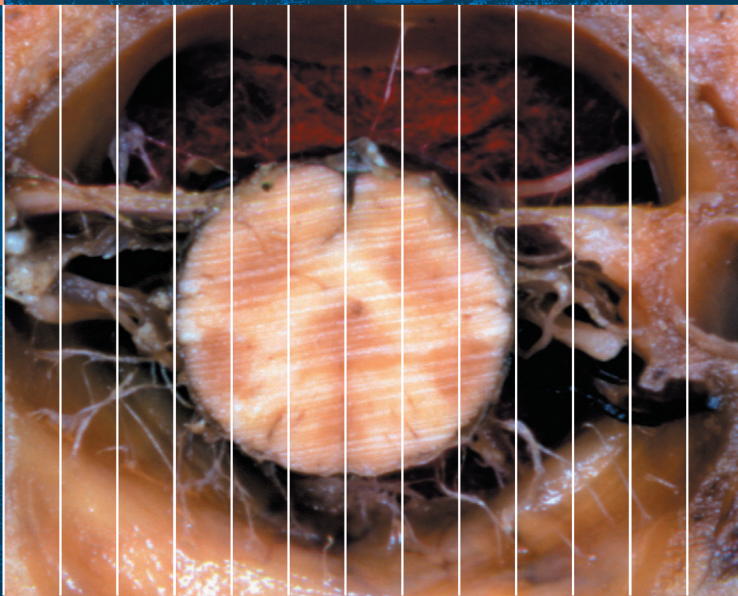
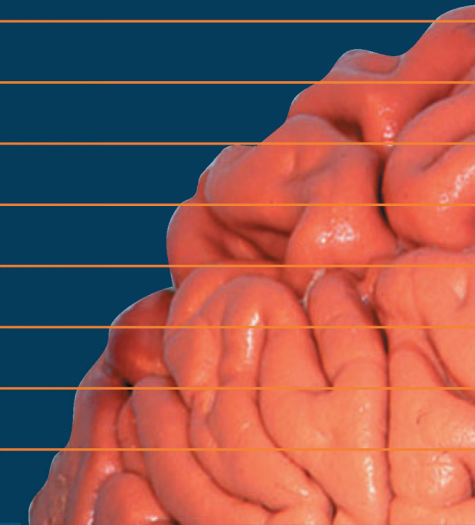


Vincent Di Marino

Yves Etienne

Maurice Niddam

**Atlas  
photographique  
en couleur  
du système  
nerveux central**



Vincent Di Marino  
avec la collaboration de Yves Etienne et Maurice Niddam

---

**Atlas photographique en couleur du système nerveux central**

**Springer**

*Paris*

*Berlin*

*Heidelberg*

*New York*

*Hong Kong*

*Londres*

*Milan*

*Tokyo*

Vincent Di Marino  
avec la collaboration de Yves Etienne et Maurice Niddam

---

# Atlas photographique en couleur du système nerveux central

Contient 350 photographies en couleur  
*Photographies : Vincent Di Marino*

 Springer

## **Vincent Di Marino**

Professeur d'anatomie - Classe exceptionnelle  
Ex-chirurgien des Hôpitaux  
Directeur honoraire du Laboratoire d'anatomie

Faculté de Médecine de Marseille  
27, boulevard Jean-Moulin  
13385 Marseille Cedex 5  
France

## **Yves Etienne**

Médecin légiste  
Ancien aide d'anatomie à la Faculté  
de Médecine de Marseille  
Ancien Interne des Hôpitaux de Région sanitaire

Attaché de consultation à l'Unité de Médecine légale  
de l'Hôpital de la Timone  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex 5

## **Maurice Niddam**

Médecin légiste  
Attaché de consultation à l'unité de Médecine légale  
de l'Hôpital de la Timone  
CHU Timone  
264, rue Saint-Pierre  
13385 Marseille Cedex 5

---

ISBN : 978-2-287-99077-9 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

© Springer-Verlag France, Paris, 2011

Imprimé en France

Cet ouvrage est soumis au copyright. Tous droits réservés, notamment la reproduction et la représentation, la traduction, la réimpression, l'exposé, la reproduction des illustrations et des tableaux, la transmission par voie d'enregistrement sonore ou visuel, la reproduction par microfilm ou tout autre moyen ainsi que la conservation des banques de données. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant le paiement des droits. Toute représentation, reproduction, contrefaçon ou conservation dans une banque de données par quelque procédé que ce soit est sanctionnée par la loi pénale sur le copyright.

L'utilisation dans cet ouvrage de désignations, dénominations commerciales, marques de fabrique, etc. même sans spécification ne signifie pas que ces termes soient libres de la législation sur les marques de fabrique et la protection des marques et qu'ils puissent être utilisés par chacun.

La maison d'édition décline toute responsabilité quant à l'exactitude des indications de dosage et des modes d'emplois. Dans chaque cas il incombe à l'utilisateur de vérifier les informations données par comparaison à la littérature existante.

Maquette de couverture : Jean-François Montmarché



## Préface

Jacques Roland

Président d'Honneur du Conseil national  
de l'Ordre des médecins

*L'anatomie n'est vraiment pas une discipline ordinaire. La plus ancienne des sciences de la médecine, que l'on croit continuellement acculée dans ses derniers progrès, n'en finit pas de nous étonner, de nous éblouir. Toutes ces dernières années avaient été marquées par des travaux novateurs sur la vascularisation, répondant en cela aux avancées chirurgicales et radiologiques dans le domaine vasculaire : lambeaux, pontages, cathétérismes, gestes endovasculaires, greffes d'organes. Déjà, à Marseille, Georges Salamon avait fait progresser nos connaissances sur la systématisation des artères du cerveau. Car nous avons également assisté à des progrès immenses dans la connaissance du système nerveux central, et comme aux temps héroïques de Broca, la clinique est redevenue le moteur de ces progrès, aidés par l'évolution des machines des radiologistes. L'IRM de diffusion par exemple a permis enfin d'accéder à l'anatomie des faisceaux de la substance blanche, quand l'IRM « simple » permettait d'accéder directement à la morphologie des noyaux gris centraux.*

*Avec l'ouvrage de Vincent Di Marino, Yves Etienne et Maurice Niddam, une nouvelle étape se profile dans ce domaine : elle est le fruit d'une collaboration, d'une compréhension entre des disciplines différentes rassemblées par la passion de la morphologie : l'anatomie pure et la photographie scientifique. La technique employée, simple dans son principe, part d'une préparation anatomique classique au liquide de conservation formolé, elle y ajoute l'imprégnation du cerveau ainsi préparé par du chlorure ferrique. Les résultats changent notre regard*

*sur les coupes du tissu cérébral, tant l'imprégnation avive les contrastes, dégage les faisceaux de substance blanche, nuance la substance grise : il n'est que d'examiner la stratification du noyau lenticulaire pour en être conquis. À la précision « scientifique » de la mise en évidence tissulaire par le colorant, s'ajoute le côté esthétique de l'architecture cérébrale, rarement aussi bien mis en valeur. Les auteurs ont choisi de réaliser leurs coupes en trois plans : sagittal, frontal et transversal. Pour ce dernier, et par nécessité, ils ont adopté le plan de Camper, naso-auriculaire, car seuls les repères externes leurs étaient permis. Certes, dans un premier temps notre regard est un peu troublé de ne pas retrouver le confort de la ligne bicommissurale, mais les résultats du choix des auteurs s'avèrent convaincants aussi bien pour la région hypothalamo-hypophysaire que pour la région mésencéphalique.*

*On pourrait dire en premier lieu que ce beau livre peut servir de base à l'initiation des futurs professionnels du système nerveux. La précision et la richesse des renseignements qu'il apporte le justifient amplement. Mais ce serait réduire sa portée : il est également un outil précieux pour les professionnels eux-mêmes, car c'est un atlas indispensable qui permet de mieux déchiffrer les coupes des scanners et des IRM, de mieux s'orienter dans les régions difficiles comme l'hippocampe par exemple. C'est enfin, pour tous ceux qui sont fascinés par la beauté du système nerveux, une source supplémentaire d'émerveillement.*

Paris, le 14 mai 2009

## Préface

Patrick Chauvel

Professeur de physiologie - Université de la Méditerranée  
Directeur de l'U751 Inserm « Épilepsie et Cognition »

*Un autre atlas d'anatomie du système nerveux central en 2010, en un temps où les développements incessants de l'imagerie par résonance magnétique offrent quotidiennement au clinicien des coupes cérébrales ou des aspects de surface saisissants de réalisme, est-ce encore utile ? Ré-aiguiser le couteau de dissection, reconfigurer des préparations crâne-cerveau, identifier les sillons corticaux, suivre la grande circonvolution limbique, matérialiser les faisceaux de substance blanche, n'est-ce pas se créer une difficulté d'artiste, et suivre les tendances d'une mode qui présente volontiers l'écorché au musée dans une mise en scène esthétique ? De son côté, l'imagerie se voit contrainte de fournir des outils de localisation et de labellisation en « informatisant » des atlas stéréotaxiques pour placer les foyers d'activation cérébrale mis en évidence par les méthodes fonctionnelles. Les voxels sont traités mais l'anatomie, dans cette présentation discontinue, est souvent perdue.*

*L'ouvrage de Vincent Di Marino et de ses collaborateurs, Yves Etienne et Maurice Niddam, vient à point nommé démontrer que l'IRM est à l'anatomie ce que l'image est à l'objet, une représentation. L'imagerie nous a fait oublier trois notions essentielles. Les dimensions (surfaces corticales, volumes et proportions des structures) qui donnent une idée tangible de la fragilité de certains territoires lorsqu'ils sont lésés, qui laissent imaginer leur importance fonctionnelle relative ; les rapports anatomiques ne sont correctement appréhendés que par une vision naturelle tridimensionnelle qui préserve la continuité physique des structures ; la réalité et la matérialité de certaines d'entre elles tombées dans l'oubli parce qu'invisibles ou sous-estimées par l'imagerie moderne.*

*C'est le sens que l'anatomie donne au cerveau humain, ce qu'elle porte de signification fonctionnelle qui est magnifiquement restitué par ce nouvel atlas, qui est très novateur dans l'histoire des atlas. Tirant avantage d'une coloration inédite*

*augmentant le contraste entre corps cellulaires et fibres, c'est à une redécouverte des noyaux et des faisceaux qu'il nous invite. L'ingéniosité et la méticulosité de Vincent Di Marino font varier les angles des coupes ou l'incidence des photographies, de sorte que se trouvent révélées dans leur vraie morphologie des entités anatomiques comme le claustrum, la fimbria, le fornix, précisée la forme réelle du noyau amygdalien et ses rapports enveloppants avec la tête de l'hippocampe, presque tracés les contours des noyaux thalamiques, dessinée la substantia nigra, cerclé le noyau rouge, et concrétisées les décussations des fibres motrices et sensitives dans le tronc cérébral.*

*Le travail réalisé est colossal. Il est le fruit de la dissection de dix cerveaux et de nombreuses séries de coupes, ce qui a permis une mise en valeur très complète des structures et leur étiquetage détaillé. Il renoue avec la tradition des grands atlas du début du <sup>xx</sup>e siècle, que nous cherchons à consulter pour comprendre une organisation structurale ou une connectivité. Celui-ci répond aux besoins du neurologue et du neurochirurgien, et à leurs interactions. Il éclairera les chercheurs en neurosciences en leur fournissant l'instrument de compréhension qui leur manque pour intégrer dans l'espace les données fonctionnelles qui font progresser aujourd'hui nos connaissances sur la cognition humaine.*

*Il existe aussi des passionnés, voire des amoureux, de l'anatomie pour elle-même. J'ai été élevé, par mon Maître Jean Talairach, dans cette atmosphère. En dehors de ce que les formes de l'encéphale nous suggèrent et que les voies de communication qu'elle évoque, nous révèlent de son fonctionnement, l'indéniable beauté du cerveau est idéalement servie par le soin que Vincent Di Marino et ses élèves ont apporté à la réalisation de cette œuvre.*

Marseille, le 21 juin 2009

## Avant-propos

Sitôt notre nouvelle méthode de coloration macroscopique des structures nerveuses mise au point\*, l'idée de réaliser un atlas présentant des coupes sériées de l'encéphale dans les trois plans de l'espace s'est rapidement imposée à notre équipe. Nous avons en effet constaté le petit nombre – pour ne pas dire la rareté – des référentiels neuro-anatomiques disponibles, carence d'autant plus regrettable que les progrès couplés particulièrement rapides, de l'imagerie et des neurosciences, rendent indispensable la confrontation avec le support anatomique fondamental.

Nous avons utilisé pour les coupes des sujets conservés par injection intravasculaire de formaldéhyde et congelés pour permettre une parfaite réalisation des plans de section.

Après plusieurs tentatives avec divers plans de coupe traditionnels, c'est le plan de Camper que nous avons choisi comme plan de référence. Ce plan naso-auriculaire est défini par les deux tragions et le point sous-nasal. Il nous a paru intéressant à plus d'un titre : il est parallèle à la ligne d'horizon du regard de tout sujet en position anatomique. Il est parallèle aux plans dans lesquels se trouvent plusieurs structures nerveuses importantes. Il est presque parallèle au plan occlusal. Il est précis et facile à reproduire. Il est notamment parallèle à un plan « chiasmato-commissural » qui inclurait l'angle postérieur du chiasma optique et le bord supérieur de la partie médiane de la commissure postérieure. Pour toutes ces raisons, nous avons préféré ce plan à ceux de Francfort ou de Virchow, utilisés par nombre d'auteurs. Les coupes axiales ont été réalisées tous les centimètres, à partir de ce plan pilote. Les coupes coronales (frontales) ont été parallèles à un plan pilote frontal perpendiculaire au plan de Camper. Quant aux coupes sagittales, elles n'ont posé aucun problème puisqu'elles ont été réalisées à partir d'un plan sagittal médian, forcément perpendiculaire au plan horizontal de Camper. Pour ces coupes sagittales, seule la moitié de la tête a été étudiée, compte tenu d'une grande symétrie droite-gauche des structures qui aurait entraîné d'inutiles répétitions.

Pour chaque plan de coupe, nous avons étudié les deux surfaces obtenues par la section. En effet, ces deux surfaces diffèrent en raison de l'abrasion réalisée par la lame de scie

(abrasion qui aboutit à la visualisation de deux surfaces proches de 2 mm, 5 environ mais déjà, nettement différentes, ce qui est particulièrement intéressant).

De même, on pourra remarquer que nos segments de coupe initiaux de 1 cm d'épaisseur se trouvent réduits en raison de l'usure résultant du passage de la scie et qu'ainsi les surfaces successives d'un segment de coupe ne sont en réalité distantes que de 7,5 mm.

Nous avons conservé, pour chaque coupe, le cadre osseux, de façon à bénéficier d'un référentiel topographique, d'intérêt non négligeable.

Chaque coupe, minutieusement préparée par nos soins, a été ensuite teintée par notre procédé de coloration des structures nerveuses puis photographiée par nous-mêmes avec un appareil classique, reflex, muni d'un objectif 50 mm macro, en utilisant des pellicules argentiques haute définition. Des photographies couleur de chacune des deux surfaces de tous les plans de coupe ont été réalisées. Des macrophotographies des zones les plus intéressantes – en général le centre des coupes – ont également été effectuées pour améliorer la visualisation des structures de petites dimensions.

Toutes les coupes colorées ont été conservées, de façon à pouvoir être examinées aussi souvent que nécessaire. Cela nous a permis un excellent décryptage, certaines images photographiques nous ayant, dans un premier temps, laissés perplexes ou étonnés et le retour à la vision directe des pièces nous ayant toujours permis de clarifier nos doutes et de lever nos interrogations et ambiguïtés.

C'est au terme de la réalisation des coupes que l'idée nous est venue de rajouter une première partie d'imagerie photographique du névraxe, permettant au lecteur de connaître (pour les plus jeunes ou les néophytes) ou de revisiter (pour ceux qui en ont déjà connaissance) les structures qui font l'objet des coupes sériées. Nous avons donc réalisé une première partie de l'ouvrage en utilisant les belles images que nos dissections nous ont permis de présenter.

Pour chaque image de notre ouvrage, une photo couleur sans légende précède la ou les photos légendées. Par ailleurs,



toutes les coupes portent un numéro et un titre rappelés au début de chaque série. Quant aux termes utilisés, ce sont presque exclusivement ceux de la nomenclature anatomique internationale. Nous avons enfin largement utilisé les abréviations : elles nous ont en effet paru indispensables, de façon à légènder le plus clairement possible, sans utiliser les multiples légèndes en rayon de roue que l'on rencontre dans beaucoup d'ouvrages et qui sont difficiles à supporter par le lecteur.

L'ouvrage nous a demandé un travail considérable mais, à son terme, nous savons que, malgré notre application, des erreurs, des omissions, des oublis se seront sûrement glissés. Que le lecteur veuille bien nous en excuser (rien n'est parfait en ce bas-monde !) et nous en informer pour y remédier.

Nous voudrions en tous les cas faire partager au lecteur notre enthousiasme et lui dire combien de fois nous sommes tombés en admiration devant la beauté des images que nous découvrons, devant la parfaite organisation de la plus grande des complexités, devant cet admirable système nerveux humain, élément majeur de l'immense perfection du corps de l'homme et des réflexions métaphysiques qu'elle suscite.

Nous voudrions également réconcilier une nouvelle fois les arts et la science en montrant que les belles images permettent de faire progresser les données scientifiques, trop souvent présentées de façon aride ou rébarbative !

Ce serait pour nous, un grand honneur de savoir que notre modeste contribution à la présentation du système nerveux central a été utile, qu'elle a servi de documentation de base à tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin au névraxe, qu'ils soient étudiants, chercheurs, neurologues, neuro-chirurgiens, neuro-radiologues ou simples visiteurs du système nerveux humain.

*Pr. V. Di Marino, Dr. Y. Etienne, Dr. M. Niddam*

\*Di Marino V, Etienne Y, Niddam M et Tacher V. Rehaussement des structures du système nerveux central par traitement des coupes anatomiques avec le chlorure ferrique. *Morphologie* 2008 ; 90 : 144-150.

## Remerciements

*Un vibrant hommage à tous les généreux donateurs qui ont fait don de leur corps à la Faculté de Médecine de Marseille, pour la Science, et sans lesquels cet ouvrage n'aurait pu voir le jour.*

*À notre illustre Maître, le Professeur Jean Grisoli, in memoriam.*

*Avec nos vifs remerciements à Messieurs Charles Olive et Joël Proserpi, techniciens du Laboratoire d'anatomie de la Faculté de Médecine de Marseille, qui ont effectué les coupes avec une grande minutie et en suivant très exactement nos consignes.*

## Sommaire

Préface du Pr Jacques Roland .....	V	<i>Le cervelet</i> .....	67
Préface du Pr Patrick Chauvel .....	VII	<i>Vascularisation</i> .....	71
Avant-propos .....	IX	<b>3 - La moelle spinale</b> .....	77
Remerciements .....	XI	<i>Morphologie</i> .....	79
Sommaire .....	XIII	<i>Vascularisation</i> .....	93
<b>Partie I – Anatomie descriptive photographique du système nerveux central</b>		<b>Partie II – Anatomie sérielle photographique du système nerveux central</b>	
<b>1 - Présentation générale du système nerveux central</b> .....	3	<b>1 - Coupes coronales de l'encéphale</b> .....	97
<b>2 - L'encéphale</b> .....	7	<b>2 - Coupes axiales de l'encéphale</b> .....	155
<i>Topographie crânienne et enveloppes méningées</i> .....	9	<i>Coupes axiales hautes</i> .....	157
<i>Le cerveau</i> .....	19	<i>Coupes axiales basses : étude du tronc cérébral</i> .....	205
<i>Le tronc cérébral</i> .....	61	<b>3 - Coupes sagittales de la tête</b> .....	219
		<b>Index des abréviations</b> .....	257
		<b>Bibliographie</b> .....	269