (d'après Heidi Arponen, *Changes in cranial base and craniocervical junction during growth in healthy individuals and in patients with osteogenesis imperfecta*)**

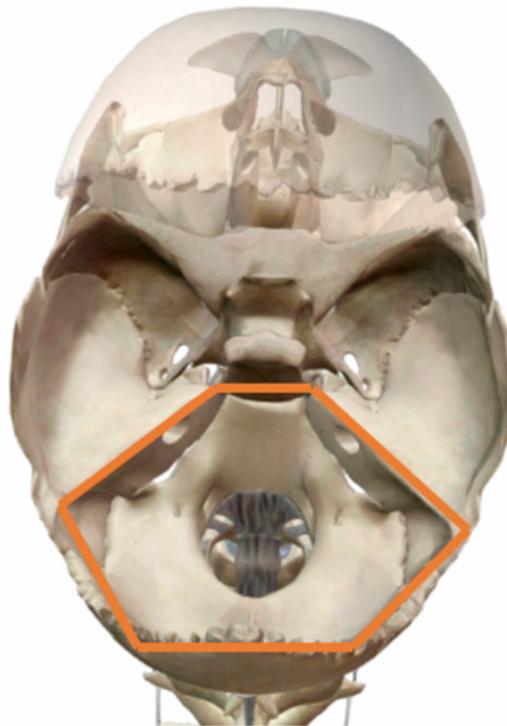
# RAPPELS ANATOMIQUES

Préalablement à notre étude anatomique, il semble indispensable de faire quelques rappels d'anatomie de la région étudiée.

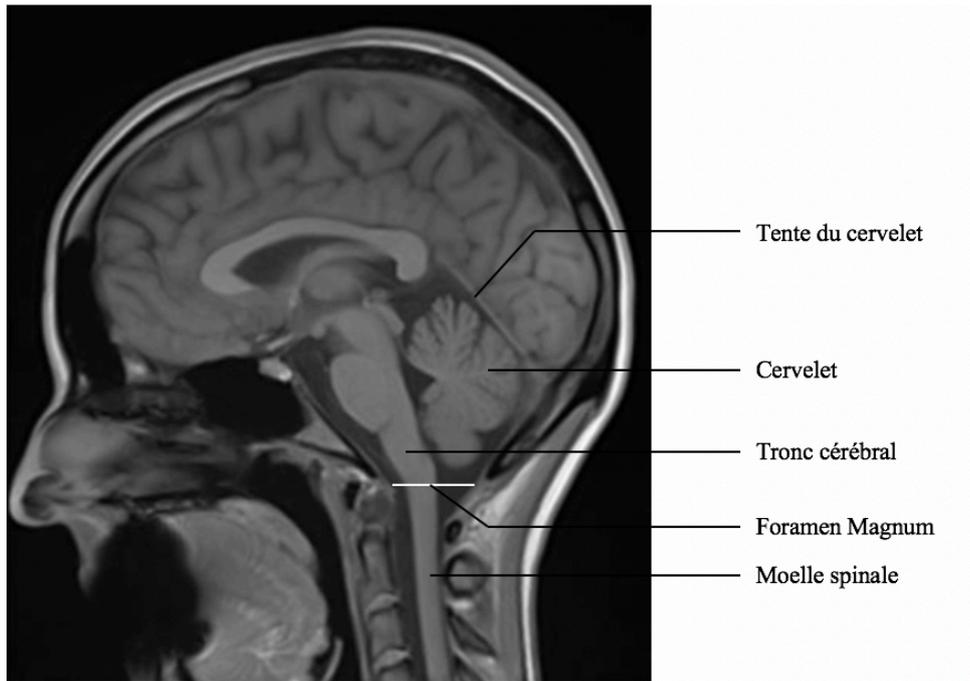
## I. Squelette

La fosse crânienne postérieure correspond au tiers dorsal de la base du crâne. Elle est limitée en ventral par les bords supérieurs des rochers latéralement et la lame quadrilatère au centre. Elle contient le cervelet et le tronc cérébral, et présente un orifice en son centre, le foramen magnum, qui est le lieu de transition entre le tronc cérébral et la moelle spinale.

Sa paroi ventrale est composée sur la ligne médiane par le corps du sphénoïde et le processus basilaire de l'os occipital, et latéralement par les faces dorsales des rochers. Sa paroi dorsale est composée uniquement par l'écaille de l'occipital (figure 3). Elle est limitée en crânial par la tente du cervelet, et en caudal par l'os occipital (figure 4)

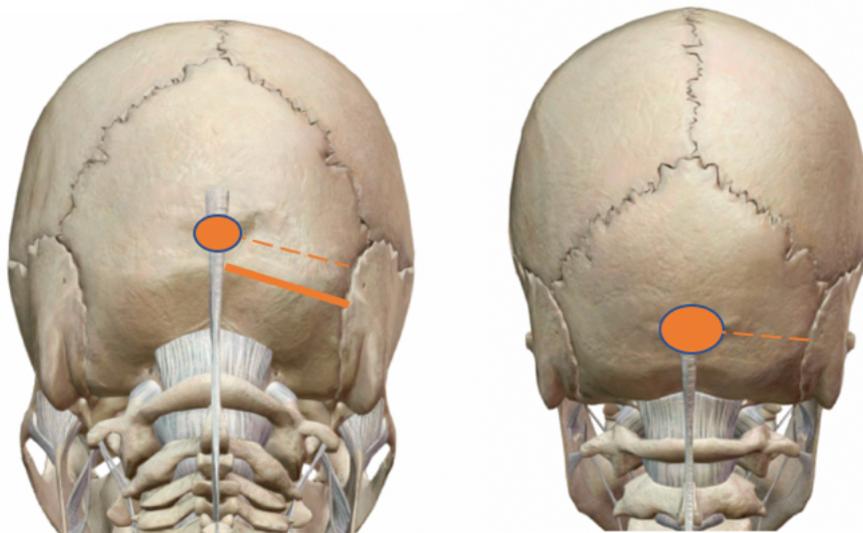


**Figure 3 : Base du crâne, vue endocrânienne.** *Les limites anatomiques de la fosse crânienne postérieure sont définies en orange.*



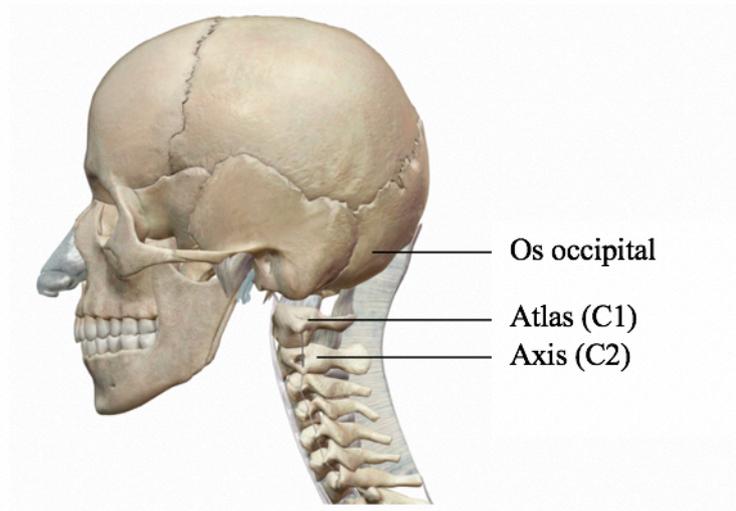
**Figure 4 : IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) encéphalique en séquence T1, coupe sagittale médiane.** *La fosse crânienne postérieure est limitée crânialement par la tente du cervelet. On retrouve le foramen magnum au centre de sa partie caudale, lieu de transition entre le tronc cérébral et la moelle spinale.*

L'os occipital représente la majeure partie de la fosse crânienne postérieure. La face exocrânienne de l'écaïlle de l'os occipital est riche en reliefs osseux. Sur la ligne médiane, on retrouve la protubérance occipitale externe (POE), lieu d'insertion du ligament cervical postérieur. Latéralement, on observe les lignes courbes occipitales (nommées dans le sens cranio-caudal : suprêmes, supérieures et inférieures), lieux d'insertions musculaires (figure 5).



**Figure 5 : Os occipital, vue dorsale.** *Protubérance occipitale externe (point), ligne courbe occipitale supérieure (ligne interrompue), ligne courbe occipitale inférieure (ligne continue).*

Au niveau basicrânien, les condyles occipitaux sont articulés avec les cavités glénoïdes de l'atlas, réalisant la transition entre le crâne et le rachis cervical haut. Ce dernier est classiquement composé de deux vertèbres : l'atlas (première vertèbre cervicale, C1) et l'axis (deuxième vertèbre cervicale, C2) (figure 6)



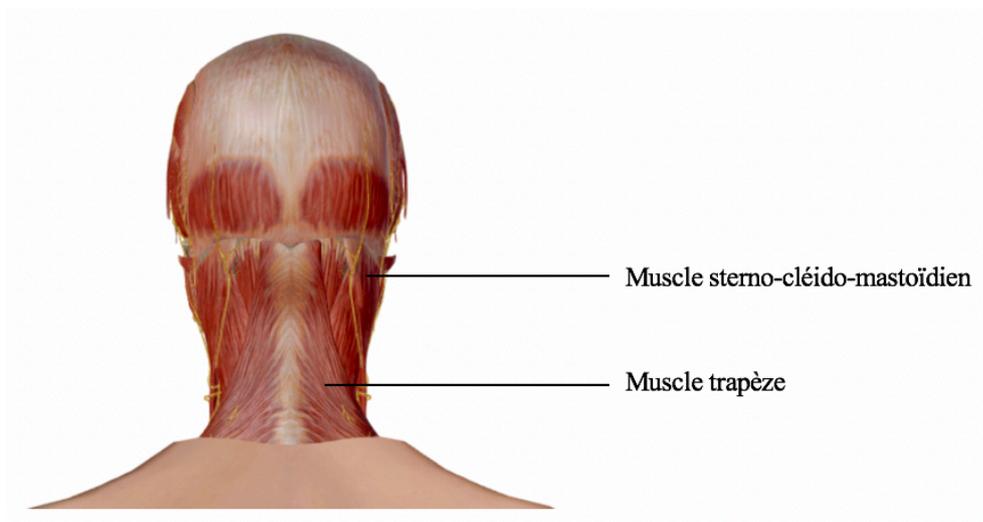
**Figure 6 : Crâne et rachis cervical haut, vue latérale gauche**

## **II. Plans musculaires**

Les muscles de la région cervico-occipitale impliqués dans l'extension du rachis cervical, l'inclinaison latérale et la rotation de la tête sont organisés en trois plans : superficiel, moyen et profond [6].

### **A. Plan musculaire superficiel**

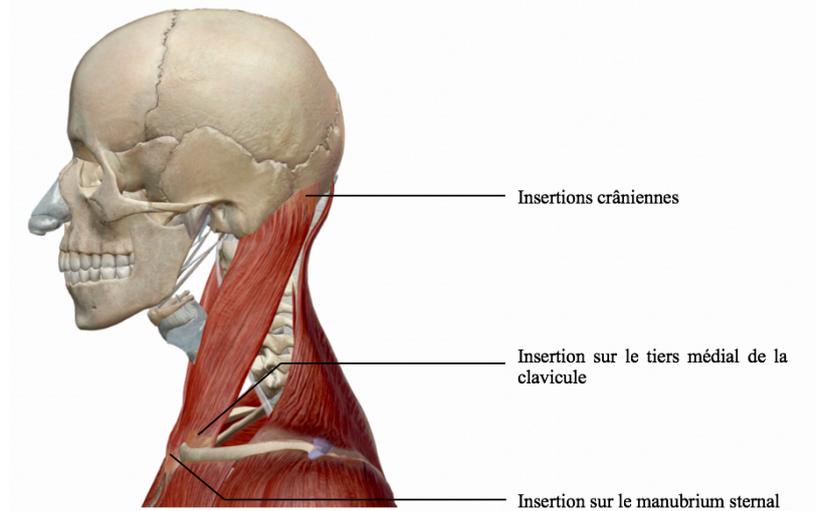
Le plan superficiel est constitué médialement par le muscle trapèze et latéralement par le muscle sterno-cléido-mastoïdien (figure 7).



**Figure 7 : Plan superficiel des muscles de la région cervico-occipitale, vue dorsale.**

Le faisceau crânial du muscle trapèze s'insère sur le tiers médial de la ligne courbe occipitale supérieure et la protubérance occipitale externe, puis descend le long du ligament cervical postérieur et se termine sur le tiers latéral de la clavicule homolatérale.

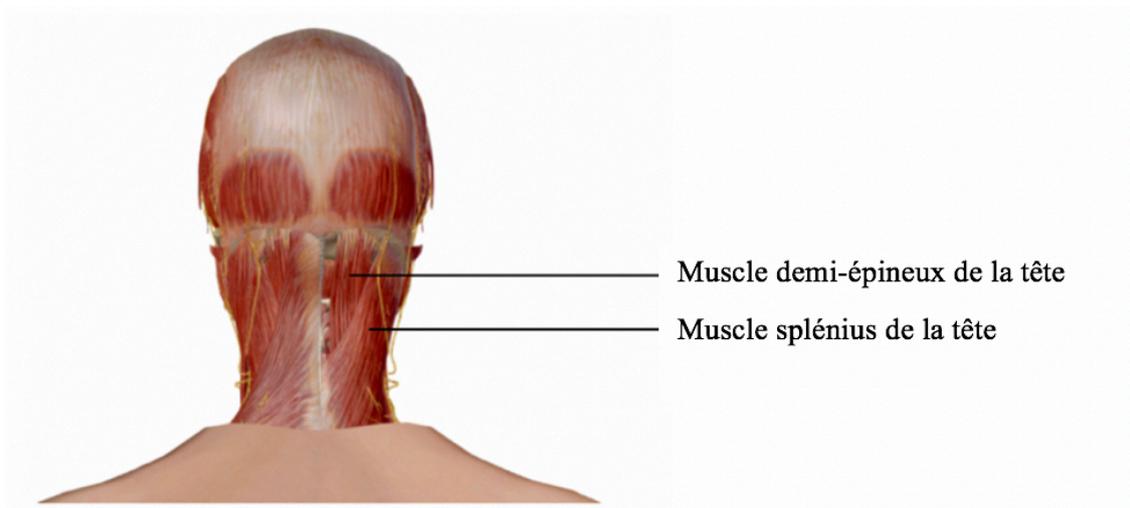
Le muscle sterno-cléido-mastoïdien s'insère sur le bord ventro-latéral de la mastoïde et le tiers latéral de la ligne courbe occipitale supérieure (en dehors du trapèze) puis forme deux faisceaux (superficiel et profond) dans son trajet. Le faisceau superficiel se termine sur le manubrium sternal et le tiers médial de la clavicule. Le faisceau profond se termine sur le tiers médial de la clavicule, dorsalement par rapport au faisceau superficiel (figure 8).



**Figure 8 : Insertions du muscle sterno-cléido-mastoïdien, vue latérale gauche**

## **B. Plan musculaire moyen**

Le plan moyen est constitué par les muscles demi-épineux de la tête et de la nuque, les muscles long dorsal de la tête et du cou et les muscles splénius de la tête et du cou (figure 9). Les muscles demi-épineux du cou, long dorsal du cou et splénius du cou ne seront volontairement pas décrits ici.



**Figure 9 : Plan moyen des muscles de la région cervico-occipitale, vue dorsale**

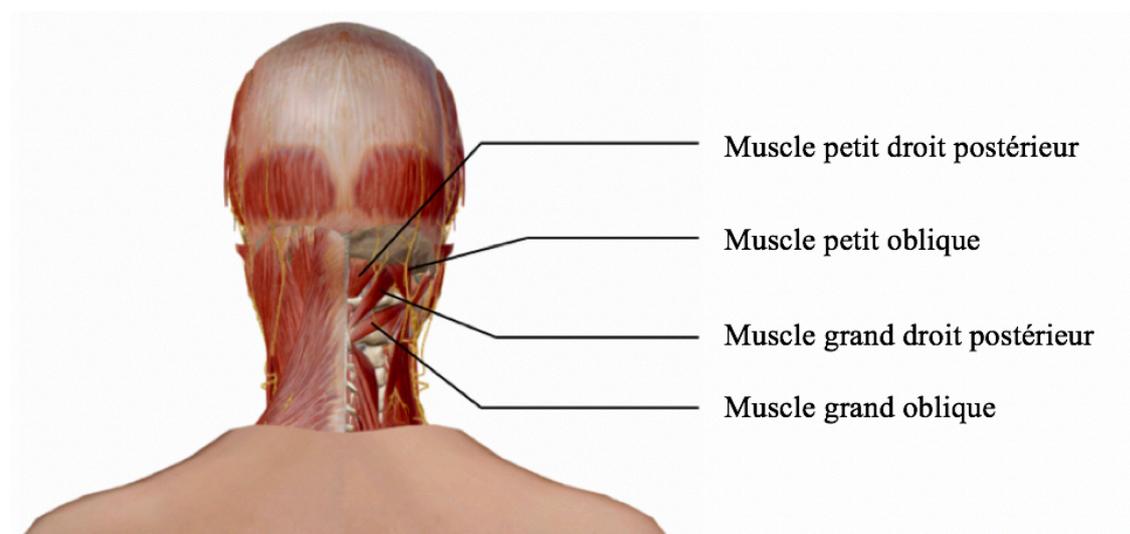
Le muscle demi-épineux de la tête comporte deux portions (médiale et latérale). La portion médiale provient des processus articulaires de C3 à C6 et des processus épineux de C7 à T1, tandis que la portion latérale provient des processus transverses de C3 à T6. Toutes 2 se terminent entre les parties médiales des lignes courbes occipitales inférieure et supérieure.

Le muscle splénius de la tête provient de la moitié caudale du ligament cervical postérieur et des processus épineux des vertèbres de C7 à T3. Sa terminaison se trouve sous le tiers latéral de la ligne courbe occipitale supérieure et la partie du processus mastoïde adjacent.

Le muscle long dorsal de la tête provient des processus transverses de T1 à T5 et des processus articulaires de C4 à C7. Il se termine en regard du bord dorsal du processus mastoïde, caudalement par rapport à l'insertion du splénius de la tête.

### C. Plan musculaire profond

Le plan profond est constitué par les muscles sous occipitaux (muscle grand droit postérieur de la tête, muscle petit droit postérieur de la tête, muscle petit oblique de la tête et muscle grand oblique de la tête) situé crânialement à l'axis, et les muscles demi-épineux du cou et multifides situés caudalement à l'axis. Seuls les muscles situés crânialement par rapport à l'axis seront décrits (figure 10).



**Figure 10 : plan profond des muscles de la région cervico-occipitale, vue dorsale.**

Le muscle grand droit postérieur de la tête est tendu entre la face latérale du processus épineux de C2 et le tiers moyen de la ligne courbe occipitale inférieure.

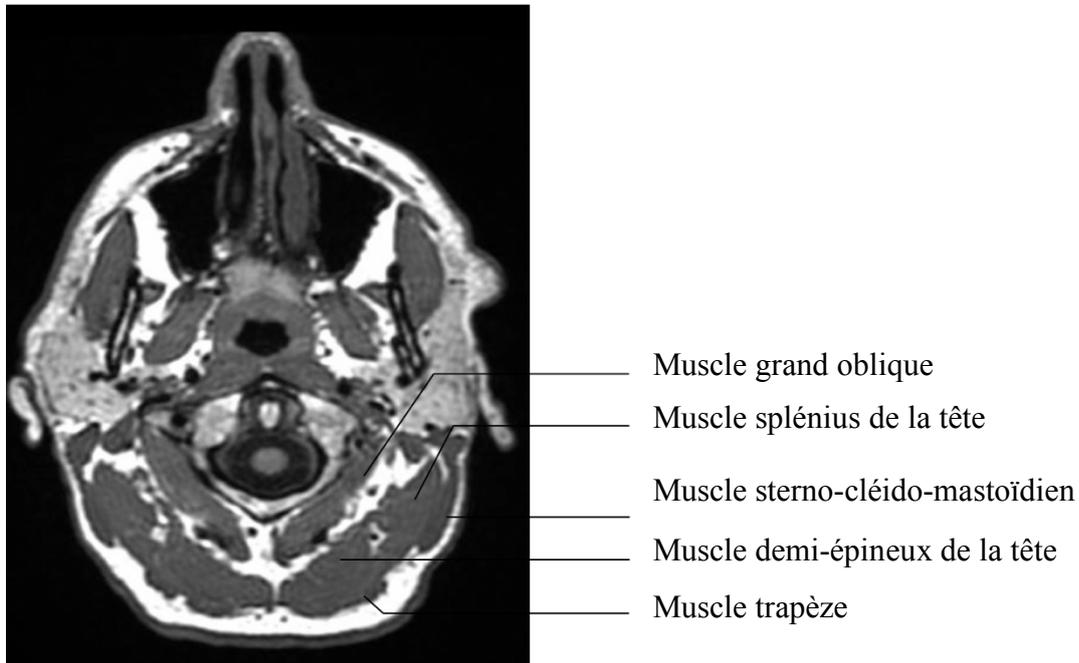
Le muscle petit droit postérieur de la tête s'insère sur le tubercule dorsal de C1 et se termine sur le tiers médial de la ligne courbe occipitale inférieure.

Le muscle petit oblique de la tête part du sommet du processus transverse de l'atlas pour rejoindre le tiers latéral de la ligne courbe occipitale inférieure.

Le muscle grand oblique de la tête n'a quant à lui aucune insertion occipitale puisqu'il s'étend du processus épineux de C2 au sommet du processus transverse de C1.

## D. Corrélations anatomo-radiologiques

Ces muscles peuvent être identifiés sur une IRM en coupes axiales fines passant par le plan de l'articulation atlanto-axoïdienne (figure 11).



**Figure 11 : IRM en coupe axiale passant par le plan de l'articulation C1-C2.**

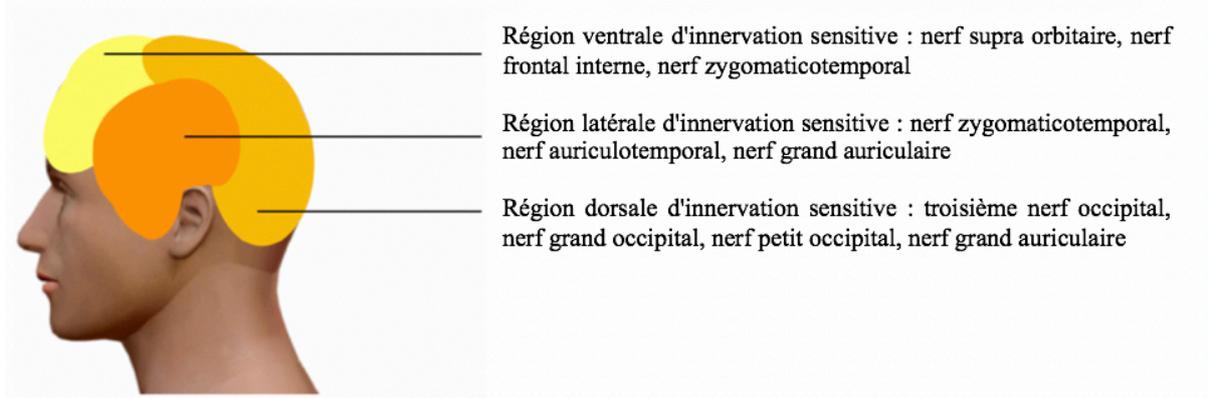
## E. Innervation des muscles de la région de la nuque

La forte densité nerveuse de la région cervicale haute et leurs afférences participent de façon importante au maintien postural. Ceci est permis par un nombre important de récepteurs de la sensibilité proprioceptive dans cette région. Ceux-ci sont très présents dans les muscles intervertébraux et à moindre degré dans les capsules articulaires [7], et sont en étroite relation avec les noyaux vestibulaires [8,9]. Les afférences proprioceptives des muscles sous-occipitaux (en particulier venant du muscle splénius de la tête [10]) sont intégrées au niveau des noyaux vestibulaires. Ces derniers sont en lien avec les noyaux oculomoteurs via le faisceau longitudinal dorsal, permettant le contrôle, la stabilisation de la tête et des yeux et la poursuite oculaire.

Expérimentalement, des tableaux d'ataxie ont été reproduits en sectionnant des muscles cervicaux hauts [11], en réalisant des blocs anesthésiques des 3 premières racines dorsales cervicales [12], ou encore en activant des muscles du cou par une vibration musculaire [10].

## II. Innervation sensitive du cuir chevelu

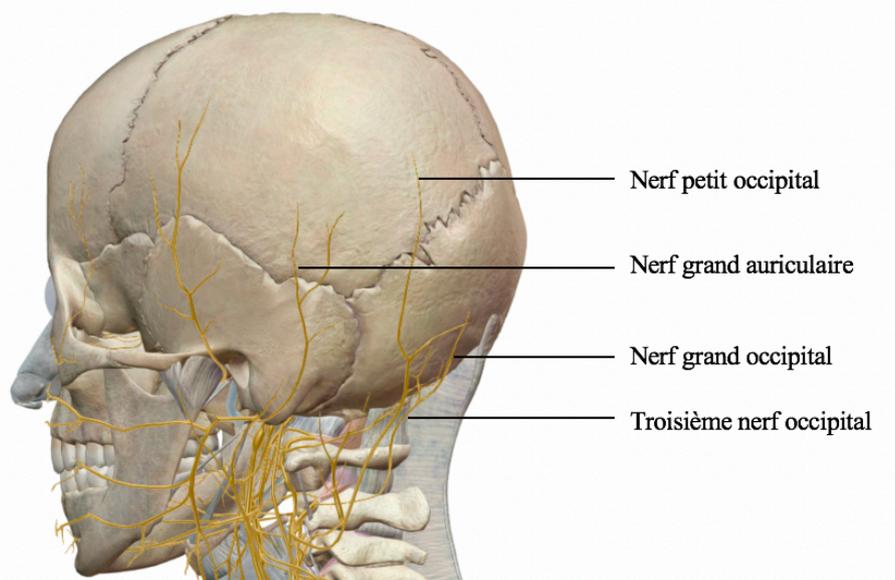
L'innervation du cuir chevelu est riche [13–17]. Il est possible de distinguer les nerfs qui participent à l'innervation de sa partie ventrale (régions supra orbitaire et frontale), sa partie latérale (régions temporale et pariétale) et sa partie dorsale (région occipitale) (figure 12).



**Figure 12 : Territoires d'innervation sensitive du cuir chevelu, vue latérale.**

L'innervation sensitive des parties ventrales et latérales est sous la dépendance d'afférences du nerf trijumeau (5<sup>ème</sup> nerf crânien).

Concernant la région dorsale, l'innervation est assurée par de médial en latéral, le troisième nerf occipital issu de C3 (nervus occipitalis tertius [1]), le nerf grand occipital issu de C2 et le nerf petit occipital issu de C2 et C3 (nervus occipitalis minor [1]) [14,18]. Encore plus latéral, le nerf grand auriculaire issu de C2 et C3 (nervus auricularis magnus [1]) peut donner une branche mastoïdienne pour l'innervation de la région rétro-auriculaire [14,16,18] (figure 13).



**Figure 13 : Innervation de la région dorso-latérale du scalp, vue dorso-latérale gauche.**

Ainsi 4 nerfs participent à l'innervation des téguments de la partie dorsale du crâne. Il existe une grande variabilité inter et intra-individuelle dans leur trajet, mais aussi dans leur territoire d'innervation [15].

### **A. Nerf grand occipital**

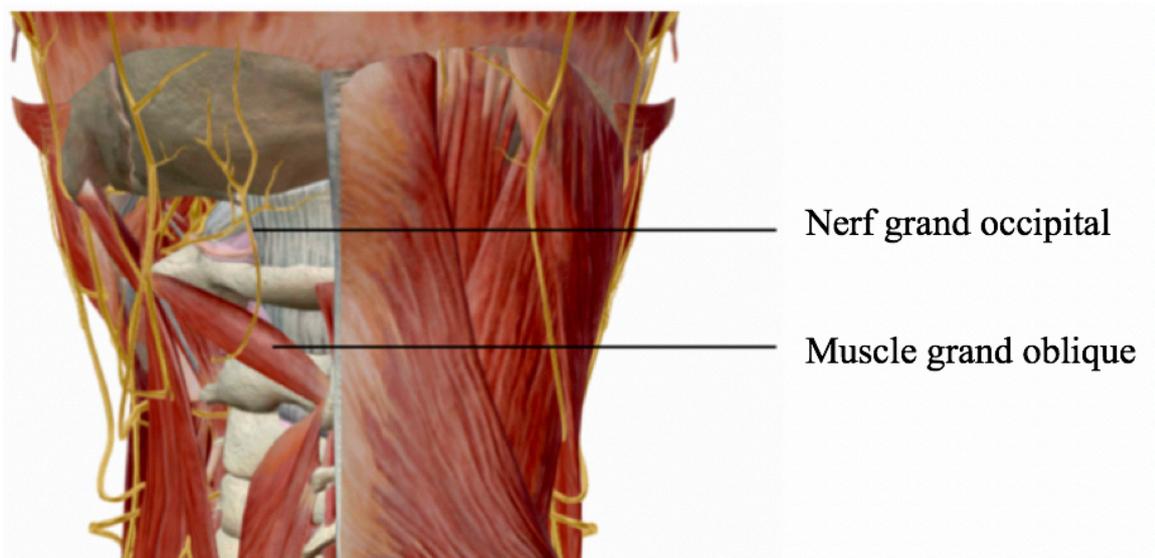
Le nerf grand occipital est également connu sous le nom de nerf d'Arnold, en rapport à Friedrich Arnold (1803-1890), professeur d'anatomie à l'université d'Heidelberg en Allemagne [19]. La

première description de ce nerf remonte à 1834 [19]. Il s'agit d'un nerf à vocation sensitive. Ainsi, d'un point de vue anatomique, il devrait être décrit depuis ses récepteurs périphériques jusqu'à son ganglion qui contient le corps cellulaire des neurones. Néanmoins, afin de faciliter sa description, nous le décrirons depuis son émergence au niveau de l'axe spinal jusqu'à sa périphérie.

### 1. Trajet classique

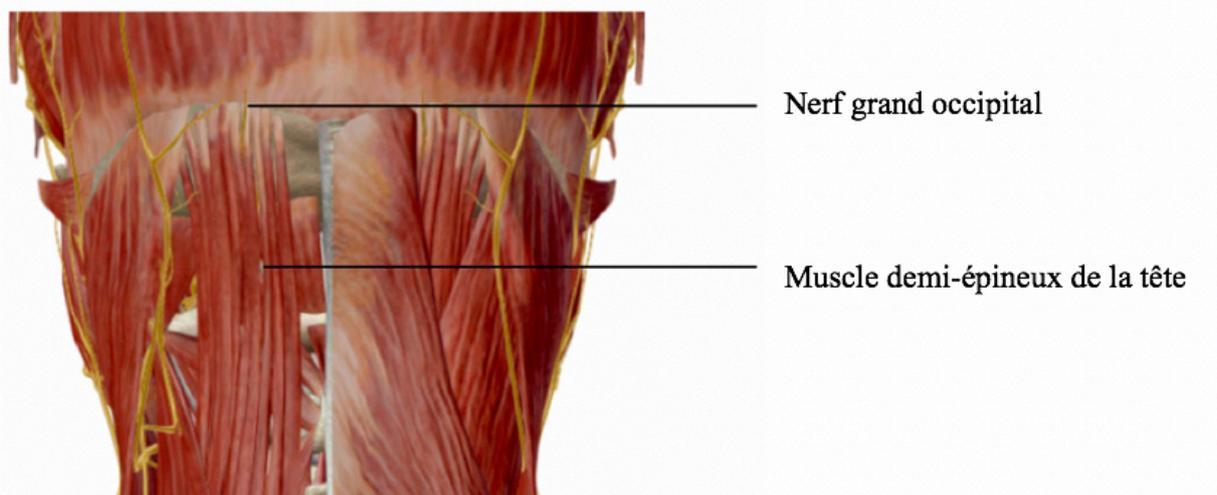
Le nerf grand occipital est issu du rameau dorsal du second nerf spinal (C2) dont l'émergence se situe entre l'axis et l'atlas [13,16,20–23]. Son ganglion se projette juste caudalement par rapport aux masses latérales de l'atlas. Ensuite, le nerf se dirige dorsalement et caudalement pour croiser le bord crânial de la lame et du processus épineux de l'axis [23]. Il traverse alors un espace délimité par la capsule articulaire C1-C2 ventralement et la partie latérale de la membrane atlanto-axoïdienne dorsalement [23], avant de sortir par l'espace interlaminaire C1-C2.

Il se dirige ensuite vers le muscle grand oblique. Le nerf passe alors en caudal du muscle grand oblique et le contourne à sa partie latérale avant de se diriger crânialement [13,16,21] en regard de la face dorsale du muscle grand droit postérieur de la tête (figure 14).



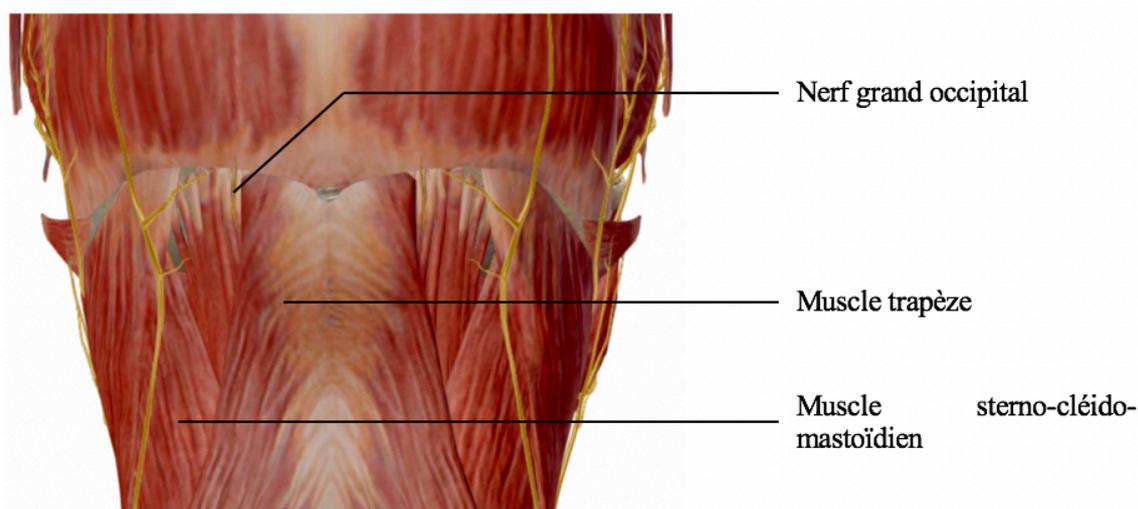
**Figure 14 : Trajet du nerf grand occipital, vue dorsale.** *A gauche, tous les muscles de la région cervico-occipitale ont été masqués, sauf le muscle grand oblique.*

Après avoir contourné le muscle grand oblique, il reçoit une branche communicante de la part du troisième nerf occipital. Il est alors couvert par les muscles splénus de la tête et du cou, long dorsal de la tête et demi-épineux de la tête [21]. Il se dirige ensuite vers la face ventrale du muscle demi-épineux de la tête, dont il traversera les fibres musculaires à sa partie crâniale [15,20,21,24,25] à environ 1 cm latéralement du ligament cervical postérieur [23] (figure 15).



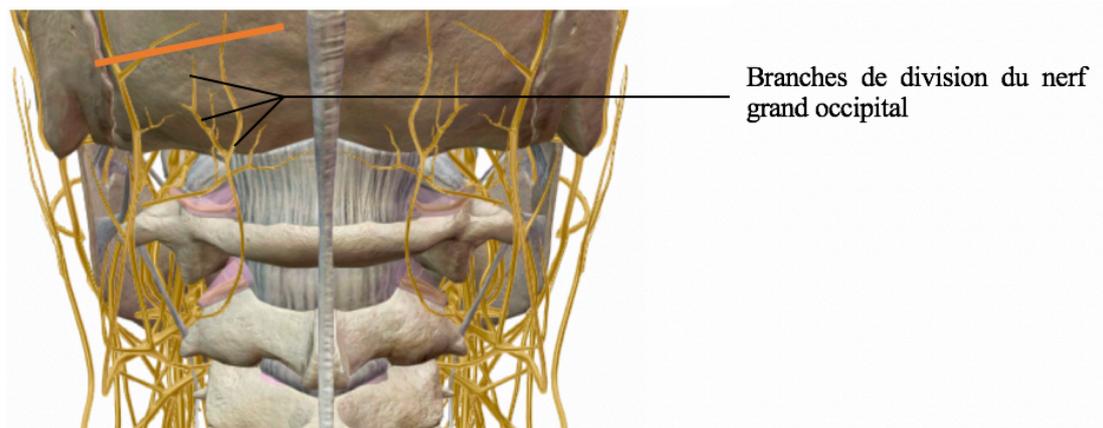
**Figure 15 : Trajet du nerf grand occipital, vue dorsale.** *A gauche, les muscles trapèze et splénius de la tête ont été masqués.*

A sa sortie du muscle demi-épineux de la tête, le nerf grand occipital se dirige encore plus en surface pour atteindre le muscle trapèze. La plupart des travaux estiment que le nerf grand occipital traverse plus souvent l'aponévrose du trapèze que le muscle lui-même (figure 16).



**Figure 16 : Trajet du nerf grand occipital, vue dorsale.**

Le nerf grand occipital devient sous cutané suite à son émergence à la partie superficielle du plan du muscle trapèze. Caudalement à la ligne courbe occipitale supérieure, il commence sa division en branches terminales, qui viennent innerver le tissu sous cutané du scalp [21] (figure 17). Les branches les plus médiales sont fines et innervent la peau occipitale. Les branches latérales vont vers le processus mastoïde. Les branches intermédiaires se dirigent crânialement et médialement vers le vertex jusqu'à la suture coronale, accompagnées de branches de l'artère occipitale [21].



**Figure 17 : Nerfs de la région dorso-caudale du crâne, vue dorsale.** *La ligne courbe occipitale supérieure apparaît en orange.*

## 2. Variations anatomiques

De manière générale, la zone d'émergence du nerf grand occipital est relativement constante. Elle se situe à environ 15mm latéralement de la ligne médiane [18].

A l'inverse, il existe des variations inter et même intra-individuelles dans les rapports du nerf grand occipital avec les muscles de la région dorsale du cou, son trajet pouvant même être asymétrique chez un même patient [26].

La boucle du nerf autour du muscle grand oblique se situe à environ 11 mm sous le processus épineux de l'axis et 30 mm latéralement à la ligne médiane [18]. Quelques travaux ont permis de montrer que le nerf grand occipital traverse parfois ce muscle [24,27], mais dans l'extrême majorité des cas, il contourne simplement ses fibres musculaires.

Le point de pénétration du muscle demi-épineux est estimé latéralement à environ 10-15 mm de la ligne médiane et entre 28 et 41 mm sous le plan de la protubérance occipitale externe [18,23,26–29] (tableau 1). En moyenne, ce point se situe dans une région de 1,5 cm de diamètre dont le centre serait 1,5 cm latéral et 3cm sous la protubérance occipitale externe [29].

	<b>Latéralement par rapport à la ligne médiane</b>	<b>Caudalement par rapport à POE</b>	
<b>Émergence au contact du muscle demi-épineux de la tête</b>	14,9 ± 4,5mm	30,2 ± 5,1mm	Ducic et al [26]
	16mm (5-25mm)	37mm (10-50mm)	Bovim et al [27]
	14,1±4,4mm (droite) et 13,8±4,3mm (gauche)	29,1±7,8mm (droite) et 28,7±6,6mm (gauche)	Mosser et al [29]
	15,22mm	34,52mm	Janis et al [28]
	11,5mm	37,3mm	Vital et al [23]
	15mm	41mm	Sindou et al [18]

**Tableau 1 : Principaux repères anatomiques concernant l'émergence du nerf grand occipital en regard du muscle demi-épineux de la tête**

La traversée de ce muscle par le nerf grand occipital n'est cependant pas constante, comme le soulignent les travaux de Bovim et al (90% des cas), de Tubbs et al (90% des cas) et de Ducic et al (98,5% des cas) [24,26,27].

Le point de pénétration du muscle trapèze se situe à une distance médiane située entre 1,2 et 2,2 cm sous la protubérance occipitale externe, et à environ 2,3-2,4cm latéralement par rapport à ce même relief osseux [18,27,28] (tableau 2).

<b>Émergence au contact du muscle trapèze</b>	<b>Latéralement par rapport à la ligne médiane</b>	<b>Caudalement par rapport à POE</b>	
	24 mm (pénétration)	12 mm (pénétration)	Bovim et al [27]
	24 mm (pénétration)	21 mm (pénétration)	Janis et al [28]
	37,1 mm (sortie)	43,6 mm (sortie)	
	31,8 mm (croisement)	22,2 mm (croisement)	Vital et al [23]
23 mm	15 mm	Sindou et al [18]	

**Tableau 2 : Principaux repères anatomiques concernant l'émergence du nerf grand occipital en regard du muscle trapèze**

De même que pour le muscle demi-épineux de la tête, le point de pénétration du nerf grand occipital au sein du trapèze est très variable. Tubbs et al montrent que le nerf d'Arnold traverse le trapèze dans 16,7% des cas alors qu'il traverse son aponévrose dans 83,3% des cas [24]. Bovim et al indiquent une traversée du muscle trapèze par le nerf grand occipital dans 45% des cas, le nerf passant latéralement au muscle trapèze dans les autres cas [27]. Selon Bogduk et al, le nerf grand occipital ne traverse pas le muscle trapèze lui-même, mais plutôt une aponévrose tendue entre les insertions des muscles trapèze et sterno-cléido-mastoïdien [21]. Won et al retrouvent la traversée de cette aponévrose dans 62,5% des cas lors de leur étude anatomique [30]. Enfin, Becser et al ne retrouvent une traversée du muscle trapèze que dans 20% des cas dans leur travail de dissection [15].

De manière générale, l'émergence superficielle du nerf grand occipital se situe juste en dessous de la ligne courbe occipitale supérieure et latéralement par rapport à la POE [21], à une distance de la ligne médiane variant entre 5 à 28mm [15].

Ses branches de division sont d'une grande variabilité intra et extra individuelle dans leur trajet [15], et le nerf peut commencer sa division en branches terminales avant d'avoir traversé le muscle trapèze [23].

### **3. Diamètre**

Le rameau dorsal du second nerf rachidien mesure 5 à 11mm au niveau du foramen intervertébral C1-C2 [18].

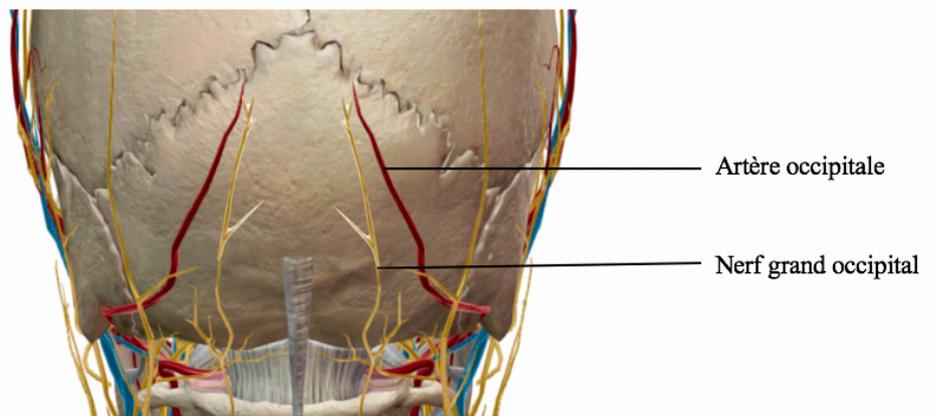
Le diamètre du nerf grand occipital mesure respectivement de 3 mm, 2 à 3 mm et 2,6 à 2,7 mm en regard des muscles grand oblique, demi-épineux de la tête et trapèze [20].

### **4. Rapports anatomiques**

Les rapports musculaires du nerf grand occipital au cours de son trajet dans les régions cervicales dorsales ont été décrits ci-dessus.

Dans son trajet superficiel, le nerf grand occipital est accompagné dans son trajet par l'artère occipitale, branche de l'artère carotide externe [20,31] (figure 18). Après son émergence à la face dorsale de l'artère carotide externe, l'artère occipitale passe caudalement par rapport au

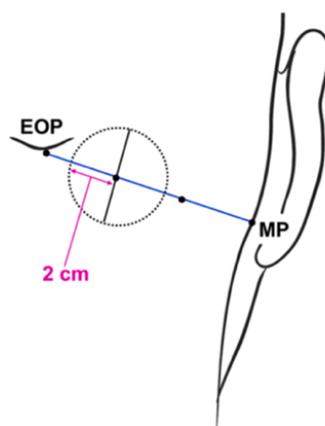
ventre dorsal du muscle digastrique, puis prend un trajet à direction dorso-médiale en regard de la mastoïde pour atteindre la région sous occipitale [31]. Après un trajet musculaire, elle perce le fascia connectant l'attache crâniale des muscle trapèze et sterno-cléido-mastoïdien et remonte tortueusement dans les tissus sous cutanés du scalp [30].



**Figure 18 : Éléments vasculaires et nerveux de la partie dorsale du crâne, vue dorsale.**

Les rapports entre ces 2 entités ont fait l'objet de nombreuses descriptions [13,15,20,30,32]. L'artère occipitale semble latérale au nerf grand occipital dans la majorité des cas [20,30], mais peut parfois se trouver médialement à ce dernier [13], être entourée par le nerf grand occipital [15], voire se trouver dans une aponévrose commune avec le nerf [15]. En réalité, 2 types de contacts entre ces éléments sont décrits [32]. La plupart du temps, il s'agit d'une simple intersection entre ces 2 éléments, le nerf étant toujours superficiel à l'artère. Parfois il s'agit d'un entrelacement le long de leur trajet, sur une distance moyenne de  $36,7 \pm 14,5$  mm [32]. Dans tous les cas, leur distance moyenne est d'environ 1 à 2 mm [20].

Won et al ont même défini une région anatomique dans lequel le nerf grand occipital et l'artère occipitale cheminent à la face dorsale de la région crânienne [30] (figure 19). Pour cela, une ligne reliant la POE et le processus mastoïde est dessinée et divisée en 3 parties égales. Un cercle d'un rayon de 2cm dont le centre correspond au point de trisection médial représente l'endroit présumé de ces passages vasculaire et nerveux.

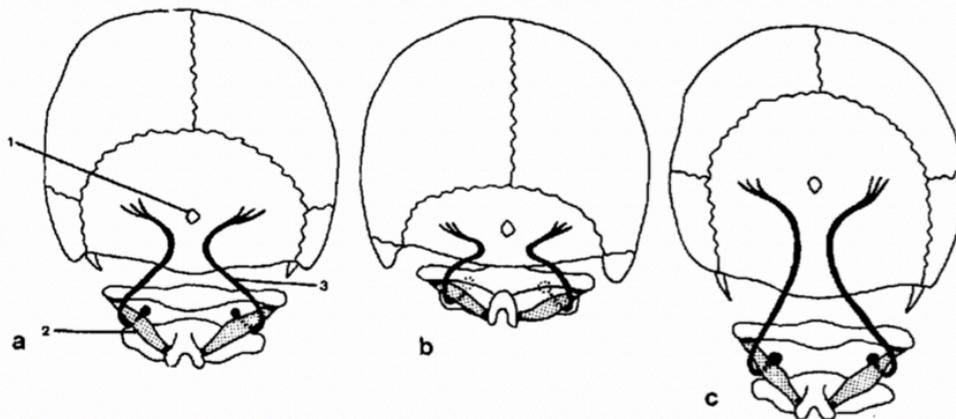


**Figure 19 : Cercle défini pour analyser les cheminements du nerf grand occipital et de l'artère occipitale. EOP : protubérance occipitale externe. MP : processus mastoïde (d'après Won et al).**

Le nerf grand occipital s'anastomose médialement avec le troisième nerf occipital, et latéralement avec le nerf petit occipital [13,15,16].

## 5. Variations lors des mouvements de la tête

Vital et al ont étudié les variations de tension du nerf grand occipital lors des mouvements du cou [23]. Dans leur étude basée sur la dissection de 18 trajets nerveux (9 cadavres), le trajet du nerf est décrit avec 3 portions et 2 coudes, le premier étant autour du muscle grand oblique et le second étant lors de la traversée du muscle demi-épineux de la tête. Les mouvements d'extension de la tête n'ont aucun effet de tension sur le nerf. A l'inverse, les mouvements de flexion de la tête semblent étirer la portion P2 du nerf (portion située entre les 2 coudes du nerf) (figure 20). Les mouvements de rotation de la tête entraînent un étirement de la racine C2 controlatérale.

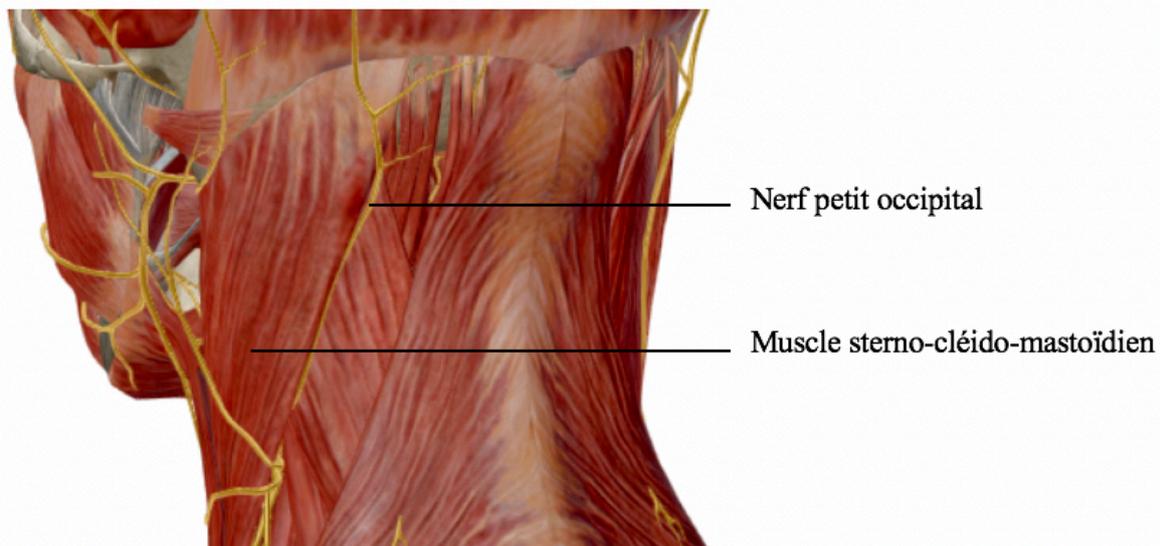


**Figure 20 : Étude anatomique du nerf grand occipital au cours des mouvements de flexion/extension de la tête, vue dorsale. 1 : protubérance occipitale externe. 2 : muscle grand oblique. 3 : nerf grand occipital. a : Position de repos, b : extension, c : flexion (d'après Vital et al).**

## B. Nerf petit occipital

### 1. Trajet classique

Le nerf petit occipital est issu des rameaux ventraux des second et troisième nerfs rachidiens [13,16,22,25,26,33]. Il traverse l'espace sous occipital en longeant le bord dorsal du muscle sterno-cléido-mastoïdien [13,16,22,26], qu'il croise dans sa partie caudale, au niveau de l'angle mandibulaire [26] (figure 21). Son point d'émergence au bord dorsal du muscle sterno-cléido-mastoïdien se situe en moyenne à  $6,4 \pm 1,4$  cm latéralement à la ligne médiane [34], dans une région de 3 cm de diamètre centrée à 6,5 cm de la ligne médiane et 5,3 cm sous une ligne passant par les conduits auditifs externes [25].



**Figure 21 : Trajet du nerf petit occipital, vue dorso-latérale gauche.**

Il traverse ensuite le fascia musculaire à proximité du crâne pour continuer sa course cette fois-ci en région occipitale, latéralement par rapport au nerf grand occipital, avec lequel il communique médialement [13,16]. Dans ce trajet, il se situe en moyenne à 7cm latéralement par rapport à la POE, à 2,5 cm latéralement de l'artère occipitale et à 3 cm médialement du processus mastoïde [13,16,35].

Il se divise en plusieurs branches (auriculaire, mastoïdienne et occipitale) [16,22], le plus souvent à mi-chemin entre la POE et le processus mastoïde [16]. La branche auriculaire innerve la peau de la partie crâniale de l'auricule de manière exclusive ou en association avec le nerf grand auriculaire [15]. Les branches mastoïdiennes innervent la peau en regard de la mastoïde [22]. Les branches occipitales innervent la peau de la région occipitale dans sa partie latérale, et sont vouées de ramifications qui peuvent s'anastomoser avec des branches du nerf grand occipital [33].

## **2. Variations anatomiques**

Tout comme le nerf grand occipital, plusieurs variations anatomiques concernant le trajet du nerf petit occipital ont fait l'objet de publications scientifiques [36,37].

Une étude réalisée avec 20 cadavres (40 nerfs) a montré 2 configurations possibles pour son trajet [35]. Dans 60% des cas, le nerf longe le bord dorsal du muscle sterno-cléido-mastoïdien jusqu'à l'occiput, et se trouve au tiers latéral de la ligne passant par la POE et la mastoïde. Dans les 40% autres des cas, le nerf quitte le bord dorsal du muscle sterno-cléido-mastoïdien et prend une direction médiale dès la région sous occipitale, se situant alors au milieu de cette même ligne [35].

Il ne traverse le muscle sterno-cléido-mastoïdien que dans une minorité de cas [15,25], et ne traverse pas le muscle trapèze [25].

## **3. Diamètre**

Le diamètre moyen du nerf petit occipital est de 1,2 mm ± 1,6 mm [26].

## **4. Rapports anatomiques**

Les rapports entre le nerf petit occipital et les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze ont été décrits ci-dessus.

De la même manière que pour le nerf grand occipital, des relations étroites entre des branches de l'artère occipitale et le nerf petit occipital ont été décrites [34]. Celles-ci sont inconstantes. La plupart du temps (45% des cas), il s'agit d'un simple croisement entre ces 2 éléments, situé en moyenne à 5,1 cm latéralement à la ligne médiane et 2,25 cm sous la ligne passant par les points ventro-crâniens des conduits auditifs externes [34]. Parfois, le nerf et l'artère s'entrelacent le long de leur parcours (10% des cas) avec un point médian situé à 5,22 cm latéralement à la ligne médiane et 1,57 cm sous la ligne passant par les points ventro-crâniens des conduits auditifs externes [34].

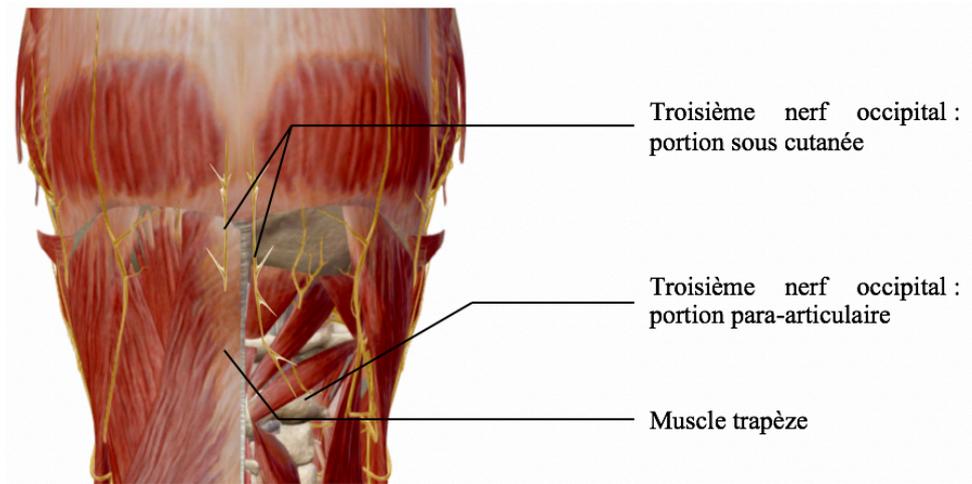
Le nerf petit occipital s'anastomose médialement avec le nerf grand occipital [13,15,16], et peut s'anastomoser latéralement avec le nerf grand auriculaire [15]. La distance entre les nerfs petit occipital et grand occipital est estimée à 38 mm en moyenne (17-77mm) au niveau de la ligne inter-mastoïdienne [15].

## **C. Troisième nerf occipital**

### **1. Trajet classique**

Le troisième nerf occipital est issu de la branche médiale la plus superficielle du rameau dorsal du troisième nerf rachidien (C3) [13,16,21,22,25,38]. Il décrit une courbe à direction dorsale entre les processus transverses de C2 et C3 puis autour du processus articulaire de C3 [21]. Il passe au contact (latéralement et dorsalement) de la surface de l'articulation inter-apophysaire C2-C3 [13,22]. Dans ce trajet juxta-articulaire, il se divise en branches médiales et latérales [21,38], avec des branches articulaires pour la capsule de l'articulation inter-apophysaire C2-C3 homolatérale dans environ 2 tiers des cas [38].

Avec une direction médiale, il traverse ensuite un tissu fibro-adipeux situé à la face dorsale de la lame de l'atlas, sous le muscle grand oblique [21]. Puis il se dirige encore dorsalement pour rejoindre la surface de ce muscle. Il traverse ensuite les muscles demi-épineux de la tête [25] (pour lequel il donne une branche de division), splénius de la tête et trapèze [21,22,38]. Il donne une branche qui s'anastomose avec le nerf grand occipital en regard des muscles grand oblique et demi-épineux de la tête [13,16,21]. En superficie du muscle trapèze, il pénètre le tissu sous cutané de la partie superficielle du cou [21] (figure 22). Ce point de pénétration sous cutané se situe environ 5 à 6 cm sous la POE et 3 mm latéralement à celle-ci [13,16,38].



**Figure 22 : Trajet du Troisième nerf occipital, vue dorsale.** *A droite, les muscles trapèze, splénius de la tête et demi-épineux de la tête ont été masqués.*

Les branches terminales du troisième nerf occipital sont classiquement divisées en branches médiales et en branches latérales [16,21]. Les branches médiales innervent la région cutanée médiale située sous la POE. Les branches latérales se dirigent vers la mastoïde, et communiqueront avec le nerf grand occipital [16,21,38], voire parfois le nerf petit occipital [21].

## 2. Variations anatomiques

Il existe parfois des petites branches (diamètre inférieur à 0,5mm) qui croisent la ligne médiane et communiquent avec le troisième nerf occipital controlatéral [16,38]. Celles-ci sont la plupart du temps situées en caudal de la protubérance occipitale externe [38].

## 3. Diamètre

Le diamètre moyen du troisième nerf occipital est d'environ 1,5mm [16,38].

## 4. Rapports anatomiques

Les rapports entre le nerf troisième occipital et les muscles de la région cervicale dorsale ont été décrits ci-dessus.

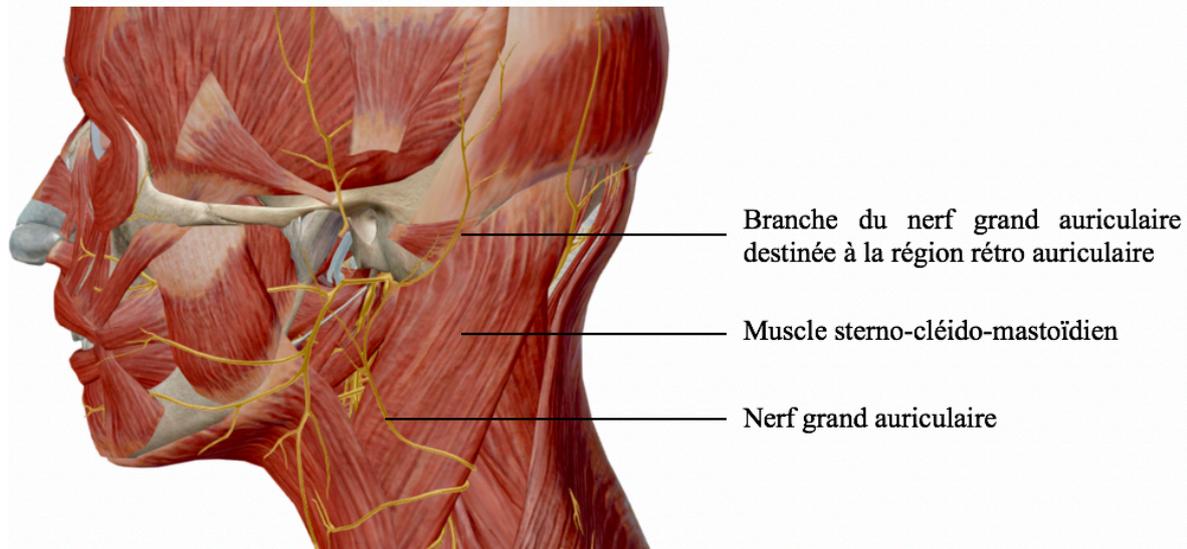
A notre connaissance, le nerf troisième occipital n'entretient aucun rapport étroit avec une structure vasculaire.

Le troisième nerf occipital s'anastomose latéralement avec le nerf grand occipital [16,21,38], voire parfois le nerf petit occipital [21].

## D. Nerf grand auriculaire

Le nerf grand auriculaire provient de la fusion des rameaux ventraux des seconds et troisièmes nerfs rachidiens cervicaux [14,16]. Il émerge à la partie dorsale et caudale du muscle sterno-cléido-mastoïdien, en moyenne 23mm sous nerf petit occipital [15]. Il remonte le long de

ce muscle en devenant plus superficiel [13,14,16]. Puis il se dirige de nouveau en profondeur et en direction ventrale pour rejoindre la parotide [14]. Ainsi, ce nerf est principalement distribué à la région parotidienne et auriculaire. Néanmoins, il donne une branche pour la région rétro-auriculaire avant de redevenir profond [14] (figure 23). Celle-ci est située en moyenne à 9cm latéralement de la POE [16], et communique la plupart du temps avec le nerf petit occipital, nerf avec lequel elle partage l'innervation de la partie crâniale de l'auricule [15].



**Figure 23 : Trajet du nerf grand auriculaire, vue latérale gauche.** *Le nerf grand auriculaire contourne le muscle sterno-cléido-mastoïdien*

### **E. Anastomoses entre les 4 nerfs dorsaux**

Le nerf grand occipital s'anastomose médialement avec le troisième nerf occipital, et latéralement avec le nerf petit occipital [13,15,16], mais pas avec le nerf grand auriculaire [15].

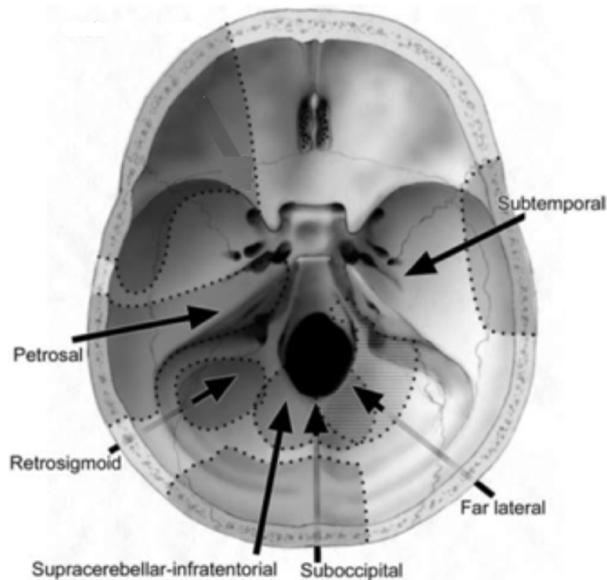
Le nerf petit occipital s'anastomose médialement avec le nerf grand occipital [13,15,16], et peut s'anastomoser latéralement avec le nerf grand auriculaire [15].

Le troisième nerf occipital s'anastomose latéralement avec le nerf grand occipital [16,21,38], voire parfois le nerf petit occipital [21].

Le nerf grand auriculaire peut s'anastomoser médialement avec le nerf petit occipital [15].

# VOIES D'ABORD DE LA FOSSE CRÂNIENNE POSTÉRIEURE

Nombreuses sont les voies d'abord de la fosse crânienne postérieure en neurochirurgie (figure 24) [39]. Celles-ci seront divisées en 3 grands groupes dans notre travail, selon la localisation de l'incision cutanée (tableau 3).



**Figure 24 : voies d'abord du contenu de la fosse cérébrale postérieure, modifié d'après Giliberto et al**

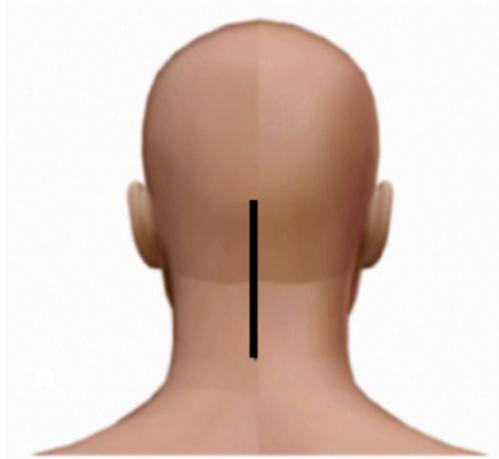
<b>Voies d'abord postéro-médianes</b>	Voie sous occipitale médiane
<b>Voies d'abord postéro-latérales</b>	Voie sous occipitale latérale
	Voie dite far lateral
	Voie rétro-sigmoïdienne
<b>Voies d'abord latérales</b>	Voies trans-pétreuses ou péri-pétreuses
	Voie sous temporale

**Tableau 3 : Regroupement des voies d'abord dans le cadre de notre travail.**

Du fait du trajet du nerf grand occipital, la voie sous temporale ne sera pas étudiée. De même, la voie d'abord far lateral n'étant pas réalisée de manière courante en neurochirurgie, elle ne sera pas étudiée ici.

## I. Voie d'abord postéro-médiane

La voie d'abord médiane peut être réalisée avec un patient installé en décubitus ventral, voire en position assise. L'incision est réalisée le long de la ligne médiane, débutant en regard de la protubérance occipitale externe (voire caudalement à celle-ci [40]) et se poursuivant jusqu'au milieu du rachis cervical (figure 25). La dissection musculaire est réalisée le long de la ligne médiane jusqu'à l'os occipital et au rachis cervical, séparant ainsi les muscles de part et d'autre de la ligne médiane [41].



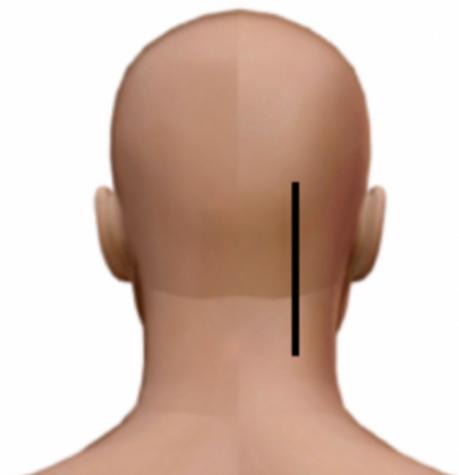
**Figure 25 : Représentation schématique du trajet d'incision cutanée d'une voie d'abord médiane, vue dorsale**

## **II. Voies d'abord postéro-latérales**

Nous regroupons dans ce groupe les voies d'abord sous occipitale latérale, far lateral et rétro-sigmoïdienne. Lors de ces approches, le patient peut être installé en décubitus ventral ou en décubitus latéral. Plusieurs types d'incision cutanées sont alors possibles [41]. Celles-ci sont situées entre la ligne médiane et la région rétroauriculaire, et sont donc à risque de croiser le trajet du nerf grand occipital.

### **A. Voie d'abord sous occipitale latérale**

Pour réaliser cette voie d'abord, il existe la possibilité de réaliser une incision rectiligne, qui peut décrire un trajet vertical [42] (figure 26) ou un trajet avec une direction caudale et médiale. L'incision peut également être courbe avec une forme dite en crosse de hockey, ou débiter comme la voie d'abord médiane puis décrire une boucle à sa partie crâniale pour se terminer juste derrière la mastoïde [41].



**Figure 26 : Représentation schématique du trajet d'incision cutanée d'une voie d'abord sous occipitale latérale, vue dorsale**

## B. Voie d'abord rétro-sigmoïdienne

La voie d'abord rétro-sigmoïdienne permet d'aborder le paquet acoustico-facial et le nerf trijumeau par le biais d'un chemin naturel au travers des citernes de la base. Pour ce faire, le patient est installé en position en décubitus latéral ou en position en décubitus dorsal avec la tête tournée du côté opposé. Les incisions classiquement décrites lors des voies d'abord rétro-sigmoïdienne sont les incisions linéaires médiales à la mastoïde et les incisions en forme de C [43]. L'incision cutanée en forme de C est soit réalisée en région rétro auriculaire à environ 4cm de l'oreille [44] (figure 27), soit à un travers de doigt médial du processus mastoïde et s'étend alors de la partie crâniale de l'hélix à la partie caudale du processus mastoïde [40].



**Figure 27 : Représentation schématique du trajet d'incision cutanée d'une voie d'abord rétro-sigmoïdienne, vue dorsolatérale droite**

## III. Voies d'abord latérales

Le groupe des voies d'abord latérales étudiées dans notre travail correspond aux voies d'abord trans-pétreuses, aussi appelées voies d'abord péri-pétreuses. Lors de celles-ci, une résection plus ou moins étendue de la partie pétreuse de l'os temporal doit être réalisée, réalisant une pétrectomie plus ou moins élargie. L'exposition du contenu de la fosse crânienne postérieure est ainsi variable selon la pétrectomie réalisée.

Ces voies permettent un abord chirurgical de l'angle ponto-cérébelleux et de la région pétro-clivale. Elles regroupent un nombre important de voie d'abord décrites dans la littérature [45,46], comme par exemple la voie d'abord trans-cochléaire décrite par House et Hitselberger [47], la voie d'abord trans-mastoïdienne, la voie d'abord trans-labyrinthique, la voie d'abord rétro-auriculaire et bien d'autres. Cette importante variété sémantique a fait l'objet d'une simplification par Miller et al [45]. Ces auteurs considèrent que toutes ces voies d'abord peuvent être réparties en 2 catégories distinctes : pétrectomie antérieure permettant d'atteindre les lésions de l'apex pétreux et de la moitié supérieure du clivus, et pétrectomie postérieure pour les lésions de la région pétro-clivale et de l'angle ponto-cérébelleux [45]. Du fait du trajet pré auriculaire de l'incision cutanée en cas de pétrectomie antérieure [45], seule la pétrectomie postérieure sera étudiée dans notre travail.

Lors de la pétrectomie postérieure, le patient est installé en position de décubitus dorsal avec épaule surélevée et la tête tournée du côté controlatéral [44]. Une incision en forme de J inversé (ou de C) à point de départ rétro-auriculaire est classiquement réalisée (figure 28) [45]. Celle-ci débute à 1 largeur de doigt au-dessus de l'oreille, passe 2 largeurs de doigt en arrière de l'oreille et 1 largeur de doigt à la partie dorsale du processus mastoïde [44]. L'incision du périoste et du plan musculaire se fait également en forme de C et s'étend jusqu'à à l'extrémité caudale du processus mastoïde.



**Figure 28 : Représentation schématique du trajet d'incision cutanée d'une voie d'abord avec pétrectomie postérieure, vue latérale droite**

## **IV. Complications**

### **A. Complications générales**

Nous ne détaillerons pas les complications globales de ces abords chirurgicaux, comme par exemple les fuites de liquide céphalo-rachidien, les méningites, les infections de site opératoire, les déficits neurologiques, les hématomes intraparenchymateux, l'hydrocéphalie...

### **B. Névralgie occipitale**

Du fait de leur localisation superficielle dans les régions dorsales du scalp, les nerfs occipitaux et grand auriculaire peuvent facilement être lésés lors des abords chirurgicaux de la fosse crânienne postérieure. Les symptômes cliniques liés à ces lésions sont variés, mais correspondent la plupart du temps à un tableau douloureux s'apparentant à une névralgie dans la région du nerf atteint. Celle-ci est le plus souvent qualifiée de névralgie occipitale mais peut porter bien d'autres noms dans la littérature, comme par exemple la névralgie d'Arnold, la migraine cervicale ou encore la céphalée cervicogénique [38].

La société internationale des céphalées (International Headache Society IHS) décrit la névralgie occipitale comme une douleur lancinante paroxystique dans le territoire sensitif distribué par le nerf grand occipital, le nerf petit occipital ou le troisième nerf occipital, et s'accompagnant parfois de dysesthésies dans les zones affectées [48,49]. La topographie classique de ces

douleurs est décrite comme irradiant de la région occipitale jusqu'au vertex. Néanmoins, les anastomoses entre la branche ventrale de C2 et le ganglion cervical supérieur ou la branche ophtalmique du nerf trijumeau font que cette douleur peut également concerner la région péri-orbitaire homolatérale ou l'articulation temporo-mandibulaire homolatérale [25,33] (figure 29).



**Figure 29 : Territoires d'irradiation de la névralgie occipitale, vue latérale**

En raison des douleurs, des contraintes musculaires locales entraînent des troubles posturaux. En effet, du fait d'afférences proprioceptives riches des muscles de la région cervicale supérieure et de leur relation avec les noyaux vestibulaires [7–10], les patients souffrant de névralgie occipitale peuvent également présenter des troubles vestibulaires d'origine cervicale [50–52], générant fréquemment une instabilité posturale invalidante.

Cette douleur est en fait le plus souvent liée à une lésion du nerf grand occipital [24,53], dont les étiologies sont multiples [22]. Celles-ci peuvent être traumatiques (fracture, hématome compressif, post opératoire...), anatomiques (point de compression, malformation de Chiari...), tumorales, infectieuses, dégénérative... Certains mécanismes dans lesquels le nerf grand occipital pourrait faire partie d'une zone gâchette périphérique en lien avec l'activation d'une symptomatologie douloureuse de type migraineuse ont même été décrits [25].

En post opératoire, le développement d'une névralgie occipitale est favorisé par une atteinte directe des nerfs occipitaux lors de la voie d'abord chirurgicale, une compression du nerf dans du tissu cicatriciel post opératoire ou encore le développement d'un névrome cicatriciel post traumatique [54–56].

Ducic et al ont montré le rôle de lésion des nerfs grand et petit occipital dans la pathogénèse des névralgies occipitales post-opératoires après exérèse d'un neurinome de l'acoustique par voie rétrosgmoïdienne [54]. Garzon-Muvdi et al ont montré que la préservation du nerf grand occipital était associée de manière statistiquement significative au développement de céphalées post opératoires (RR : 1,49, p : 0,05, après analyse multivariée) par rapport aux cas où le nerf était sectionné [57]. Ces résultats suggèrent ainsi que la préservation de ce nerf lors des abords

chirurgicaux est un facteur favorisant le développement de céphalées post opératoires. Pour être conservé, le nerf grand occipital est souvent rétracté ou étiré ce qui peut en effet le léser de manière indirecte.

La formation de névrome est en fait liée à une atteinte de la périnèvre qui une fois lésée ne retient plus les axones qu'elle est censée contenir, perturbant ainsi l'organisation linéaire du nerf et favorisant son développement de manière anarchique. Les axones, une fois situés dans l'espace périneural, entraînent une inflammation qui auto-entretient le développement du névrome [58]. Cette croissance va créer et transmettre des signaux qui peuvent être interprétés comme douloureux par le système nerveux central.

Dans tous les cas, le risque de névralgie occipitale après chirurgie doit être bien connu et prévenu, car ces douleurs sont source d'une morbidité et d'un impact non négligeable sur la qualité de vie des patients en période post opératoire [54–56]. Par exemple, une étude prospective recensant 113 patients opérés par voie sous occipitale latérale d'un schwannome vestibulaire retrouve que 32% des patients déclarent présenter des céphalées persistantes avec une échelle numérique  $\geq 6/10$  à 6 mois de la chirurgie, avec dans 16,6% des cas à une douleur de type névralgie occipitale selon la définition de l'IHS [56].

# ÉTUDE ANATOMIQUE

L'objectif de ce travail est de déterminer, en fonction des différentes voies d'abord de la fosse crânienne postérieure, comment épargner au mieux le nerf grand occipital.

## I. Matériel et méthodes

### A. Matériel

Cette étude a été réalisée au laboratoire d'anatomie de l'université de Bordeaux dans le cadre du centre de don du corps. Nous avons utilisé 1 corps non embaumé et 8 corps embaumés au formol 10% (5 femmes, 3 hommes), dont 2 avaient été préalablement injectés au latex néoprène coloré en rouge dans le système carotidien externe.

La dissection s'est faite sous microscope opératoire (ZEISS® OPMI 3) avec une colonne endoscopique (WOLF®). Une réglette chirurgicale a permis de réaliser l'ensemble des mesures.

L'ensemble des photographies a été réalisé avec l'utilisation d'un téléphone cellulaire (iPhone 11®).

### B. Méthodes

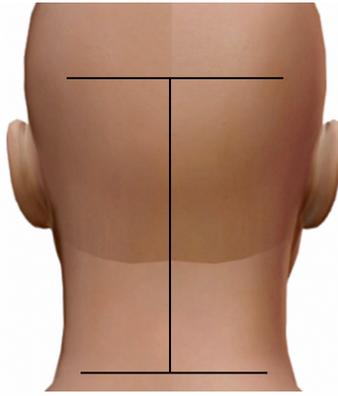
Afin de mener à bien cette étude, nous avons tout d'abord réalisé un travail de dissection nerveuse afin de comprendre les rapports anatomiques des structures étudiées, puis un travail d'anatomie appliquée à la chirurgie avec une qualification du risque d'atteinte nerveuse en fonction des différentes voies d'abord étudiées.

#### 1. Dissection anatomique morphologique

Pour ce travail, 5 sujets ont été disséqués : 1 cadavre non embaumé, 2 cadavres embaumés au formol 10% et 2 cadavres embaumés après injection de latex coloré

Afin de repérer le trajet du nerf grand occipital, un premier corps a été installé en position en décubitus ventral. Après avoir dépilé les régions dorsales de la tête et du cou, une incision médiane allant de 3 cm au-dessus de la protubérance occipitale externe jusqu'au processus épineux de la 6<sup>ème</sup> vertèbre cervicale (C6) a été réalisée. Cette incision était complétée par 2 incisions tangentielles aux extrémités de cette première, sur environ 7 cm latéralement (figure 30).

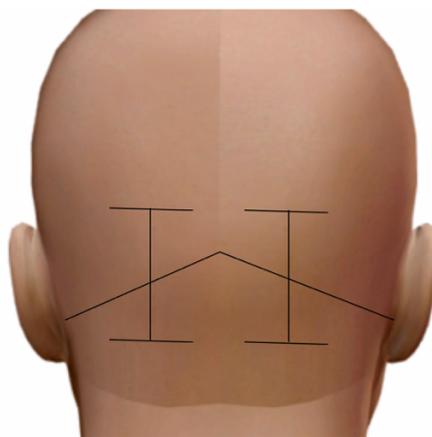
Le plan sous cutané était disséqué puis décollé en veillant particulièrement à identifier et respecter les trajets du nerf grand occipital et de l'artère occipitale. Ensuite, les plans musculaires ont également été disséqués et écartés progressivement jusqu'à apercevoir les faces dorsales des 2 premières vertèbres cervicales, et tout en préservant le nerf grand occipital. Une fois atteintes, la dissection s'est poursuivie latéralement le long de ces vertèbres, jusqu'à repérer le nerf grand occipital à son origine apparente en regard de l'espace intervertébral C1-C2.



**Figure 30 : Représentation schématique de l'incision, vue dorsale.**

Par la suite, 2 corps embaumés avec une solution de formol à 10% ont été disséqués afin d'étudier plus précisément le trajet du nerf grand occipital. L'installation et l'incision ont été réalisées à l'identique. Chez un cadavre, le nerf grand occipital a été suivi en profondeur à travers les muscles de la nuque jusqu'à son origine apparente. Chez l'autre cadavre, une dissection médiane de muscles du cou a été réalisée jusqu'à dégager les faces dorsales des vertèbres cervicales et retrouver l'origine apparente du nerf grand occipital. Son trajet a ensuite été suivi jusque dans les régions dorsales de la tête et du cou. Les rapports du nerf grand occipital étaient évalués à chaque fois qu'il croisait un élément musculaire de voisinage (muscles grand oblique, demi-épineux de la tête et trapèze). Les distances latérales par rapport à la ligne médiane et crânio-caudale par rapport à la protubérance occipitale externe ont été mesurées à l'aide d'une réglette.

Les rapports entre le nerf grand occipital et l'artère occipitale ont été étudiés plus spécifiquement à l'aide de 2 corps ayant été préalablement injectés au latex néoprène coloré en rouge dans le système carotidien externe. Pour ce travail de dissection, l'incision réalisée était différente de celle faite pour le repérage du nerf grand occipital. Nous avons tout d'abord tracé de manière bilatérale une ligne reliant le processus mastoïde à la POE. Cette ligne a ensuite été divisée en 3 segments de taille identique. Une ligne perpendiculaire à la ligne médiane et passant par le point de jonction entre le tiers médial et le tiers moyen de ce segment a été tracée. L'incision réalisée se trouvait sur cette dernière, sur 3 cm de part et d'autre de la ligne reliant la mastoïde et la POE. En périphérie de cette incision, celle-ci a été prolongée latéralement et médialement de 2 cm afin d'exposer et rétracter les tissus sous cutanés (figure 31).



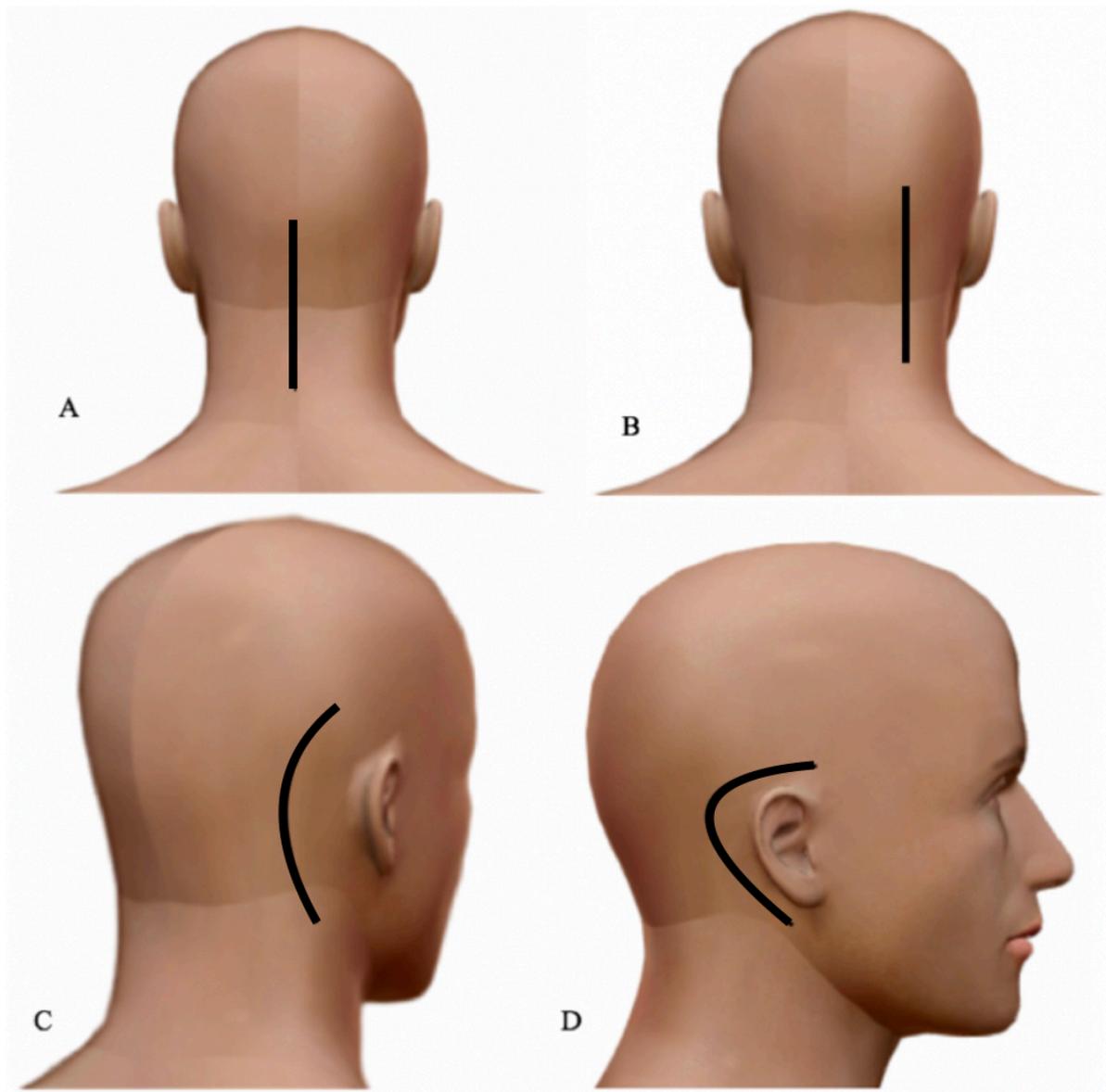
**Figure 31 : Représentation schématique de l'incision, vue dorsale.**

Les paramètres étudiés correspondaient à la position du nerf grand occipital par rapport à l'artère occipitale, la distance entre ceux-ci, l'existence d'une éventuelle aponévrose commune et leur mode de croisement.

## 2. Dissection anatomique appliquée aux voies d'abord chirurgicales

4 types de voies d'abord de la fosse crânienne postérieure ont été étudiées sur 4 cadavres différents (figure 32)

- Voie d'abord sous occipitale médiane
- Voie d'abord sous occipitale latérale
- Voie d'abord rétro-sigmoïdienne
- Voie d'abord transpétreuse



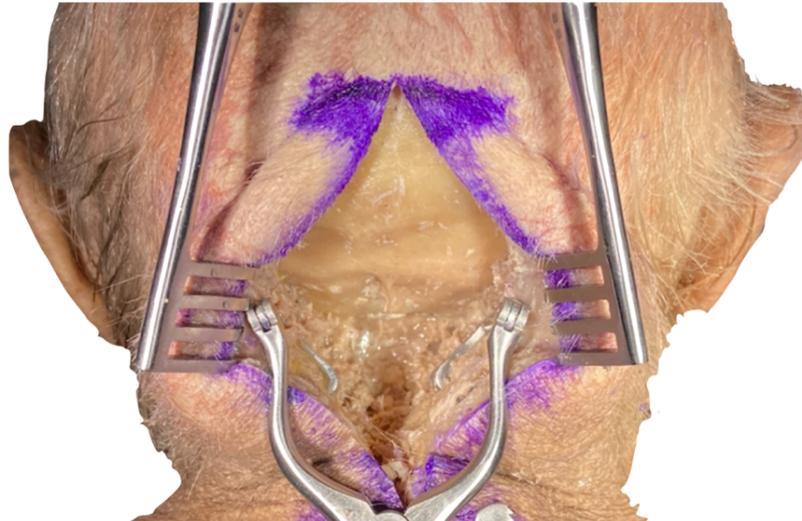
**Figure 32 : Les 4 types d'incision cutanée étudiées (A : voie d'abord sous occipitale médiane, B : voie d'abord sous occipitale latérale, C : voie d'abord rétro-sigmoïdienne, D : voie d'abord transpétreuse).**

Pour la voie d'abord sous occipitale médiane, le trajet d'incision s'étendait sur la ligne médiane de 1cm au-dessus de la protubérance occipitale externe au premier processus épineux de vertèbre cervicale palpable.

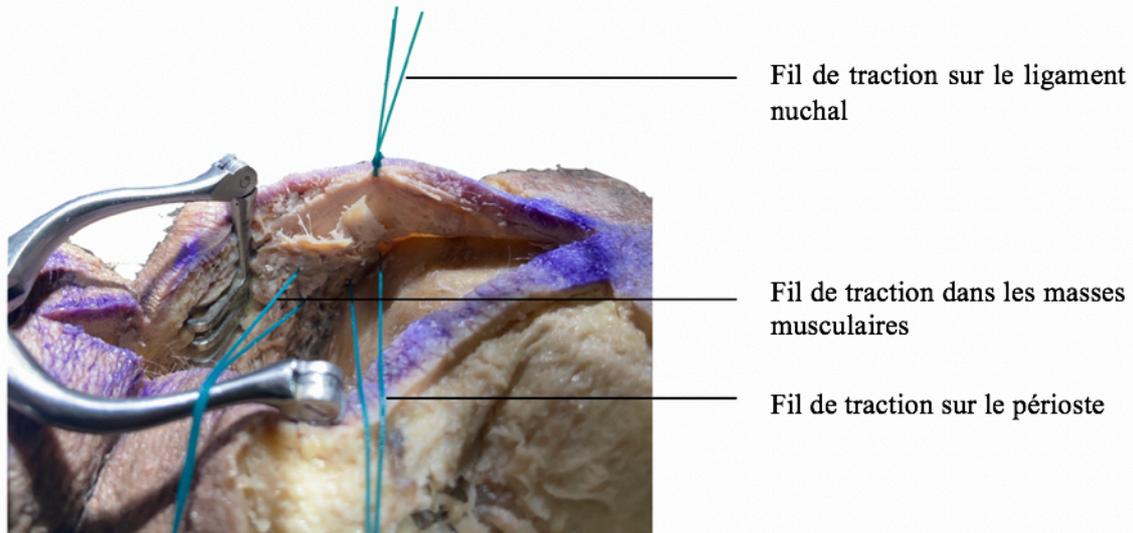
La dissection des tissus sous cutanés a été réalisée le long de la ligne médiane, et la dissection musculaire le long du ligament cervical postérieur jusqu'à atteindre l'os occipital. Le périoste a été ensuite ruginé latéralement, refoulant avec lui les masses musculaires. L'arc dorsal de l'atlas a également été dégagé (figure 33).

Afin de repérer le nerf grand occipital, 2 incisions paramédianes ont été également réalisées. Celles-ci s'étendaient latéralement de 1 à 5cm de l'incision médiane, crânialement en regard du point crânial de l'incision médiane et caudalement en regard de la ligne virtuelle passant par les 2 processus mastoïdes. Ces 2 incisions rectangulaires latérales ont permis de disséquer les tissus sous cutanés et d'exposer le nerf grand occipital de manière bilatérale.

Dans l'hypothèse que le nerf grand occipital peut être lésé de manière indirecte par la mise en place d'écarteurs utilisés lors de la voie d'abord, nous avons placé des fils de part et d'autre sur les plans disséqués lors de la voie d'abord (3 fils de chaque côté soit 6 en tout), avec 1 fil sur le ligament cervical postérieur, 1 dans les masses musculaires et 1 en regard du périoste (figure 34). Des tractions dans une direction latérale ont pu être réalisées grâce à ces fils qui agissaient comme des écarteurs, avec toutes une force identique (poids de 5kg soumis à la force gravitationnelle). L'atteinte nerveuse a été évaluée en se basant sur la déformation exercée par la traction sur le nerf grand occipital, au point où le nerf est censé être le plus proche de la voie d'abord (sortie du muscle trapèze).



**Figure 33 : Visualisation de l'os occipital et de l'arc dorsal de l'atlas une fois la voie d'abord sous occipitale médiane terminée, vue dorsale.**



**Figure 34 : Mise en place des fils permettant l'écartement du côté gauche, vue dorso latérale droite.**

Pour la voie d'abord sous occipitale latérale, nos repères concernant l'incision étaient le processus mastoïde et la protubérance occipitale externe. Un segment virtuel reliant ces 2 éléments anatomiques a été dessiné. L'incision s'étendait parallèlement à la ligne médiane, par un point passant par le milieu de ce segment, sur environ 8 cm avec comme proportion 1/3 de longueur crânialement à ce point et 2/3 de longueur caudalement à celui-ci (figure 35).

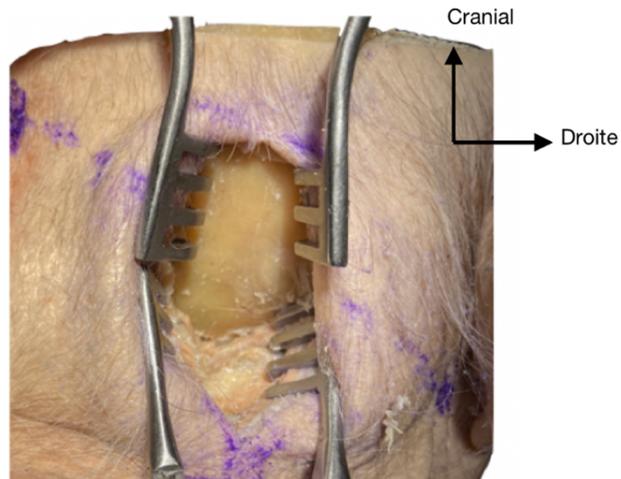
La dissection a été poursuivie dans l'axe de cette incision, par voie trans-musculaire jusqu'à atteindre l'os occipital. Le périoste a été ensuite ruginé latéralement, refoulant avec lui les masses musculaires. L'os occipital a été ainsi dégagé sur toute sa hauteur dans l'axe de l'incision (figure 36).

Afin d'étudier le risque de lésion nerveuse suite à cette voie d'abord, nous avons ensuite réalisé une incision cutanée médiane, et disséqué le plan sous cutané en direction latérale jusqu'au trajet de l'incision. Ceci a permis de repérer les différents éléments nerveux situés à la face dorsale de la région occipitale et d'étudier leurs rapports avec le trajet de la voie d'abord.

Afin d'évaluer le risque d'atteinte nerveuse indirecte par la mise en place d'écarteurs, nous avons ensuite placé 2 fils (un sur le périoste et un dans les masses musculaires) du côté du nerf grand occipital (figure 37). Des tractions dans une direction médiale ont pu être réalisées grâce à ces fils. Celles-ci ont été réalisées avec une force identique (poids de 5kg soumis à la force gravitationnelle). L'atteinte nerveuse a été évaluée en se basant sur la déformation exercée sur le nerf grand occipital lors de la traction sur le fil.



**Figure 35 : Trajet d'incision pour la voie d'abord sous occipitale latérale, vue dorsale.**



**Figure 36 : Visualisation de l'os occipital une fois la voie d'abord sous occipitale latérale terminée, vue dorsale.**



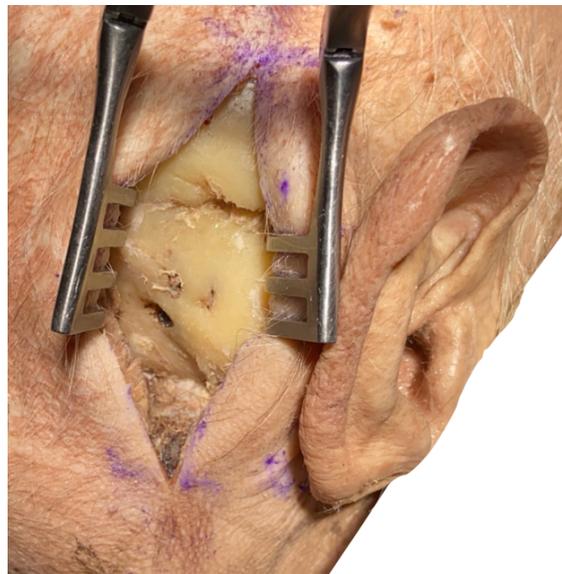
**Figure 37 : Mise en place des fils permettant l'écartement du côté droit, vue dorso latérale droite.**

Lors de la voie rétrosigmaïdienne, les repères choisis pour l'incision cutanée étaient le processus mastoïde et l'hélix. Le trajet d'incision se trouvait à un travers de doigt dorsalement au processus mastoïde, et s'étendait jusqu'à l'hélix, en décrivant un trajet légèrement concave vers l'avant.

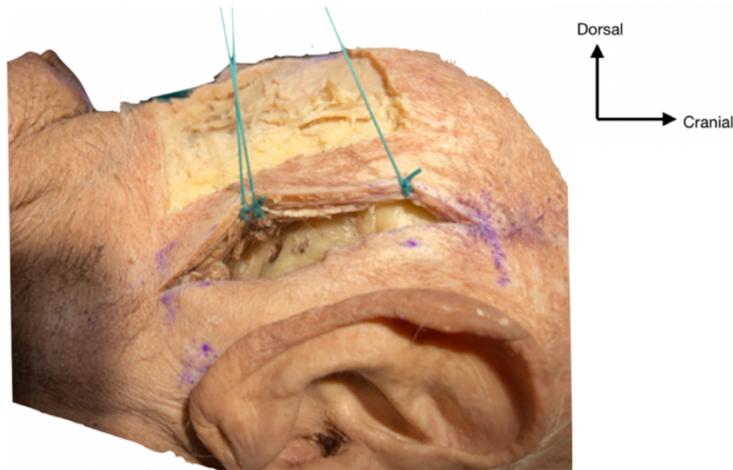
A l'aide d'un bistouri, l'incision a été réalisée jusqu'à sentir un contact osseux. Le périoste a été ensuite ruginé latéralement, refoulant avec lui les masses musculaires. L'os occipital a été ainsi dégagé sur toute sa hauteur dans l'axe de l'incision (figure 38).

Afin de déterminer le risque de lésion du nerf grand occipital lors de cette voie d'abord, une incision paramédiane débutant latéralement à 1 cm de la ligne médiane et s'étendant jusqu'à 2cm médialement à la voie d'abord a été réalisée. Le nerf a ensuite été disséqué jusqu'à retrouver son lieu de passage latéral en regard du muscle grand oblique.

Dans l'hypothèse de lésion indirecte du nerf grand occipital par la mise en place d'écarteurs, nous avons placé du côté du nerf grand occipital des fils de traction sur les différents plans traversés lors de l'incision. Ainsi, 1 fil a été placé sur le périoste en partie caudale de l'incision, 1 fil sur le périoste en partie crâniale de l'incision, et 1 fil sur les masses musculaires (figure 39). Des tractions dans une direction médiale ont pu être réalisées, imitant la traction exercée par des écarteurs autostatiques, avec une force identique (poids de 5kg soumis à la force gravitationnelle). Comme précédemment, l'atteinte nerveuse a été évaluée en se basant sur la déformation exercée par la traction sur le nerf grand occipital, au point où le nerf est censé être le plus proche de la voie d'abord (en regard du muscle grand oblique et en regard de la branche de division sous cutanée la plus latérale).



**Figure 38 : Visualisation de l'os occipital une fois la voie d'abord rétrosigmaïdienne terminée, vue dorso latérale droite**



**Figure 39 : Mise en place des fils permettant l'écartement du côté en direction médiale, vue dorso latérale droite.**

Pour la voie transpétreuse, l'incision utilisée était rétroauriculaire et en forme de C. Les repères anatomiques utilisés étaient la limite ventrale du pavillon de l'oreille et le processus mastoïde. L'incision démarrait à la partie crâniale de l'oreille, à un travers de doigt au-dessus de l'hélix. Elle s'étendait dorsalement pour passer à 3 travers de doigts dorsalement au pavillon de l'oreille, puis se terminait en regard du pavillon de l'oreille.

L'incision a été réalisée dans toute la profondeur des couches sous cutanées, jusqu'à ressentir un contact osseux. A la partie caudale de notre dissection, le muscle sterno-cléido-mastoïdien restant a été ruginé afin de libérer une surface osseuse très large rétro auriculaire (figure 40).

Pour repérer le nerf grand occipital et étudier son risque d'atteinte lors de la réalisation de cette voie d'abord, nous avons par la suite réalisé une incision paramédiane sous la forme d'un carré de 5 cm de longueur. Celui-ci s'étendait latéralement de 1 à 6 cm de la ligne médiane, avec le point le plus crânial situé au même niveau que la point le plus crânial de l'incision. La région sous cutanée à l'intérieur de ce carré a été disséquée afin de repérer le nerf grand occipital

Aucun écartement des masses musculaires n'a été réalisé pour étudier le risque de lésion du nerf grand occipital, cet écartement n'étant pas d'usage courant lors de cet abord chirurgical.



**Figure 40 : Visualisation des reliefs osseux une fois la voie d'abord rétro auriculaire réalisée, vue latérale gauche**

## II. Résultats

Aucune séquelle de chirurgie crânio-cervicale ni aucune blessure dans les régions d'intérêt n'ont été retrouvées chez les spécimens disséqués dans le cadre de notre étude.

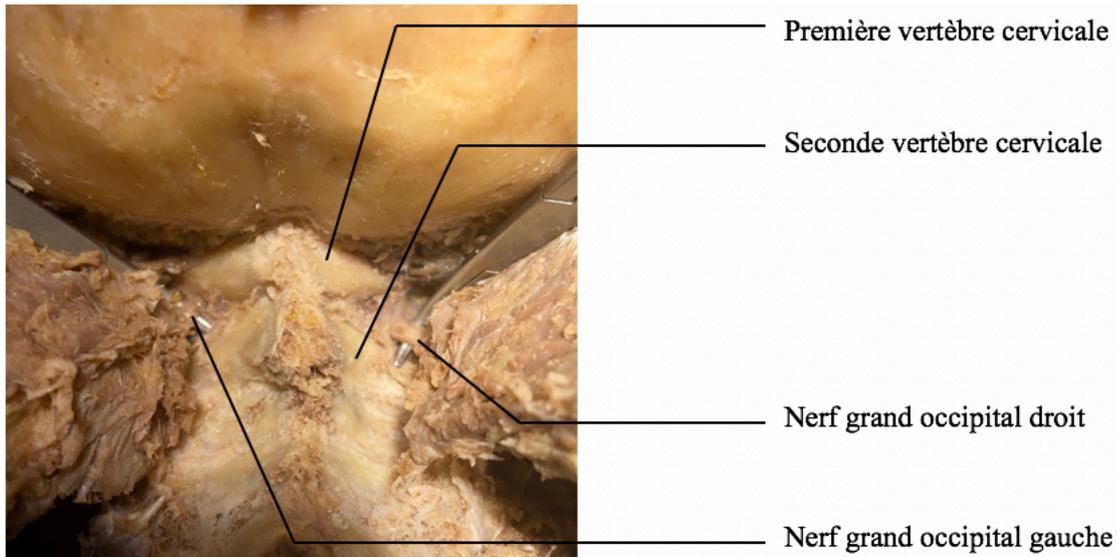
### A. Repérage du nerf grand occipital

Le nerf grand occipital a pu être repéré de manière bilatérale lors de toutes les dissections réalisées. L'ensemble des caractéristiques étudiées concernant le trajet du nerf grand occipital sont regroupées dans le tableau 4.

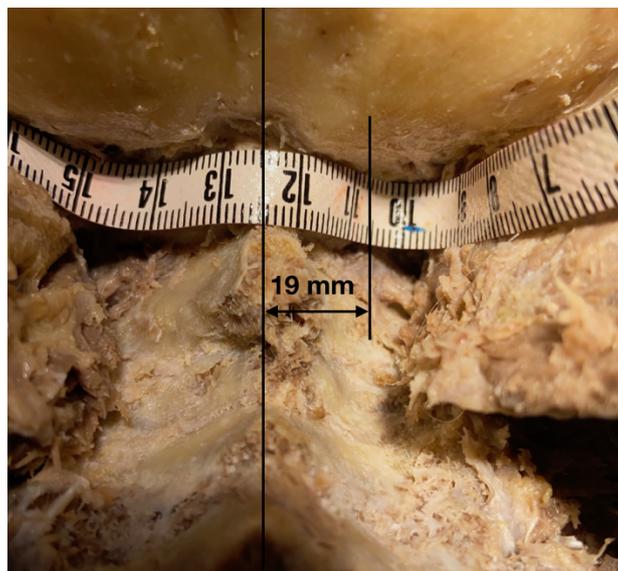
	Sujet 1		Sujet 2	
	Nerf gauche	Nerf droit	Nerf gauche	Nerf droit
Distance par rapport à la ligne médiane à la sortie de l'espace C1-C2	18 mm	18mm	17mm	19mm
Rapports avec le muscle grand oblique	Contourne le muscle sans le traverser			
Rapport avec le muscle demi-épineux de la tête	Traverse le muscle	Traverse le muscle	Traverse le muscle	Traverse le muscle
Rapport avec le muscle trapèze	Traverse le muscle	Traverse le muscle	Traverse une aponévrose	Traverse le muscle
Repères lors de l'émergence du nerf en région sous cutanée	Latéralement : 17mm Caudalement à la POE : 15mm	Latéralement : 21mm Caudalement à la POE : 16mm	Latéralement : 26mm Caudalement à la POE : 21mm	Latéralement : 27mm Caudalement à la POE : 20mm
Branches de division distales	Multiples	Multiples	Multiples	Multiples

**Tableau 4 : Résumé des caractéristiques étudiées concernant le trajet du nerf grand occipital.**

Le point d'émergence apparente du nerf grand occipital se situait au niveau de l'espace intervertébral C1-C2 (figure 41 et 42), à une distance moyenne de 18mm de la ligne médiane (min : 17mm – max : 19mm). Cette distance n'apparaissait symétrique que chez un seul des 2 sujets étudiés.



**Figure 41 : Repérage du nerf grand occipital à sa sortie de l'espace intervertébral C1-C2, vue dorsale**

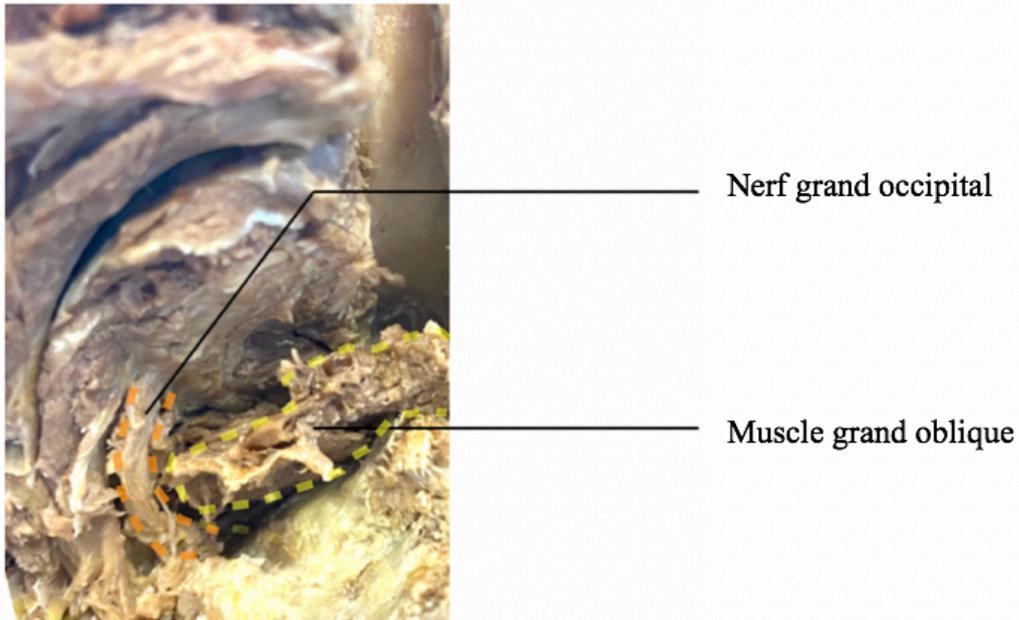


**Figure 42 : Mesure au point d'émergence du nerf grand occipital droit, vue dorsale**

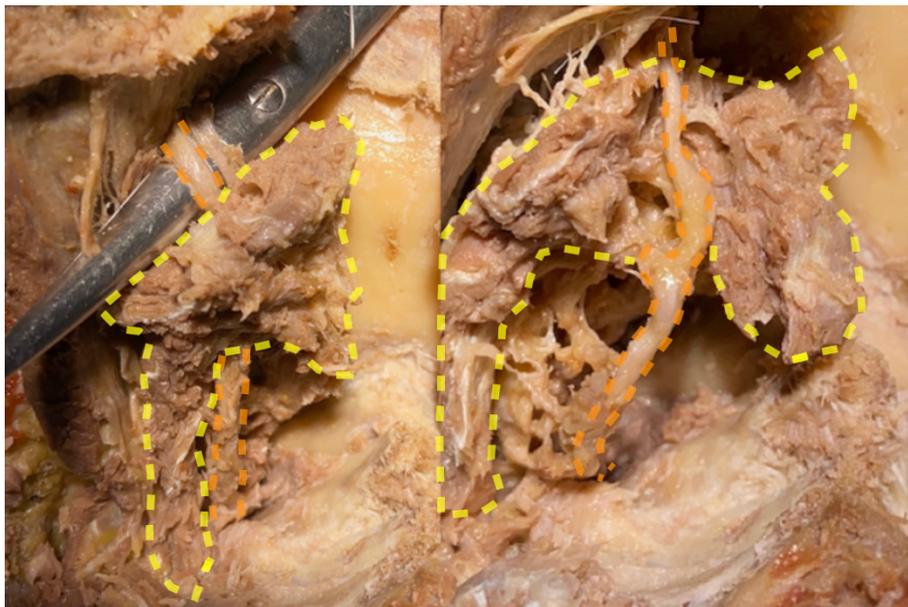
A sa sortie de l'espace intervertébral, le nerf grand occipital prenait une direction latérale, caudalement par rapport au muscle grand oblique. Chez tous les sujets (4/4), le nerf contournait ensuite ce muscle sans le traverser (figure 43).

Ensuite, le nerf se dirigeait dorsalement vers le muscle demi-épineux de la tête. Il traversait ce muscle dans 100% des cas chez les sujets étudiés (4/4) (figure 44).

Le dernier rapport musculaire retrouvé lors de nos dissections concernait le muscle trapèze. Le nerf grand occipital traversait le muscle chez 75% des spécimens étudiés (3/4) (figure 45). Dans 25% des cas (1/4), le nerf traversait une aponévrose tendue à la face dorsale du trapèze (figure 46).



**Figure 43 : Rapport du nerf grand occipital avec le muscle grand oblique, vue caudale.**  
*(ligne orange : nerf grand occipital, ligne jaune : muscle grand oblique)*



**Figure 44 : Rapport du nerf grand occipital avec le muscle demi-épineux de la tête, vues caudales.**  
*(ligne orange : nerf grand occipital, ligne jaune : muscle demi-épineux de la tête)*



**Figure 45 : Rapport du nerf grand occipital avec le muscle trapèze, vue latérale droite.**  
*(ligne orange : nerf grand occipital, ligne jaune : passage au sein du muscle trapèze)*



**Figure 46 : Rapport du nerf grand occipital avec le muscle trapèze, vue latérale droite.**  
*(ligne orange : nerf grand occipital, ligne jaune : muscle trapèze)*

L'émergence du nerf grand occipital en région sous cutanée a été retrouvée chez tous les sujets disséqués en superficie du muscle trapèze (4/4). Ce point se situait en moyenne à 22,75mm (min : 17mm, max : 27mm) de la ligne médiane latéralement, et en moyenne à 18mm (min : 15mm, max : 21mm) caudalement à la POE. Par la suite, le nerf donnait de multiples branches de division pour assurer l'innervation des régions cervicale et crânienne dorsales (figures 45 et 47).



**Figure 47 : Branches de division distales du nerf grand occipital en région sous cutanée, vue dorsale.**

### **B. Étude des rapports avec l'artère occipitale**

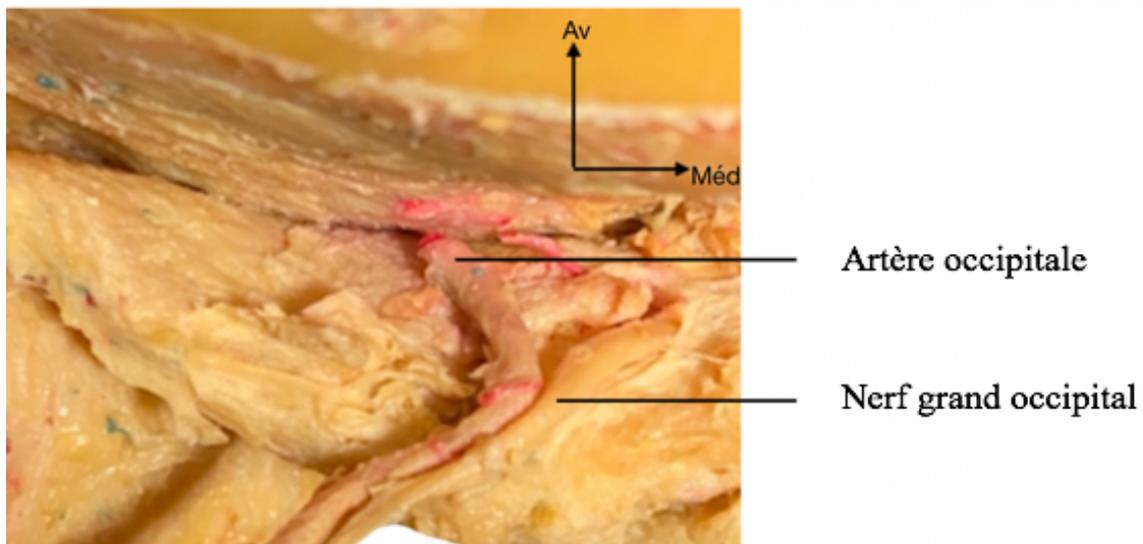
Le nerf grand occipital et l'artère occipitale ont pu être individualisés de manière bilatérale chez tous les sujets disséqués (4 nerf grand occipital et 4 artères occipitales). L'ensemble des caractéristiques étudiées concernant ces rapports sont présentées dans le tableau 5.

	Sujet 1		Sujet 2	
	Nerf gauche	Nerf droit	Nerf gauche	Nerf droit
Position du nerf par rapport à l'artère	Médial	Latéral	Latéral	Médial
Relation entre nerf grand occipital et artère occipitale	Intersection	Intersection	Intersection	Entrelacement
Présence d'une aponévrose commune	Non	Non	Non	Non

**Tableau 5 : Résumé des caractéristiques étudiées concernant les rapports entre le nerf grand occipital et l'artère occipitale.**

Le nerf grand occipital apparaissait latéral à l'artère occipitale dans 2 dissections (50% des cas), et médiale par rapport à celle-ci dans les 2 autres (50% des cas) (figure 48).

Dans 75% des cas (3 cas sur 4), le nerf grand occipital ne faisait que croiser l'artère occipitale, alors que 25% des cas le nerf et l'artère réalisaient un trajet ensemble dans le tissu sous cutané de la région cervicale dorsale (figure 49). Aucune des 4 dissections n'a révélé la présence d'une aponévrose commune entre le nerf grand occipital et l'artère occipitale.



**Figure 48 : Rapport du nerf grand occipital avec l'artère occipitale, vue crâniale. Ici le nerf apparaît médialement à l'artère.**



**Figure 49 : Relations entre le nerf grand occipital et l'artère occipitale, vue dorsale.** (jaune : nerf grand occipital, rouge : artère occipitale). A droite (75% des cas), le nerf et l'artère ne font qu'un simple croisement. A gauche (25% des cas), le nerf et artère cheminent ensemble dans la région cervicale dorsale.

### **C. Étude des voies d'abord de la fosse crânienne postérieure**

Le nerf grand occipital a pu être observé dans l'ensemble des dissections. Ainsi, ses relations avec le trajet de l'incision ont pu ainsi être étudiées pour toutes les voies d'abord réalisées. Le risque d'atteinte nerveuse du nerf grand occipital lors des différentes voies d'abord est présenté dans le tableau 6.

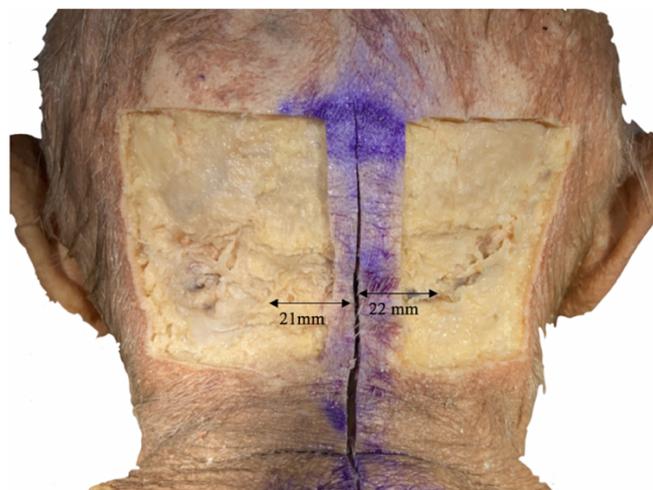
	Voie sous occipitale médiane	Voie sous occipitale latérale	Voie rétro-sigmoïdienne	Voie trans-pétreuse
<b>Risque lésion directe</b>	Non	Oui	Non	Non
<b>Risque lésion indirecte</b>	Oui	Oui	Possible	Non

**Tableau 6 : Résumé des risques d'atteinte du nerf grand occipital lors de la réalisation des différentes voie d'abord.**

Aucun filet nerveux appartenant au nerf grand occipital n'a été retrouvé ni sectionné lors de la réalisation de l'abord sous occipital médian. Celui-ci a été retrouvé à une distance la plus médiale de 14 mm en regard de son rapport musculaire avec le muscle demi épineux de la tête, et de 22 mm à droite et 21 mm à gauche à son émergence sous cutanée (figure 50), permettant de réfuter le risque d'atteinte nerveuse directe du nerf grand occipital sur le trajet de la voie d'abord.

A l'aide d'écarteurs autostatiques positionnés aux faces crâniale et caudale de l'incision, nous avons remarqué qu'une déformation exercée sur le nerf apparaissait dès lors que nous réalisions un écartement suffisant pour exposer l'os occipital. Celle-ci apparaissait néanmoins plus importante avec l'écarteur placé à la partie crâniale de l'incision, et encore plus importante avec la mise en place simultanée des 2 écarteurs (figure 51). Ainsi, le nerf grand occipital peut être étiré par la mise en place d'écarteurs lors de la voie d'abord sous occipitale médiane.

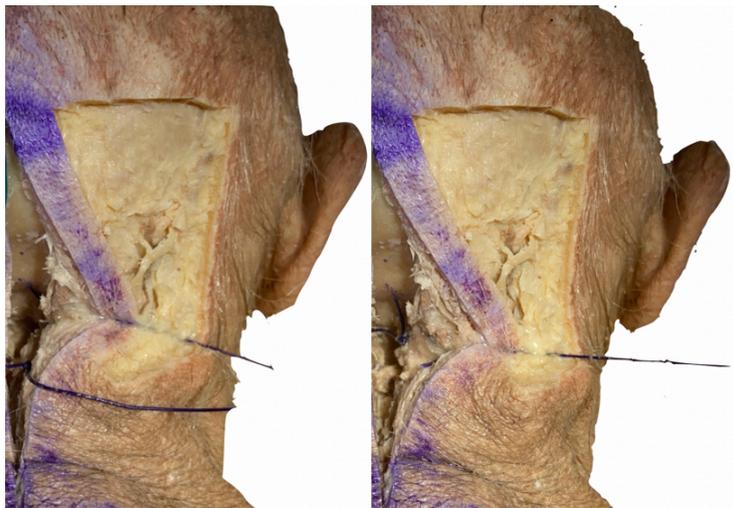
Lors des différentes tractions réalisées, nous avons retrouvé des résultats similaires des 2 côtés étudiés. Seules les tractions réalisées à l'aide des fils placés dans les masses musculaires et sur le périoste permettaient une exposition suffisante de l'os occipital nécessaire à la poursuite de la chirurgie. En comparant la déformation et la translation latérale du nerf grand occipital suite à une traction maximale sur les fils en regard du périoste et des masses musculaires, nous avons remarqué que cette déformation apparaissait plus importante avec les fils placés dans les masses musculaires (figure 52), et donc que l'étirement du nerf était moindre en plaçant les écarteurs autostatiques sous le périoste au contact de l'os.



**Figure 50 : Distance entre le nerf grand occipital et le trajet de la voie d'abord sous occipitale médiane à son point d'émergence sous cutané, vue dorsale**



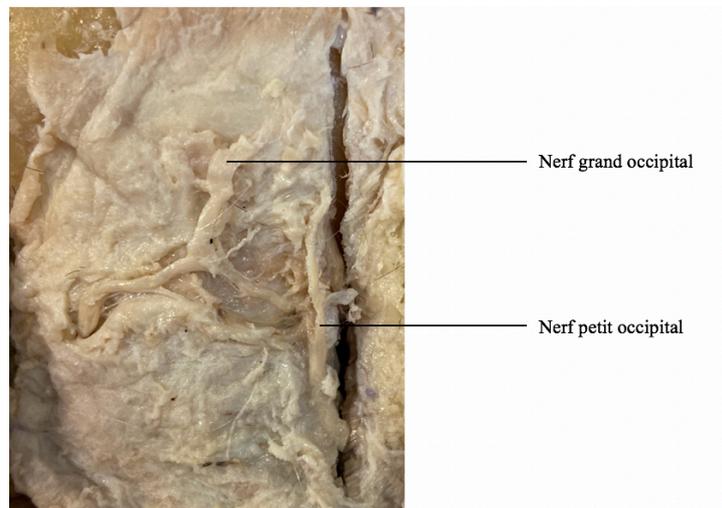
**Figure 51 :** Mise en place des écarteurs à la partie caudale (à gauche), crâniale (au milieu) et aux parties caudales et crânielles (à droite) de l'incision, vue dorsale. *La déformation exercée sur le nerf grand occipital apparaît maximale avec la mise en place des 2 écarteurs.*



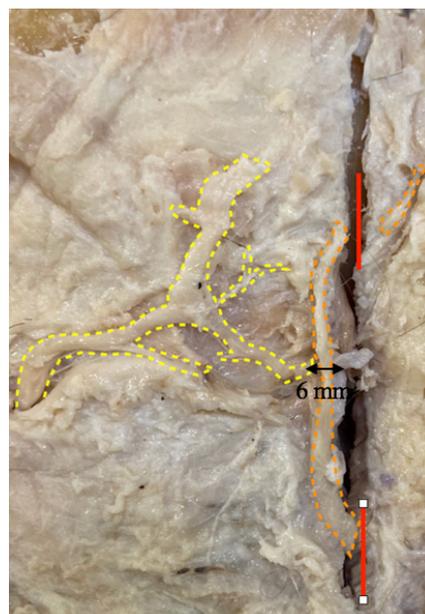
**Figure 52 :** Traction à l'aide des fils en regard du périoste (à droite) ou des masses musculaires (à gauche), vue dorsale. *La déformation du nerf grand occipital est plus importante lors de la traction en regard des masses musculaires.*

Lors de la réalisation de la voie d'abord sous occipitale latérale, plusieurs filets nerveux appartenant au nerf petit occipital ont été sectionnés (figure 53). Aucune lésion du nerf grand occipital n'a été retrouvée. Cependant, on retrouvait une de ses branches à 6mm de la voie d'abord (figure 54), avec ainsi un risque important de lésion directe sur le trajet de l'incision.

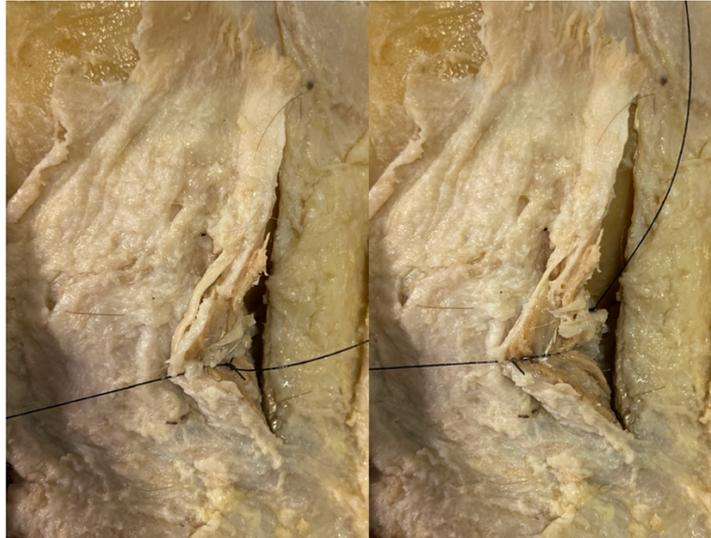
Du fait de la proximité du nerf grand occipital avec le trajet d'incision de la voie d'abord, il existait un risque de lésion nerveuse indirecte via la mise en place d'écarteurs. En comparant la déformation nerveuse exercée à traction égale sur le périoste et dans les masses musculaires, nous avons remarqué que celle-ci apparaissait moindre en utilisant le fil de traction situé en regard du périoste (figure 55). Ainsi, tout comme lors de la voie d'abord sous occipitale médiane, le placement des écarteurs autostatiques sous le périoste, au contact de l'os, semblait minimiser le risque d'étirement du nerf grand occipital.



**Figure 53 : Nerfs rencontrés lors de la voie d'abord, vue dorsale.**



**Figure 54 : Voie d'abord sous occipitale latérale, vue dorsale. Jaune : nerf grand occipital, orange : nerf petit occipital, rouge : zone de section nerveuse**



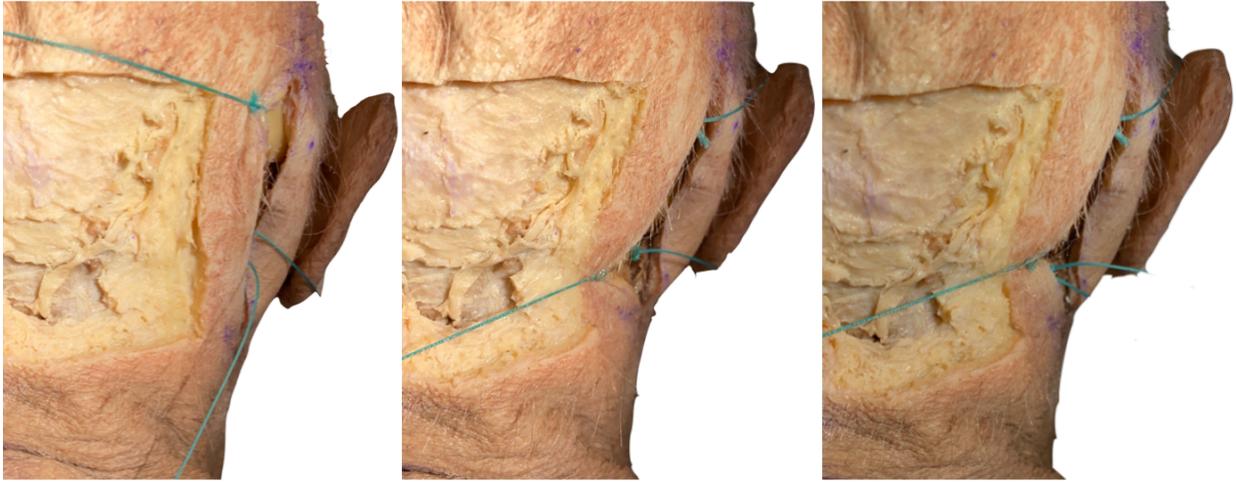
**Figure 55 : Traction à l'aide des fils en regard du périoste (à gauche) ou des masses musculaires (à droite), vue dorsale. La déformation du nerf grand occipital est plus importante lors de la traction en regard des masses musculaires.**

Aucun filet nerveux appartenant au nerf grand occipital n'a été retrouvé ni sectionné lors de la réalisation de la voie d'abord rétro-sigmoïdienne. Le point le plus latéral du nerf grand occipital a été retrouvé à une distance de 29 mm du trajet de l'incision (figure 56), avec ainsi une absence de risque de lésion nerveuse directe en réalisant la voie d'abord.

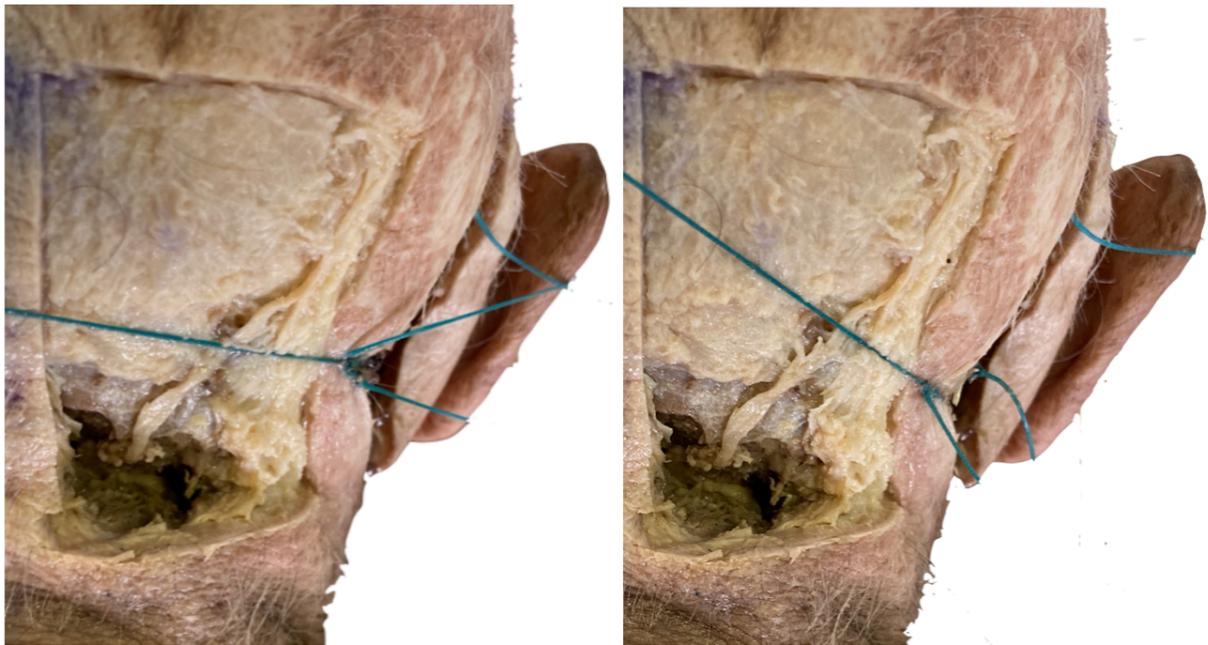
Nous n'avons retrouvé aucun étirement nerveux significatif après traction sur les différents fils apposés le long de la voie d'abord, que ce soit au niveau de la branche de division sous cutanée du nerf (figure 57) ou en regard du contournement du muscle grand oblique (figure 58). Le risque d'atteinte nerveuse indirecte lors de la voie d'abord rétro-sigmoïdienne apparaissait ainsi très faible.



**Figure 56 : Distance minimale entre le nerf grand occipital et le trajet de la voie d'abord rétro-sigmoïdienne, vue dorsale**



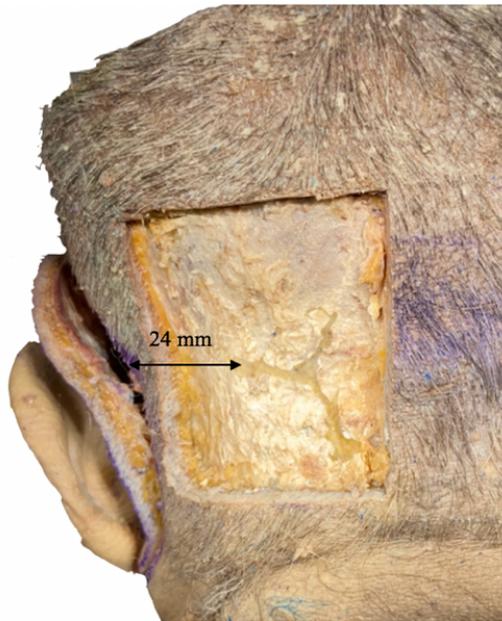
**Figure 57 :** Traction à l'aide des fils en regard du périoste (à droite et au milieu) ou des masses musculaires (en bas), vue dorsale. *La déformation du nerf grand occipital apparaît minime dans tous les cas.*



**Figure 58 :** Traction à l'aide des fils en regard du périoste (à gauche) ou des masses musculaires (à droite), vue dorsale. *La déformation du nerf grand occipital apparaît minime dans tous les cas.*

Aucun filet nerveux appartenant au nerf grand occipital n'a été retrouvé ni sectionné lors de la réalisation de l'abord transpétreux. Le point le plus latéral du nerf grand occipital a été retrouvé à une distance de 24 mm du trajet de l'incision (figure 59).

Aucun écartement n'a été mis en place en direction du nerf grand occipital lors de cet abord chirurgical.



**Figure 59 : Distance minimale entre le nerf grand occipital et le trajet de la voie d'abord transpétreuse, vue dorsale**

## DISCUSSION

Nombreuses sont les voies d'abord neurochirurgicales en regard de la fosse crânienne postérieure. Celles-ci sont pour la plupart à risque d'endommager les nerfs sensitifs de la région occipito-cervicale dorsale avec pour conséquences des douleurs ou des dysesthésies souvent invalidantes [18,59,60].

Une partie de ces complications semble pouvoir être évitée par une connaissance de l'anatomie nerveuse de cette région, un positionnement rigoureux du patient au bloc opératoire, une modification du trajet de l'incision (risque de lésion nerveuse directe) ou de la mise en place des écarteurs autostatiques (risque de lésion nerveuse indirecte).

Le trajet du nerf grand occipital au sein des régions cervicales et crâniennes dorsales a fait l'objet de multiples descriptions anatomiques (voir partie rappels anatomiques). Comme le suggèrent à la fois les données de la littérature et de notre étude, son trajet est relativement constant au sein des différents plans musculaires de la région crânio-cervicale dorsale.

A l'inverse, le nerf grand occipital devient sous cutané à partir de son émergence en regard du muscle trapèze, dont le lieu et le mode de pénétration sont variables. Cette inconstance anatomique est nettement confirmée par les données de notre étude : même si la plupart des travaux de la littérature stipulent que le nerf traverse plutôt l'aponévrose du muscle trapèze que le muscle lui-même [15,21,24,27,30] nos données retrouvent une traversée musculaire dans 75% des cas étudiés. La position du point de sortie en région sous cutanée retrouvée dans notre étude (en moyenne à 22,75mm de la ligne médiane et à 18 mm caudalement à la protubérance occipitale externe) est cohérente avec les données de la littérature [15]. Cependant, les écarts interindividuels observés lors de nos dissections (10mm de variation par rapport à la ligne médiane, 6mm de variation caudalement à la POE) renforcent le fait que le trajet sous cutané du nerf est soumis à une variabilité anatomique.

Nous avons également retrouvé un rapport anatomique étroit entre le nerf grand occipital et l'artère occipitale, tel que décrit dans la littérature [13,15,20,30,32]. Ainsi, le repérage per opératoire du nerf grand occipital sera facilité par la mise en évidence de l'artère occipitale, repérable du fait de sa couleur et de sa pulsatilité.

L'apport de ces connaissances anatomiques nous permet donc dans un premier temps de comprendre qu'il existe un risque majoré de lésion du nerf grand occipital en cas de voie d'abord transmusculaire dont l'incision se situerait entre 1 et 4 cm latéralement par rapport à la ligne médiane. Si toutefois ce type d'abord est choisi, une dissection prudente du tissu sous cutané permettra d'identifier le nerf dont le point d'émergence se situe sous la ligne courbe occipitale supérieure. Ce repérage sera facilité par l'identification de l'artère occipitale.

L'installation et le positionnement du patient au bloc opératoire semblent également faire partie des facteurs influençant le risque de développer une névralgie occipitale après chirurgie de la fosse crânienne postérieure. Quatre types d'installations sont classiquement décrites [23] : décubitus ventral, décubitus latéral, décubitus dorsal avec rotation de la tête, et position assise (cette dernière étant de moins en moins utilisée en pratique courante).

La position en décubitus ventral est principalement utilisée pour réaliser la voie d'abord médiane. Le patient peut être installé en position dite en concorde (lorsque l'on exerce une flexion importante de la tête [41]), position dans laquelle il existe un risque d'étirement nerveux. En effet, si les mouvements d'extension de la tête n'exercent aucun effet de tension sur le nerf grand occipital, les mouvements de flexion semblent être à risque d'étirer une de ses portions (figure 25) [23].

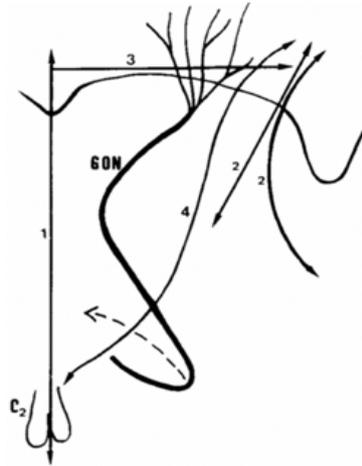
Le patient peut également être positionné en décubitus latéral pour les voies d'abord postero-latérales ou latérales [41]. Dans ce positionnement, la rotation de la tête et les douleurs post opératoires qu'elle peut induire sont évitées.

La position en décubitus dorsal avec rotation de la tête est également utilisée pour les voies d'abord latérales. Les mouvements de rotation étirent la racine dorsale de C2 du côté controlatéral au mouvement [23], avec ainsi un risque d'étirement de la racine C2 controlatérale au mouvement dans cette position opératoire.

Basés sur les résultats de notre étude, les rappels d'anatomie (voir partie introduction), et les données de la littérature [18], une voie d'abord médiane stricte ne devrait pas entraîner d'atteinte directe du nerf grand occipital. À l'inverse, l'hypothèse dans laquelle le nerf grand occipital peut être étiré et lésé de manière indirecte par la mise en place d'écarteurs est en réalité assez débattue dans la littérature.

Cette hypothèse paraît possible d'un point de vue anatomique puisque le point le plus médial du nerf se situe à environ 15 mm de la ligne médiane. Celle-ci semble également soutenue par le fait que certains patients souffrant de névralgies occipitales associées à une malformation de Chiari peuvent voir l'intensité de leur douleur progresser en période post opératoire [61], avec une aggravation des tableaux douloureux crâniens [62,63]. Grangeon et al retrouvent une aggravation des céphalées post opératoires chez 42,8% des patients opérés dans leur série [63]. Une autre étude montre que les céphalées sont plus susceptibles de récidiver en post opératoire que les symptômes neurologiques chez les patients atteints de malformation de Chiari [62]. Basé sur ces données, et même si la physiopathologie des céphalées chez ces patients est complexe et souvent multifactorielle, nous pensons qu'il est possible que l'étirement indirect du nerf grand occipital par la mise en place d'écarteurs autostatiques lors de la réalisation de l'abord chirurgical participe au moins en partie à ce tableau douloureux post opératoire.

Au contraire, basés sur les repères anatomiques du nerf grand occipital, Sindou et Mertens estiment que la voie sous occipitale médiane stricte permet de respecter l'intégrité de ce nerf (figure 60) [18]. Ces données sont en partie en contradiction avec les résultats de notre étude, puisque nous avons retrouvé un risque potentiel de lésion indirecte du nerf grand occipital par la mise en place d'écarteurs autostatiques lors de la réalisation de la voie sous occipitale médiane.



**Figure 60 : Représentation schématique des incisions cutanées en région occipitale droite.** *Les incisions médianes (1) et rétromastoïdiennes (2) préservent le nerf grand occipital, contrairement à l'incision en forme de L inversé (3) et l'incision paramédiane curviligne (4) (d'après Sindou et Mertens).*

Il n'est évidemment pas possible de modifier les repères cutanés de l'incision médiane pour des raisons anatomiques. Cependant, les données de notre étude montrent que l'étirement du nerf grand occipital est proportionnel à la force de traction exercée par les écarteurs autostatiques. De plus, le placement des écarteurs en position sous périostée permet de diminuer la tension exercée sur le nerf grand occipital. Ainsi, dans l'hypothèse établie qu'il existe un risque d'étirement du nerf grand occipital par la mise en place d'écarteurs lors de cet abord chirurgical, nous préconisons de placer ces écarteurs sous le périoste et de réaliser un écartement minimal, juste suffisant pour réaliser le volet osseux.

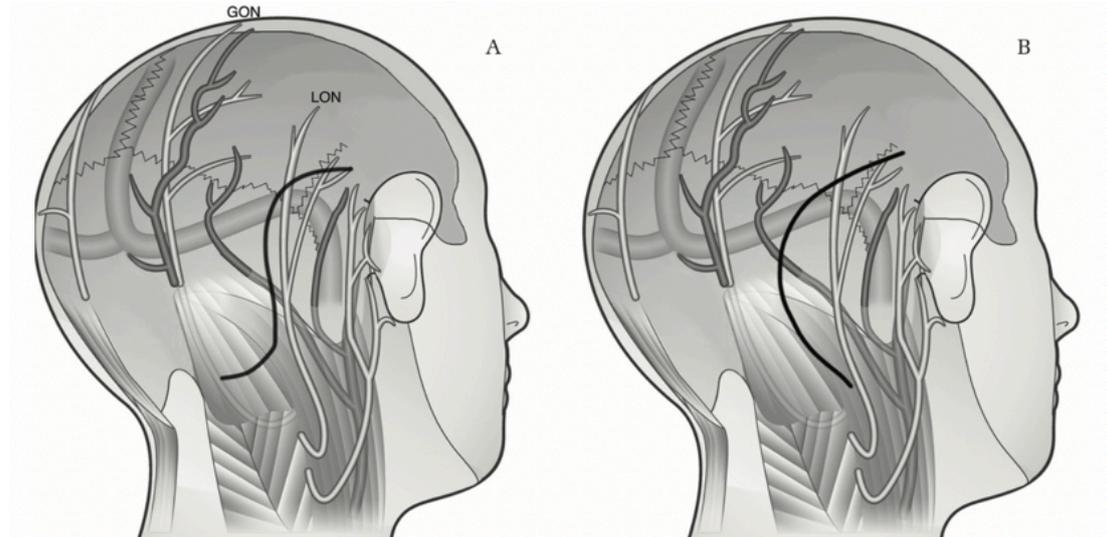
Le risque de développer une névralgie occipitale après une chirurgie avec abord sous occipital latéral est en fait peu décrit dans la littérature. La plupart du temps, la voie d'abord décrite en utilisant le terme de voie sous occipitale latérale est en fait une voie rétrosgmoïdienne [64,65]. Selon les données de notre étude, cette voie d'abord est néanmoins celle la plus à risque pour le nerf grand occipital, et notamment la seule à risque de le léser directement.

Afin de minimiser ce risque, nous préconisons une dissection prudente du tissu sous cutané lors de cet abord chirurgical. Basés également sur la démonstration d'un fort risque de lésion indirecte du nerf par la mise en place d'écarteurs autostatiques, nous recommandons de placer ceux-ci sous le périoste, et de réaliser un écartement minimal, juste suffisant pour la réalisation du volet osseux.

De multiples trajets d'incision pour réaliser une voie d'abord rétrosgmoïdienne sont décrits dans la littérature. La plupart des travaux estiment un risque de lésion du nerf grand occipital lors de cet abord [35,43,59,60,66,67]. Ces résultats sont également basés sur une réalité clinique, avec un sur-risque de douleur cervicale et céphalées après exérèse d'un schwannome vestibulaire par voie rétrosgmoïdienne par rapport aux voies translabyrinthiques [59,60] et sous temporale [60].

Aihara et al ont comparé 2 types d'incision pour expliquer les facteurs influençant la durée des céphalées post opératoires chez les patients opérés d'un schwannome vestibulaire par voie rétro-sigmoïdienne [66] (figure 61) :

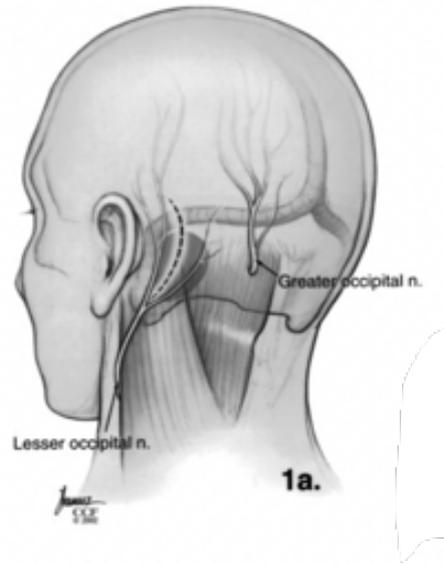
- une incision en forme de S (commençant 4cm au-dessus de la ligne courbe occipitale supérieure, passant par le milieu du segment défini entre la POE et le processus mastoïde, et descendant médialement vers la colonne cervicale)
- une incision en forme de C (commençant à 2 cm au-dessus de la ligne courbe occipitale supérieure, passant par un point situé à environ 2 cm à l'intérieur de l'astérion, et descendant à 2 cm derrière du processus mastoïde)



**Figure 61 : Représentation schématique des 2 types d'incision cutanées utilisées dans l'étude d'Aihara et al. A : incision en forme de S. B : incision en forme de C. GON : nerf grand occipital. LON : nerf petit occipital (d'après Aihara et al).**

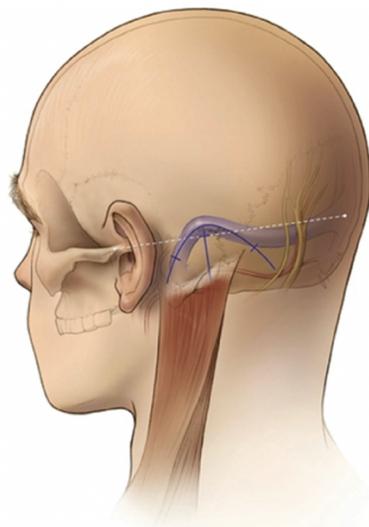
Dans cette étude, le type d'incision cutanée est indépendamment associé à la durée des céphalées post-opératoires, avec une durée significativement plus courte chez les patients ayant bénéficié d'une incision cutanée en forme de C ( $p < 0,001$ ). Les manipulations du nerf grand occipital variaient entre ces 2 voies d'abord. Lors des incisions en forme de S, le nerf grand occipital était rarement sectionné mais souvent étiré et rétracté. Dans les incisions en forme de C, le nerf grand occipital n'était ni sectionné, ni étiré lors de l'écartement. Ainsi, l'étirement de ce nerf semble pouvoir entraîner des douleurs post opératoires. Ces données sont néanmoins à prendre en compte avec précautions du fait de multiples facteurs confondants (alignement de la colonne cervicale, acouphènes, atrophie musculaire) non étudiés et de l'absence de randomisation entre les 2 groupes.

Silvermann et al ont décrit des modifications dans la voie d'abord rétro-sigmoïdienne avec entre-autres une incision cutanée dont le trajet permet d'éviter les nerfs occipitaux [67]. Cette incision est rétroauriculaire, curviligne, localisée au-dessus de l'astérion, en dedans du nerf grand occipital et en dehors du nerf petit occipital, sur environ 4 à 5 cm [67] (figure 62). De plus, du fait d'une craniectomie relativement petite (2cm de diamètre) lors de cette même voie d'abord, la nécessité d'écartier les tissus sous cutanée est minimale. L'association de ces 2 facteurs réduit la probabilité de lésion des nerfs occipitaux et peut contribuer à réduire l'incidence des maux de tête postopératoires.



**Figure 62 : Représentation schématique de la voie d'abord proposée par Silvermann et al.** *L'incision cutanée est curviligne et placée de manière à éviter les nerfs grand et petit occipitaux (d'après Silvermann et al)*

Kemp et al ont proposé une incision curviligne passant par l'intersection d'une ligne reliant l'arcade zygomatique et la POE et d'une ligne passant par la mastoïde [43] (figure 63). Cette incision permet d'éviter au maximum les muscles sous occipitaux, et souvent l'artère occipitale et les nerfs occipitaux. Cependant, les auteurs ne comparent pas le devenir des patients en termes de douleurs dans cette étude.



**Figure 63 : Représentation schématique de l'incision cutanée proposée par Kemp et al pour les voies d'abord rétro-sigmoïdiennes.** *Une ligne reliant la protubérance occipitale externe et l'arcade zygomatique est dessinée, permettant d'identifier le sinus transverse. Une ligne verticale est également dessinée en regard de la mastoïde. L'intersection de ces 2 lignes se situe en regard de la jonction entre sinus transverse et sinus sigmoïde, et correspond au sommet de l'incision curviligne (d'après Kemp et al).*

Par la même occasion, Tubbs et al comparent les incisions linéaires (parallèle et dorsale à la mastoïde, avec un tiers de l'incision au-dessus du plan du sinus transverse et deux tiers de l'incision en dessous de ce même plan) et les incisions curvilignes en U inversées (dont le sommet passe par l'endroit de la mastoïde où passe la ligne entre l'arcade zygomatique et la POE) lors des voies d'abord rétro-sigmoïdiennes [35]. Ce travail concorde avec les données de Kemp, à savoir le fait que l'incision en U inversé est moins à risque de lésion nerveuse que l'incision linéaire.

Selon les données de Sindou et Mertens, seule une courte incision oblique rétromastoïdienne (linéaire ou courbe), suffisamment latérale pour éviter l'endroit où le nerf contourne le muscle grand oblique [18] ne devrait pas léser le nerf grand occipital (figure 60). Ce dernier type d'incision se rapproche de celui proposé lors de notre étude anatomique. Nous n'avons pas retrouvé de risque majeur de lésion du nerf grand occipital lors de la voie d'abord rétro-sigmoïdienne réalisée, y compris avec la mise en place d'écarteurs autostatiques.

Ainsi, afin de minimiser le risque d'atteinte du nerf grand occipital lors de la voie d'abord rétro-sigmoïdienne, nous préconisons de réaliser une voie assez latérale, à 1 travers de doigt médialement par rapport à la mastoïde. Cette incision ne doit pas s'étendre trop caudalement pour ne pas se rapprocher du bord latéral du muscle grand oblique, lieu de passage du nerf grand occipital. De plus l'écartement doit être minimal, tout comme pour les autres voies d'abord.

Lors de la réalisation de notre étude anatomique, nous n'avons pas trouvé de risque de lésion du nerf grand occipital lors de la voie d'abord transpétreuse. Celle-ci est suffisamment latérale pour éviter le trajet du nerf, et aucun écartement en direction de ce dernier n'est requis.

Nos résultats sont confirmés de manière clinique par les données de la littérature, où l'on retrouve peu de névralgies post opératoires après abord transpétreux. Ce risque apparait en effet moins fréquent que lors des voies d'abords du groupe postéro-latéral [44,59,60]. Par exemple, une revue de la littérature récente recense 4 études montrant un taux de céphalées post opératoires plus faible chez les patients opérés par voie trans-labyrinthique [68].

En cas de lésion per opératoire du nerf grand occipital, les données de la littérature concernant la préservation ou non de la racine C2 lésée sont très débattues. Si l'on considère uniquement les fonctions nerveuses, elle a pour principal rôle l'innervation sensitive du scalp via le nerf grand occipital, et sa section ne devrait provoquer qu'un déficit sensitif dans le dermatome correspondant. Cette anesthésie occipitale n'affecte pas la qualité de vie des patients opérés. A l'inverse, la préservation de la racine C2 peut s'associer à des névralgies occipitales qui peuvent être invalidantes et affecter la qualité de vie des patients [69,70].

Une revue de la littérature concernant le risque de névralgie occipitale après arthrolyse du rachis cervical haut instrumentée par voie postérieure a été conduite récemment [71]. Les résultats des 2 principales études de cohortes ayant comparé l'effet de la préservation ou non de la racine C2 et de ses conséquences en termes de névralgie occipitale post opératoire sont discordants. Yeom et al ont montré un pourcentage de patients présentant une névralgie occipitale post opératoire significativement plus important dans le groupe ayant subi une section de la racine C2 que dans le groupe où celle-ci a été conservée [72]. Dewan et al ont

montré que la conservation de la racine C2 peut être associée à une névralgie occipitale, avec un impact négatif sur la qualité de vie des patients [69]. Dans tous les cas, la réalisation d'une arthrodèse C1-C2 entraîne une nette diminution des afférences proprioceptives de la région cervicale haute, pouvant modifier le maintien postural de la tête et du cou, et exacerber ou faire céder les douleurs névralgiques.

La plupart des autres études semblent montrer une diminution des névralgies occipitales post opératoires chez les patients ayant bénéficié d'une arthrodèse C1-C2 instrumentée par voie postérieure après section de la racine C2, comparativement à sa préservation [69,70]. De la même manière Hamilton et al retrouvent que la neurectomie de la racine C2 lors d'arthrodèses instrumentées C1-C2 par voie postérieure chez des patients âgés n'affecte pas de manière négative la satisfaction des patients [73]. Les auteurs ne rapportent aucun cas de nouvelle névralgie occipitale post opératoire, et même une amélioration ressentie si une névralgie pré opératoire existait. Une autre étude a même montré un bénéfice à la section du nerf grand occipital chez les patients ayant des céphalées occipitales persistantes après une chirurgie de décompression du nerf grand occipital dans le cadre de ces mêmes douleurs [74]. De ce point de vue, les résultats obtenus par Yeom et al sont discutables, notamment du fait de la non randomisation de cette étude et de la modification du point d'entrée de la vis de l'atlas selon la conservation ou non de la racine C2 [72]. En effet, Lee et al proposent même un point d'entrée plus crânial pour ces vis que lors de la procédure standard afin de limiter le risque de névralgie occipitale post opératoire induite par leur positionnement [75].

Notre étude d'anatomie appliquée aux voies d'abord de la fosse crânienne postérieure apporte des données intéressantes quant au risque de lésion per opératoire du nerf grand occipital. Le fait d'avoir réalisé dans un premier temps une étude d'anatomie descriptive de ce nerf a permis une bonne compréhension de son trajet. Ceci nous a permis d'orienter les paramètres à étudier lors des dissections réalisées pour l'étude d'anatomie appliquée aux voies d'abord. De plus, le fait d'avoir réalisé la plupart des voies d'abord utilisées en pratique courante et d'étudier leurs rapports avec le nerf grand occipital nous paraît être une force méthodologique pour répondre à l'objectif de notre étude.

Ainsi, basés sur notre étude et les données de la littérature, nous proposons des conseils afin de minimiser le risque de lésion per opératoire du nerf grand occipital. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 7.

<b>Voie d'abord</b>	<b>Propositions</b>
Sous occipitale médiane	Placer les écarteurs autostatiques en position sous-périostée Écarter de manière minimale
Sous occipitale latérale	Disséquer le tissu sous cutané de manière prudente Placer les écarteurs autostatiques en position sous-périostée Écarter de manière minimale
Rétrosigmoïdienne	Réaliser une incision la plus latérale possible (selon le sinus) Éviter une incision trop caudale Ecartement minimal
Transpétreuse	Risque très faible

**Tableau 7 : Résumé des précautions à prendre pour minimiser le risque d'atteinte du nerf grand occipital lors des différentes voies d'abord de la fosse crânienne postérieure.**

Nous admettons tout de même plusieurs limites à notre étude. Tout d'abord, il existe de multiples causes dans le développement d'une névralgie occipitale post opératoire, comme par exemple une irritation de branches nerveuses à vocation sensitive en regard de la dure mère occipitale et des sinus veineux [76], une inflammation d'origine neurogène par irritation du nerf trijumeau [57,59], une méningite aseptique liée à la poudre d'os lors de la réalisation du volet osseux [57], des adhérences musculaires avec la dure mère en cas de craniectomie [59,64], des atteintes musculaires lors de l'abord chirurgical [59] ou encore une tension excessive induite par le positionnement per opératoire [59]. Ces différentes causes n'ont pas été prises en compte dans notre travail et peuvent agir comme facteur confondant. De plus, il existe une variabilité inter et intra individuelle dans le trajet du nerf grand occipital. Cette dernière n'a pas fait l'objet d'une attention particulière dans notre étude puisque nous n'avons réalisé qu'une seule fois chaque voie d'abord. De la même manière, nous n'avons pas étudié les variations dynamiques du nerf grand occipital liées au positionnement du patient au bloc opératoire. Notre protocole pour identifier le risque de lésion nerveuse semble rigoureux : la traction a été réalisée dans la direction du nerf, avec une force identique à chaque fois. A l'inverse l'appréciation du risque neurologique nous semble plus approximative, celle-ci ayant été seulement évaluée sur la déformation et l'étirement du nerf. Nous pensons également que cette déformation peut être sur estimée, puisque la dissection du nerf le libère de ses adhérences sous cutanées et musculaires, favorisant ainsi sa mobilité. Enfin, l'absence de possibilité de révéler une atteinte clinique ressentie par le patient (étude réalisée sur cadavres) nous empêche d'estimer la traduction clinique de nos suppositions.

## CONCLUSION

Les « névralgies d'Arnold » post-opératoires sont fréquentes dans les abords de la fosse crânienne postérieure en neurochirurgie. Les douleurs et les troubles posturaux inhérents sont difficiles à traiter, et constituent une plainte fréquente chez les patients.

L'étude anatomique a été réalisée d'une part pour préciser le trajet, les rapports musculaires et vasculaires du nerf grand occipital, d'autre part pour observer comment il peut être lésé ou étiré dans les différentes voies d'abord de la fosse crânienne postérieure.

Les repères de l'incision pour chacune des voies d'abord sont discutés.

Lors de la réalisation de la voie d'abord sous occipitale médiane, le nerf grand occipital peut être lésé de manière indirecte par la mise en place des écarteurs autostatiques. Ce risque peut être diminué en écartant de manière minimale (strict nécessaire pour réaliser le volet osseux) avec des écarteurs placés en position sous périostée.

La voie d'abord sous occipitale latérale est à risque de lésions directes du nerf grand occipital (qui peut croiser le trajet d'incision) ou indirectes. Nous préconisons une dissection prudente du tissu sous cutané lors de l'abord chirurgical ainsi qu'un écartement minimal (strict nécessaire pour réaliser le volet osseux) en plaçant les écarteurs sous le périoste.

Il existe un risque d'atteinte du nerf grand occipital lors de la voie d'abord rétrosigmoïdienne, nettement diminué en réalisant une voie assez latérale, à 1 travers de doigt médialement par rapport à la mastoïde. Cette incision doit être ajustée en hauteur et ne pas s'étendre trop caudalement pour ne pas se rapprocher du bord latéral du muscle grand oblique, lieu de passage du nerf grand occipital. De plus, il est préférable de réaliser un écartement minimal en direction médiale.

Le risque d'atteinte du nerf grand occipital lors des voies d'abord transpétreuses est très faible, et aucune précaution complémentaire n'est à réaliser.

Dans tous les cas, le placement des écarteurs en position sous-périostée est préférable pour éviter lésion directe et étirement.

Enfin, il existe pour toutes les voies d'abord un risque d'étirement du nerf grand occipital lors de l'installation du patient au bloc opératoire. Ces risques sont nettement diminués en évitant des positionnements extrêmes.

## REFERENCES

- [1] Guntz M. Nomenclature anatomique illustrée. Paris: Masson; 1975.
- [2] Pansky B. Embryologie humaine. Paris: Edition Ellipses; 1998.
- [3] Langman J, Sadler TW. Embryologie médicale. 5e ed. Paris: Elsevier Masson; 1994.
- [4] Offiah CE. The craniocervical junction: embryology, anatomy, biomechanics and imaging in blunt trauma 2017:19.
- [5] Arponen H. Changes in cranial base and craniocervical junction during growth in healthy individuals and in patients with Osteogenesis imperfecta :95.
- [6] Thines L, Tatu L, Lemarchand F, editors. Atlas interactif de neuroanatomie clinique. 2nd ed. Issy Les Moulineaux: Elsevier Masson; 2016.
- [7] Taylor JL, McCloskey DI. Proprioception in the neck. *Exp Brain Res.* 1988;70(2):351-60.
- [8] Li Y, Peng B. Pathogenesis, diagnosis, and treatment of cervical vertigo. *Pain Physician.* 2015;18:E583E595.
- [9] Hain TC. Cervicogenic causes of vertigo. *Curr Opin Neurol.* 2015;28:6973.
- [10] Lund S (1980) Postural effects of neck muscle vibration in man. *Experientia* 36:1398.
- [11] Abrahams VC, Falchetto S (1969) Hind leg ataxia of cervical origin and cervico-lumbar interactions with a supratentorial pathway. *J Physiol* 203:435-447.
- [12] Cohen LA (1961) Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination. *J Neuro-physiol* 24:1-11.
- [13] Cohen-Gadol A, Kemp III W, Tubbs Rs. The innervation of the scalp: A comprehensive review including anatomy, pathology, and neurosurgical correlates. *Surg Neurol Int* 2011;2:178.
- [14] McKinney P, Gottlieb J. The relationship of the great auricular nerve to the superficial musculoaponeurotic system. *Ann Plast Surg.* 1985 Apr;14(4):310-4.
- [15] Becser N, Bovim G, Sjaastad O. Extracranial nerves in the posterior part of the head. Anatomic variations and their possible clinical significance. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998 Jul 1;23(13):1435-41.
- [16] Tubbs RS, Salter EG, Wellons JC, Blount JP, Oakes WJ. Landmarks for the identification of the cutaneous nerves of the occiput and nuchal regions: Nerves of Occiput and Nuchal Regions. *Clin Anat* 2007;20:235–8.
- [17] Jeong SM, Park KJ, Kang SH, Shin HW, Kim H, Lee HK, et al. Anatomical Consideration of the Anterior and Lateral Cutaneous Nerves in the Scalp. *J Korean Med Sci* 2010;25:517.

- [18] Sindou M, Mertens P. Posterior Fossa Approaches with Preservation of the Sensory Occipital Nerves: Microsurgical Anatomy and Surgical Implications.
- [19] Hildebrand R. The Cranial Nerves as Living Morphotic Entities Friedrich Arnold's *Icones Nervorum Capitis*, Heidelberg 1834.
- [20] El Sekily NM, Zedan IH. Surgical anatomy of greater occipital nerve and its relation to occipital artery. *Alexandria Journal of Medicine* 2015;51:199–206.
- [21] Bogduk N. The clinical anatomy of the cervical dorsal rami. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1982 Jul-Aug;7(4):319-30.
- [22] Cesmebasi A, Muhleman MA, Hulsberg P, Gielecki J, Matusz P, Tubbs RS, et al. Occipital neuralgia: Anatomic considerations: Occipital Neuralgia. *Clin Anat* 2015;28:101–8.
- [23] Vital JM, Grenier F, Dautheribes M, Baspeyre H, Lavignolle B, Sénégas J. An anatomic and dynamic study of the greater occipital nerve (n. of Arnold): Applications to the treatment of Arnold's neuralgia. *Surg Radiol Anat* 1989;11:205–10.
- [24] Tubbs RS, Watanabe K, Loukas M, Cohen-Gadol AA. The Intramuscular Course of the Greater Occipital Nerve: Novel Findings with Potential Implications for Operative Interventions and Occipital Neuralgia. *Surgical Neurology International* 2014;4.
- [25] Dash KS, Janis JE, Guyuron B. The Lesser and Third Occipital Nerves and Migraine Headaches: Plastic and Reconstructive Surgery 2005;115:1752–8..
- [26] Ducic I, Moriarty M, Al-Attar A. Anatomical Variations of the Occipital Nerves: Implications for the Treatment of Chronic Headaches: Plastic and Reconstructive Surgery 2009;123:859–63.
- [27] Bovim G, Bonamico L, Fredriksen TA, Lindboe CF, Stolt-Nielsen A, Sjaastad O. Topographic variations in the peripheral course of the greater occipital nerve. Autopsy study with clinical correlations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991 Apr;16(4):475-8.
- [28] Janis JE, Hatf DA, Ducic I, Reece EM, Hamawy AH, Becker S, et al. The Anatomy of the Greater Occipital Nerve: Part II. Compression Point Topography: Plastic and Reconstructive Surgery 2010;126:1563–72.
- [29] Mosser SW, Guyuron B, Janis JE, Rohrich RJ. The Anatomy of the Greater Occipital Nerve: Implications for the Etiology of Migraine Headaches: Plastic and Reconstructive Surgery 2004;113:693–7.
- [30] Won H-J, Ji H-J, Song JK, Kim Y-D, Won H-S. Topographical study of the trapezius muscle, greater occipital nerve, and occipital artery for facilitating blockade of the greater occipital nerve. *PLoS ONE* 2018;13:e0202448.
- [31] Fukuda H, Evins AI, Burrell JC, Stieg PE, Bernardo A. A Safe and Effective Technique for Harvesting the Occipital Artery for Posterior Fossa Bypass Surgery: A Cadaveric Study. *World Neurosurgery* 2014;82:e459–65.

- [32] Janis JE, Hatef DA, Reece EM, McCluskey PD, Schaub TA, Guyuron B. Neurovascular Compression of the Greater Occipital Nerve: Implications for Migraine Headaches: Plastic and Reconstructive Surgery 2010;126:1996–2001.
- [33] De Araújo Lucas G, Laudanna A, Chopard RP, Raffaelli E. Anatomy of the lesser occipital nerve in relation to cervicogenic headache: Cervicogenic Headache. Clin Anat 1994;7:90–6.
- [34] Lee M, Brown M, Chepla K, Okada H, Gatherwright J, Totonchi A, et al. An Anatomical Study of the Lesser Occipital Nerve and Its Potential Compression Points: Implications for Surgical Treatment of Migraine Headaches. Plastic and Reconstructive Surgery 2013;132:1551–6.
- [35] Tubbs RS, Fries FN, Kulwin C, Mortazavi MM, Loukas M, Cohen-Gadol AA. Modified skin incision for avoiding the lesser occipital nerve and occipital artery during retrosigmoid craniotomy: potential applications for enhancing operative working distance and angles while minimizing the risk of postoperative neuralgias and intraoperative hemorrhage. Journal of Clinical Neuroscience 2016;32:83–7.
- [36] Sirasanagandla SR. An anatomical Variation of the Lesser Occipital Nerve in the “Carefree part” of the Posterior Triangle. JCDR 2014.
- [37] Madhavi C, Holla SJ. Triplication of the lesser occipital nerve. Clin Anat 2004;17:667–71.
- [38] Tubbs RS, Mortazavi MM, Loukas M, D’Antoni AV, Shoja MM, Chern JJ, et al. Anatomical study of the third occipital nerve and its potential role in occipital headache/neck pain following midline dissections of the craniocervical junction: Laboratory investigation. SPI 2011;15:71–5.
- [39] Giliberto G, Lanzino DJ, Diehn FE, Factor D, Flemming KD, Lanzino G. Brainstem cavernous malformations: anatomical, clinical, and surgical considerations. FOC 2010;29:E9.
- [40] Salcman M., Heros R.C., Laws E.R., Sonntag V.K.H. (2004) Suboccipital Craniectomy: Retromastoid Approach for Acoustic Schwannoma. In: Kempe’s Operative Neurosurgery. Springer, New York, NY.
- [41] Mooij JJA. How to Perform Posterior Fossa Approaches. In: Sindou M, editor. Practical Handbook of Neurosurgery, Vienna: Springer Vienna; 2009, p. 213–31.
- [42] Ammirati M, Bernardo A, Musumeci A, Bricolo A. Comparison of different infratentorial—supracerebellar approaches to the posterior and middle incisural space: a cadaveric study. Journal of Neurosurgery 2002;97:922–8.
- [43] Kemp WJ, Cohen-Gadol AA. A review of skin incisions and scalp flaps for the retromastoid approach and description of an alternative technique. Surg Neurol Int 12-Oct-2011;2:143.

- [44] Bennett M, Haynes DS. Surgical Approaches and Complications in the Removal of Vestibular Schwannomas. *Otolaryngologic Clinics of North America* 2007;40:589–609.
- [45] Miller CG, van Loveren HR, Keller JT, Pensak M, el-Kalliny M, Tew JM Jr. Transpetrosal approach: surgical anatomy and technique. *Neurosurgery*. 1993 Sep;33(3):461-9.
- [46] Horgan MA, Anderson GJ, Kellogg JX, Schwartz MS, Spektor S, McMenemy SO, Delashaw JB. Classification and quantification of the petrosal approach to the petroclival region. *J Neurosurg*. 2000 Jul;93(1):108-12.
- [47] House WF, Hitselberger WE. The transcochlear approach to the skull base. *Arch Otolaryngol*. 1976 Jun;102(6):334-42.
- [48] Headache Classification Subcommittee of the International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders: 2nd edition. *Cephalalgia* 2004;24 Suppl 1:9-160.
- [49] Headache Classification Committee of the International Headache Society (HIS). 2013. The International classification of headache disorders, 3rd Ed (beta version). *Cephalalgia* 33:629–808.
- [50] Zhu et al. Cervicogenic dizziness successfully treated with upper cervical medial branch nerve radiofrequency ablation: a case report, *A & A Practice*: March 15, 2018 - Volume 10 - Issue 6 - p 150-153.
- [51] Baron EP, Cherian N, Tepper SJ. Role of greater occipital nerve blocks and trigger point injections for patients with dizziness and headache. *Neurologist*. 2011;17:312317.
- [52] Gray LP. Extra labyrinthine vertigo due to cervical muscle lesions. *J Laryngol Otol*. 1956 Jun;70(6):352-61.
- [53] Cohen D.B., Oh M.Y., Whiting D.M. (2009) Occipital Neuralgia. In: Lozano A.M., Gildenberg P.L., Tasker R.R. (eds) *Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [54] Ducic I, Felder III JM, Endara M. Postoperative Headache Following Acoustic Neuroma Resection: Occipital Nerve Injuries Are Associated With a Treatable Occipital Neuralgia. *Headache: The Journal of Head and Face Pain* 2012;52:1136–45.
- [55] Di Stani, F, Piovesan, EJ, Scattoni, L. Occipital neuroma triggered cluster headache responding to greater occipital nerve blockade. *Arq Neuropsiquiatr* 2008; 66: 74–76.
- [56] Schankin C, Gall C, Straube A. Headache Syndromes After Acoustic Neuroma Surgery and Their Implications for Quality of Life. *Cephalalgia* 2009;29:760–71.
- [57] Garzon-Muvdi T, Jackson C, See AP, Woodworth GF, Tamargo RJ. Preservation of the greater occipital nerve during suboccipital craniectomy results in a paradoxical increase in postoperative headaches. *Neurosurgery*. 2015 Apr;76(4):435-40.

- [58] Zabaglo M, Dreyer MA. Neuroma. [Updated 2020 Aug 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan.
- [59] Levo H, Blomstedt G, Hirvonen T, Pyykko I. Causes of persistent postoperative headache after surgery for vestibular schwannoma. *Clin Otolaryngol* 2001;26:401–6.
- [60] Ryzenman JM, Pensak ML, Tew JM. Headache: A Quality of Life Analysis in a Cohort of 1,657 Patients Undergoing Acoustic Neuroma Surgery, Results from the Acoustic Neuroma Association. *The Laryngoscope* 2005;115:703–11.
- [61] Vadivelu S, Bolognese P, Milhorat TH, Mogilner AY. Occipital Nerve Stimulation for Refractory Headache in the Chiari Malformation Population. *Neurosurgery* 2012;70:1430–7.
- [62] McGirt MJ, Attenello FJ, Atiba A, Garces-Ambrossi G, Dato G, Weingart JD, et al. Symptom recurrence after suboccipital decompression for pediatric Chiari I malformation: analysis of 256 consecutive cases. *Childs Nerv Syst* 2008;24:1333–9.
- [63] Grangeon L, Puy L, Gilard V, Hebant B, Langlois O, Derrey S, et al. Predictive Factors of Headache Resolution After Chiari Type 1 Malformation Surgery. *World Neurosurgery* 2018;110:e60–6.
- [64] Schessel DA, Nedzelski JM, Rowed D, Feghali JG. Pain after Surgery for Acoustic Neuroma. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;107:424–9.
- [65] Schessel DA, Rowed DW, Nedzelski JM, Feghali JG. Postoperative pain following excision of acoustic neuroma by the suboccipital approach: observations on possible cause and potential amelioration. *Am J Otol.* 1993 Sep;14(5):491-4.
- [66] Aihara N, Yamada H, Takahashi M, Inagaki A, Murakami S, Mase M. Postoperative Headache after Undergoing Acoustic Neuroma Surgery via the Retrosigmoid Approach. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 2017;57:634–40.
- [67] Silverman DA, Lee JH. Technical Modifications of Suboccipital Craniectomy for Prevention of Postoperative Headache. *SKULL BASE* 2004;14:8.
- [68] Pogoda L, Nijdam JS, Smeeing DPJ, Voormolen EHJ, Ziylan F, Thomeer HGXM. Postoperative headache after surgical treatment of cerebellopontine angle tumors: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021 92(1):103-07.
- [69] Dewan MC, Godil SS, Mendenhall SK, Devin CJ, McGirt MJ. C2 Nerve Root Transection During C1 Lateral Mass Screw Fixation: Does It Affect Functionality and Quality of Life?.
- [70] Elliott RE, Kang MM, Smith ML, Frempong-Boadu A. C2 nerve root sectioning in posterior atlantoaxial instrumented fusions: a structured review of literature. *World Neurosurgery* 2012; 78(6): 697-708.
- [71] Guan Q, Xing F, Long Y, Xiang Z. Postoperative occipital neuralgia in posterior upper cervical spine surgery: a systematic review. *Neurosurg Rev* 2018;41:779–85.

- [72] Yeom JS, Buchowski JM, Kim H-J, Chang B-S, Lee C-K, Riew KD. Postoperative occipital neuralgia with and without C2 nerve root transection during atlantoaxial screw fixation: a post-hoc comparative outcome study of prospectively collected data. *The Spine Journal* 2013;13:786–95.
- [73] Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, Dumont AS, Shaffrey CI. C-2 neurectomy during atlantoaxial instrumented fusion in the elderly: patient satisfaction and surgical outcome: Clinical article. *SPI* 2011;15:3–8.
- [74] Ducic I, Felder JM, Khan N, Youn S. Greater Occipital Nerve Excision for Occipital Neuralgia Refractory to Nerve Decompression: *Annals of Plastic Surgery* 2014;72:184–7.
- [75] Lee S-H. Modified C1 lateral mass screw insertion using a high entry point to avoid postoperative occipital neuralgia. *Journal of Clinical Neuroscience* 2013:6.
- [76] Keller J.T., Saunders M.C., Beduk A. et al. (1985) Innervation of the posterior fossa dura of the cat. *Brain Res. Bull.* 14, 97–102.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Hippocrate – IV<sup>ème</sup> siècle av JC.

## RESUME DE LA THESE EN FRANÇAIS

**Objectif :** Du fait de sa localisation superficielle dans la région crânio-cervicale dorsale, le nerf grand occipital (NGO) peut être lésé lors d'interventions neurochirurgicales, entraînant une importante morbidité postopératoire. L'objectif de ce travail est de préciser le trajet du NGO et les moyens d'éviter ses lésions lors de la réalisation d'abords chirurgicaux de la fosse crânienne postérieure.

**Méthodes :** Cette étude a été réalisée au département d'anatomie de l'Université de Bordeaux. 5 corps ont été disséqués pour étudier le trajet du NGO. 4 autres corps ont été utilisés pour réaliser différentes voies d'abord de la fosse crânienne postérieure (abord sous-occipital médian, abord sous-occipital paramédian, abord rétrosgmoïde et abord transpétreux), et évaluer le risque de lésion per opératoire du NGO.

**Résultats :** Le NGO contourne le muscle grand oblique (100%), croise le demi-épineux de la tête (100%) et le trapèze (75%) ou son aponévrose (25%). Des lésions directes du NGO peuvent être observées lors de la réalisation d'un abord sous occipital paramédian. Des lésions indirectes par étirement du nerf peuvent se produire lors des voies d'abord sous occipitales médianes et paramédianes. Nous n'avons trouvé aucun risque de lésion directe ou indirecte du NGO dans les abords rétrosgmoïdiens ou transpétreux.

**Conclusion :** Notre étude fournit des données intéressantes concernant le risque de lésion du NGO lors de la réalisation de voies d'abord de la fosse crânienne postérieure. Les lésions directes du NGO dans les abords sous occipitaux médians peuvent être évitées par une dissection soigneuse. Placer les écarteurs en contact du périoste et effectuer une rétraction minimale permet d'éviter un étirement excessif du NGO dans les abords sous occipitaux médians et paramédians. L'incision cutanée préconisée pour les abords rétrosgmoïdiens doit être aussi latérale et crâniale que possible. Enfin, éviter un positionnement extrême du patient réduit le risque per opératoire d'étirement du NGO.

## RESUMÉ DE LA THÈSE EN ANGLAIS

**Title:** Anatomy of the Greater Occipital Nerve: Implications in posterior fossa approaches.

**Purpose:** Because of its superficial location in the dorsal regions of the scalp, the greater occipital nerve (GON) can be injured during neurosurgical procedures, resulting in post-operative morbidity. The aim of this work is to specify the course of the GON and how its injuries can be avoided while performing posterior fossa approaches.

**Methods:** This study was carried out at the department of anatomy in Bordeaux University. 5 specimens were dissected to study the GON course. 4 others specimens were used to perform posterior fossa approaches (midline suboccipital approach, paramedian suboccipital approach, retrosigmoid approach and petrosal approach), with an assessment of potential injuries to the GON.

**Results:** The GON runs around the obliquus capitis inferior (100%), crosses the semispinalis capitis (100%) and the trapezius (75%) or its aponeurosis (25%). Direct GON injuries were observed in paramedian suboccipital approaches. Indirect GON injuries due its stretching can occur in midline suboccipital and paramedian suboccipital approaches. We did not find any evidence of direct or indirect GON injury in retrosigmoid or petrosal approaches.

**Conclusion:** Our study provides interesting data regarding the risk GON injury in posterior fossa approaches. Direct GON injuries in paramedian suboccipital approaches can be avoided with careful dissection. Placing retractors in contact with the periosteum and performing a minimal retraction may help to avoid excessive GON stretching in midline suboccipital and paramedian suboccipital approaches. Furthermore, incision for retrosigmoid approaches should be as lateral as possible and not too caudal. Finally, avoiding extreme patient positioning might reduce the risk of per operative GON stretching.

**MOTS-CLÉS :** Nerf grand occipital; Abords de la fosse crânienne postérieure; Névralgie occipitale; Douleur post opératoire; Techniques chirurgicales; Anatomie

**DISCIPLINE :** Neurochirurgie

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UNITÉ :** Laboratoire d'Anatomie de l'université de Bordeaux - 146 rue Léo Saignat - 33076 BORDEAUX