

IMAGERIE MÉDICALE

DIRIGÉE PAR **HENRI NAHUM**

FRANCIS VEILLON

avec Jan W. Casselman, Philippe Meriot, Sophie Cahen-Riehm, Henri Sick

IMAGERIE DE

l'oreille et de l'os temporal

ANATOMIE ET IMAGERIE NORMALES



Médecine Sciences
Publications

Lavoisier

Imagerie de l'oreille et de l'os temporal

Anatomie et imagerie normales

Dans la collection « Imagerie médicale » sous la direction d'Henri Nahum

Imagerie de l'abdomen, par V. Vilgrain et D. Régent
Imagerie de la thyroïde et des parathyroïdes, par J. Tramalloni
Imagerie du cœur et des artères coronaires, par O. Vignaux
Imagerie pédiatrique et fœtale, par C. Adamsbaum
Imagerie thoracique de l'adulte, par Ph. Grenier
Imagerie de l'appareil génito-urinaire, par O. Hélénon
Imagerie du système nerveux : l'encéphale, par Cl. Marsault, F. Le Bras et A. Gaston
Imagerie de la prostate, par F. Cornud, X. Belin et G. Fromont
Imagerie du SIDA, par H. Nahum
Imagerie et urgences, par J.-M. Bruel et F.-M. Lopez
Imagerie de l'appareil digestif opéré, par M. Zins et A. Sauvanet

Dans d'autres collections

Traité d'imagerie médicale, par H. Nahum
Imagerie nasosinusienne, par J.-J. Braun et S. Riehm
Pratique de l'endoscopie interventionnelle, par G. Tytgat, M. Classen, J.D. Waye et S. Nakazawa
Atlas d'anatomie échographique, par W. Swobodnik, J.E. Altwein, M. Herrmann et R.F. Basting
Atlas de corrélations anatomiques en TDM et IRM, par P. Gerhardt et W. Frommhold
Le livre de l'interne ORL, par Pierre Bonfils

Principes de médecine interne Harrison, par D.L. Longo, A.S. Fauci, D.L. Kasper, S.L. Hauser, J.L. Jameson et J. Loscalzo
Traité de médecine, par P. Godeau, S. Herson et J.-Ch. Piette
La Petite Encyclopédie médicale Hamburger, par M. Leporrier
Guide du bon usage du médicament, par G. Bouvenot et C. Caulin
Le Flammarion médical, par M. Leporrier
Dictionnaire français-anglais/anglais-français des termes médicaux et biologiques et des médicaments, par G.S. Hill
L'anglais médical : spoken and written medical english, par C. Coudé et X.-F. Coudé

Francis Veillon

avec

**Jan W. Casselman, Philippe Meriot,
Sophie Cahen-Riehm et Henri Sick**

Imagerie de l'oreille et de l'os temporal

Anatomie et imagerie normales

Préface du Professeur Minerva BECKER

Médecine Sciences
Publications

www.editions.lavoisier.fr

Imagerie de l'oreille et de l'os temporal :

- 1. Anatomie et imagerie normales
- 2. Inflammation
- 3. Traumatologie, urgences, otospongiose
- 4. Tumeurs, nerf facial
- 5. Pédiatrie
- 6. Symptômes, innovations techniques

Les illustrations ont été réalisées par Vicky Jade HARMSWORTH.

Direction éditoriale : Emmanuel Leclerc

Édition : Béatrice Brottier

Fabrication : Estelle Perez

Couverture : Isabelle Godenèche

Composition : Nord Compo, Villeneuve-d'Ascq

Impression et façonnage : SEPEC, Peronnas

*À la femme que j'aime, pour son actif soutien année après année dans le calme
et la sérénité, sans elle tout aurait été beaucoup plus difficile !*

À mes enfants, Virginie, Matthieu, Fanny, dont je suis si fier !

*À toute ma famille, en particulier mes chers parents, je leur dédie ces livres
et ce qu'ils représentent pour moi !*

Liste des collaborateurs

ABU EID Maher, Praticien hospitalier service de Radiologie 2, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

ANXIONNAT René, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service de Neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, Hôpital central, CHU, Nancy.

BRACARD Serge, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service de Neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, Hôpital central, CHU, Nancy.

BRAUN Marc, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, département d'Anatomie, service de Neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, Hôpital central, CHU, Nancy.

CAHEN-RIEHM Sophie, Praticien hospitalier, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

CASSELMAN Jan W., Professeur d'Imagerie médicale, service de Radiologie et d'Imagerie médicale, AZ St-Jan, Bruges (Belgique).

CONRAUX Claude, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service d'ORL et de Chirurgie cervicofaciale, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

DELON Chantal, Chercheur Inserm, institut des Neurosciences, Grenoble.

DERELLE Anne-Laure, Praticien hospitalier, service de Neuroradiologie, Hôpital central, CHU, Nancy.

GAULT Nicolas, Radiologue, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

GENTINE André, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service d'ORL et de Chirurgie cervicofaciale, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

KOCH Guillaume, Assistant hospitalo-universitaire, service de Radiologie et d'Imagerie médicale, hôpital de la Cavale blanche, CHU, Brest.

KREMER Stéphane, Maître de conférences des Universités, Praticien hospitalier, service de Radiologie 2, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

MAIA SAFRONOVA Marta, Doctorante, service de Radiologie, cliniques universitaires Saint-Luc, Bruxelles (Belgique).

MATERN Jean-François, Chef de clinique-Assistant, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

MERIoT Philippe, Praticien hospitalier, service de Radiologie et d'Imagerie médicale, hôpital de la Cavale blanche, CHU, Brest.

NAMER Izzie, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service de Médecine nucléaire, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

NICOLAS-ONG Caroline, Radiologue, département d'Imagerie médicale, institut Claudius-Regaud, Toulouse.

PICARD Luc, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, département de Neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, Hôpital central, CHU, Nancy.

RAMOS Delcia, Radiologue, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

RAMOS Luciana, Radiologue, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

ROLAND Jacques, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, département de Neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, Hôpital central, CHU, Nancy.

SICK Henri, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, institut d'Anatomie normale, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

VEILLON Francis, Professeur des Universités, Praticien hospitalier, service de Radiologie 1, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

VETTER Daniel, Cadre de santé, unité d'IRM, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

ZORN Pierre-Emmanuel, Manipulateur radio, service de Radiologie, hôpitaux universitaires de Strasbourg.

Déclaration de conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt en lien avec les textes publiés dans ce volume.

Sommaire

Liste des collaborateurs	VII
Éditorial (H. NAHUM)	XI
Préface (M. BECKER)	XIII
Avant-propos (F. VEILLON)	XV

■ ANATOMIE ■

Chapitre 1 Histoire de l'anatomie de l'oreille (C. CONRAUX)	3
Chapitre 2 Anatomie de l'os temporal (F. VEILLON, H. SICK et A. GENTINE)	10
Écaille (partie squameuse)	10
Partie verticale de l'écaille	10
Partie horizontale de l'écaille	10
Partie rétroméatique	11
Os tympanal (partie tympanique)	12
Rocher (partie pétreuse)	12
Faces du rocher	12
Cavités du rocher	14
Labyrinthe membraneux	30
Partie auditive	30
Partie vestibulaire	31

■ IMAGERIE NORMALE ■

Chapitre 3 Imagerie de l'oreille normale adulte (F. VEILLON, H. SICK, A. GENTINE, M. ABU EID, L. RAMOS, D. RAMOS, N. GAULT, J.-F. MATERN)	39
Approche générale de l'imagerie normale	39
Matériel et méthode	39
Imagerie normale intégrée	39
Écaille du temporal	39
Os tympanal	40
Rocher	41

Conduit auditif externe	48
Cavité tympanique	48
Marteau	55
Enclume	56
Étrier	56
Muscle tenseur du tympan (muscle du marteau)	62
Muscle de l'étrier	70
Fenêtre ronde (fenêtre cochléaire)	70
Fenêtre ovale	72
Oreille interne osseuse	72
Labyrinthe membraneux et vestibule normal	99
Nerfs du conduit auditif interne et de l'oreille interne	133
Canal de Jacobson	150
Nerf caroticotympanique	152
Canal du grand nerf pétreux	154
Nerf petit pétreux	154
Nerf pétreux profond	157
Corde du tympan	157
Trompe auditive ou d'Eustache	163
Canal carotidien	163
Canal pétromastoidien	163
Canaux anastomotiques entre nerf facial et nerfs pneumogastrique et glossopharyngien	163
Techniques d'examen et résultats	174
Techniques d'examen tomodensitométrique	174
Exemples de séquences en fonction des pathologies par cavité	195

Chapitre 4 Reconstructions multiplanaires de la chaîne ossiculaire en tomodensitométrie (Ph. MERIOT)	201
Reconstruire la chaîne ossiculaire avec les logiciels MPR	201
Protocole d'acquisition de l'examen tomodensitométrique	201
Reconstructions multiplanaires de la chaîne	201
Autres reconstructions	211
Conclusion	211

Chapitre 5 **Anatomie des fissures de l'os temporal**

(G. KOCH, Ph. MERIOT et F. VEILLON)	213
Définitions et sémantique	213
Fissures entre les différents constituants	
de l'os temporal	213
<i>Fissures tympanosquameuses</i>	214
<i>Fissures tympanopétreuses</i>	218
<i>Fissures pétrosquameuses</i>	222

Chapitre 6 **Imagerie des voies auditives et vestibulaires**

(J.W. CASSELMAN et M. MAIA SAFRONOVA)	227
Voies auditives	227
<i>Organes sensoriels</i>	227
<i>Voies auditives ascendantes</i>	227
<i>Voies auditives descendantes</i>	231
Voies vestibulaires	232
<i>Organes neurosensoriels</i>	232
<i>Fibres vestibulaires primaires</i>	233
<i>Noyaux vestibulaires efférents</i>	234
<i>Voies vestibulaires descendantes</i>	234

Chapitre 7 **IRM fonctionnelle des voies auditives**

(C. NICOLAS-ONG, C. DELON, I. NAMER et S. KREMER)	239
Principes de base de l'IRM fonctionnelle	
en contraste BOLD	239
<i>Signal BOLD</i>	239
<i>Séquences</i>	239
<i>Paradigmes expérimentaux</i>	240
Organisation anatomique du système auditif central ..	240
<i>Voies auditives</i>	240
<i>Cortex auditif</i>	240
Exploration de l'audition en IRM fonctionnelle :	
limites et solutions	242
<i>Bruit</i>	242
<i>Atténuation du bruit de l'imageur</i>	242
<i>Séquences silencieuses</i>	242
<i>Séparation du stimulus sonore</i>	
<i>et du bruit de l'imageur</i>	242
Applications cliniques de l'IRM fonctionnelle	
de l'audition	243
<i>Implantation cochléaire</i>	243
<i>Bilan préchirurgical</i>	243
<i>Coma végétatif</i>	243
<i>Schizophrénie</i>	243
<i>Acouphènes</i>	243
Conclusion	243

Chapitre 8 **Vascularisation du rocher et principaux**

rapports vasculaires (M. BRAUN, R. ANXIONNAT, A.-L. DERELLE, J. ROLAND, L. PICARD et S. BRACARD)	246
Vascularisation de l'oreille externe	246
<i>Vascularisation du pavillon de l'oreille</i>	246
<i>Vascularisation du méat acoustique externe</i>	
<i>ou conduit auditif externe</i>	246
Vascularisation de l'oreille moyenne	247
<i>Réseau artériel sous-muqueux de la caisse</i>	
<i>du tympan</i>	247
<i>Branches du système carotidien interne</i>	247
<i>Branches du système carotidien externe</i>	247
<i>Branches du système vertébrobasilaire</i>	249
Vascularisation de l'oreille interne	249
<i>Origine</i>	249
<i>Répartition</i>	249
Arche artérielle du nerf facial	250
Rapports vasculaires de l'os temporal	250
<i>Sinus veineux et veines superficielles</i>	
<i>de l'encéphale et du cervelet</i>	251
<i>Orifices de l'étage postérieur</i>	
<i>de la base du crâne</i>	252

Chapitre 9 **Imagerie des variantes anatomiques**

du normal (F. VEILLON et S. CAHEN-RIEHM)	255
---	-----

Chapitre 10 **Artefacts en IRM du rocher : causes et**

remèdes (D. VETTER et P.-E. ZORN)	326
Généralités	326
Rappels concernant le codage spatial	326
Artefacts liés au patient	328
<i>Artefacts de mouvement</i>	328
<i>Artefacts liés aux phénomènes de flux</i>	329
Artefacts liés à la technique	330
<i>Artefact de repliement</i>	330
<i>Artefact de susceptibilité magnétique</i>	334
<i>Artefact de déplacement chimique</i>	335
<i>Artefacts liés aux antennes</i>	337
Artefacts liés à une source externe	338
<i>Artefacts métalliques</i>	338
Conclusion	339

Liste des principales abréviations	A-1
---	-----

Index	I-1
--------------------	-----

Éditorial

La collection « Imagerie médicale » aura bientôt vingt-cinq ans. Sans complaisance et sans fausse modestie, on peut porter un regard sur ce quart de siècle. Les ouvrages se sont adaptés à la véritable révolution accomplie par l'imagerie médicale ; de précis destinés à définir des arbres de décision, ils sont devenus de véritables sommes couvrant tous les domaines de la pathologie ; ils ont su rester fidèles à cette radiologie clinique, défendue depuis plusieurs décennies par ceux qui se veulent médecins-radiologues et pas seulement techniciens.

Le succès des ouvrages de la collection ne se dément pas ; plusieurs d'entre eux ont été réédités. Ils ont su maintenir l'édition radiologique française face à la concurrence de l'excellence américaine.

La qualité des ouvrages doit beaucoup à la collaboration étroite avec l'équipe de Flammarion Médecine-Sciences dirigée avec la compétence et l'exigence que l'on sait par Madame le Docteur Andrée Piekarski. Il n'est pas possible de citer tous les membres de cette équipe grâce auxquels la collection a su s'adapter aux progrès croissants de l'édition radiologique ; je ne saurais pourtant oublier Évelyne Magne dont le professionnalisme et la disponibilité sont au-dessus de tout éloge.

Une page nouvelle s'ouvre puisque Lavoisier a pris le relais de Flammarion. La motivation d'Emmanuel Leclerc, la compétence de Béatrice Brottier, la disponibilité de Françoise Antoine sont gages de succès. Qualité médicale et perfection éditoriale se maintiendront et s'amélioreront.

Henri NAHUM

Préface

On ne fait jamais attention à ce qui a été fait ; on ne voit que ce qui reste à faire.
Marie Curie (1867-1934)

L'imagerie de la sphère ORL se trouve parmi les disciplines de la radiologie qui ont profité pleinement des progrès spectaculaires récents de la tomodensitométrie multibarrettes et de la résonance magnétique. Depuis vingt ans, ce domaine fascinant a évolué d'une niche pour quelques passionnés vers une sous-spécialité reconnue, représentée par de nombreuses sociétés scientifiques nationales et internationales et par un diplôme reconnu à l'échelle européenne.

Les progrès technologiques qui ont eu lieu dernièrement ont permis d'étudier les structures de l'oreille interne et moyenne dans leurs plus fins détails. L'abondance de l'information anatomique visible sur ces images d'une qualité époustouflante et la richesse des pathologies visualisées demandent des connaissances particulières ainsi qu'une formation de pointe pour leur interprétation correcte.

Ce livre est le résumé du travail de toute une équipe d'experts internationaux sous l'égide de Francis Veillon et de radiologues passionnés qui ont contribué au développement de l'imagerie moderne du rocher pendant ces vingt dernières années. Dans cet ouvrage, Francis Veillon a brillamment réussi à mettre à jour nos connaissances sur la pathologie de l'oreille à partir d'une minutieuse confrontation radio-chirurgicale et radio-anatomo-pathologique. La qualité et la richesse de ses recherches sur les diverses pathologies de l'os temporal, telles que les malformations congénitales, les pathologies traumatiques, inflammatoires et tumorales, lui ont valu de nombreux prix et récompenses scientifiques. Ses grandes qualités humaines, son amabilité, sa capacité infatigable de travail et son esprit toujours ouvert aux nouveautés en imagerie médicale ont fait de Francis Veillon un brillant représentant de la radiologie de la tête et du cou. Ce sont les fruits de sa longue expérience professionnelle et de son exceptionnel enthousiasme d'enseignant que Francis Veillon a choisi de partager avec nous. À travers les presque deux mille pages superbement illustrées, ce livre offre une approche didactique unique à ce domaine fascinant de la radiologie.

Professeur Minerva BECKER
Médecin adjoint responsable de l'unité de Radiologie ORL et maxillofaciale
Service de Radiologie
Hôpitaux universitaires de Genève

Avant-propos

Cet ouvrage est le fruit de l'amitié, de l'enthousiasme et d'une passion pour l'imagerie en ORL.

Il reflète la chance d'avoir pu coopérer pendant de nombreuses années avec l'équipe de l'école ORL du CHU de Strasbourg sous la direction de Claude CONRAUX avec André GENTINE, Jean-Luc STIERLE, Christian DEBRY, Dominique ROHMER. Cette étroite collaboration s'est pérennisée avec la génération suivante par Patrick HEMAR, Philippe SCHULTZ et Anne CHARPIOT. Tous ont perçu avec l'ouverture d'esprit, le discernement et le dynamisme qui les caractérisent l'importance de l'imagerie de la tête et du cou, particulièrement en otologie. Ils ont été et sont des enseignants hors pairs qui nous ont énormément appris.

Ce travail s'est aussi fondé sur l'expérience acquise avec mes maîtres hors du commun : Pierre BOURJAT, Jacqueline VIGNAUD, Pierre RABISCHONG, Paul VAN WAES, Barbara CARTER, sous le regard bienveillant de mes maîtres au quotidien : Pierre BLOCH et Jean TONGIO, qui m'ont non seulement fait bénéficier de leurs compétences mais m'ont aussi assuré de leur soutien.

J'ai partagé cette passion d'enseigner, d'acquérir puis de transmettre le savoir avec mon compagnon de route Jan CASSELMAN qui, par son énergie communicative, sa vivacité d'esprit au service de l'imagerie en ORL, est devenu l'un des tous premiers acteurs de notre communauté internationale radiologique.

Les exceptionnelles coupes histologiques de l'os temporal qui illustrent le premier volume ont été effectuées sous la direction de mon maître Henri SICK à qui je dois non seulement l'opportunité de m'avoir guidé sur les chemins de la connaissance de la base du crâne, mais aussi de m'avoir enseigné la rigueur de l'approche scientifique dans l'humilité. Je n'oublierai jamais toutes ces années passées à ses côtés à analyser au microscope les plus fines structures anatomiques normales du rocher à l'origine d'un grand nombre de travaux en pathologie.

J'ai également été très heureux d'échanger nos résultats de recherche avec mon ami Philippe MERIOT qui s'est tant impliqué dans l'exploration morphologique de l'oreille.

Le concours de Sophie CAHEN-RIEHM a été déterminant. Depuis de nombreuses années, nous partageons quotidiennement une curiosité et un intérêt non démentis pour l'imagerie de la tête et du cou.

Vicky-Jade HARMSWORTH est à l'origine d'extraordinaires illustrations qu'elle a réalisées avec une maîtrise et une intelligence dont les qualités pédagogiques m'ont impressionné dès les premiers chapitres.

Michèle UTZ a assumé la difficile tâche de mettre en place les légendes de plus de 6 000 images. Jour après jour, pendant des années, elle a mis en forme l'essentiel du manuscrit avec l'acuité intellectuelle et la rigueur qu'on lui connaît. L'aboutissement de cette véritable entreprise lui doit beaucoup.

Elle a été soutenue par toute une équipe : Isabelle KLUGHERTZ, Monique HOLTERBACH, Sonia LIENHART, Sylvine DIVOUX, Michèle PAULEN, Valérie KOENIG, Michèle PETER, Véronique BRICOUT, Marie-Christine LEROUX, Céline CONSTANTIN, Suzanne SIEFFERT, Emmanuelle GRAFF, Virginie BAEHL, Patricia BERSUDER et Colette SCHANN.

Henri NAHUM nous a rassurés par la précision de ses corrections, la justesse de ses remarques, l'intelligence de ses analyses.

Minerva BECKER, leader en imagerie de la tête et du cou et modèle de rigueur pour la jeune génération, a bien voulu assurer la préface de cet ouvrage. Je lui adresse tous mes remerciements.

Emmanuel LECLERC, Françoise ANTOINE, Béatrice BROTTIER et tout le staff technique des Éditions Lavoisier ont finalisé avec une extrême précision et un très grand professionnalisme le manuscrit qu'ils se sont véritablement approprié en appréciant parfaitement l'énergie qui nous avait animés pendant toutes ces années de travail.

L'excellente qualité de l'impression est due au travail minutieux des équipes de Nord Compo et de SEPEC.

Derrière l'achèvement de ces six volumes, il y a le quotidien, la réalisation des scanners et des IRM par l'une des meilleures équipes d'Europe avec en plus la gestion des dossiers et leur archivage dans une ambiance où règne un véritable esprit de corps qui rassemble radiologues : Marie-Noëlle ROEDLICH, Michel GREGET, Jeanne CHARTON, Pierre RUH, Marie-Françoise BRETZ-GRENIER, Julien DUSSAIX, Jérôme HECK, Julie LECHNER-GOYAUULT, Gilles GOYAUULT, Iulian ENESCU, Caroline NICOLAS-ONG, Jean-François MATERN, Laure FOESSEL et techniciens. Le moment est venu de les remercier.

Le CHU de Strasbourg se singularise par la qualité du dialogue entre médecins et décideurs de l'administration. Le pôle d'imagerie sous la responsabilité de mon ami Afshin GANGI a depuis des années été écouté avec attention par notre direction dont le souci premier, malgré une conjoncture difficile, a toujours été d'obtenir une qualité de soins optimale avec le meilleur matériel possible. Les projets de notre établissement s'inscrivent dans cette dialectique.

Un tel travail est facilité par l'atmosphère propice à la recherche et à l'enseignement de notre université et en particulier de notre Faculté de Médecine qui, depuis plusieurs années, est un creuset pour les jeunes talents en particulier dans notre discipline.

C'est remercier notre Directeur Général Patrick GUILLOT et notre Doyen Jean SIBILIA que j'associe très volontiers et très sincèrement à l'achèvement de ces six volumes dont je suis sûr que les futurs lecteurs sauront percevoir sans peine tout le plaisir que nous avons eu à les réaliser.

Professeur Francis VEILLON