

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

UNION – DISCIPLINE – TRAVAIL

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR,  
DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE



FACULTE DE MEDECINE

**THESE**

Année : 1996-1997

N° .....

Pour l'obtention du

**DOCTORAT EN MEDECINE**  
(DIPLOME D'ETAT)

**LA TRAVERSEE MENINGEE DE  
L'ARTERE VERTEBRALE**

*Présentée et soutenue publiquement le 19 Juin 1997*

*Par*

**BROALET MAMAN YOU ESPERANCE**

*Ancienne Interne des Hôpitaux*

Née le 1<sup>er</sup> Novembre 1968 à Bouaké (R.C.I.)

**COMPOSITION DU JURY :**

- Président** : Monsieur le Professeur GNANAZAN BI N'GUESSAN Gabriel
- Directeur de thèse** : Monsieur le Professeur Agrégé BA ZEZE Vincent
- Assesseurs** : Monsieur le Professeur Agrégé KOUASSI BEUGRE Ernest  
Monsieur le Professeur Agrégé GNAGNE YADOU Maurice
- Co-Directeur** : Monsieur le Professeur Daniel LE GARS  
(Faculté de Médecine d'Amiens – France)

<b>LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT</b>	<b>Page III</b>
<b>DEDICACES</b>	<b>Page X</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>Page XXVII</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>Page 1</b>
<b>GENERALITES - RAPPELS</b>	<b>Page 3</b>
<b>TRAVERSEE DURE-MERIENNE</b>	<b>Page 67</b>
<b>NOTRE TRAVAIL</b>	<b>Page 84</b>
<b>APPLICATIONS</b>	<b>Page 102</b>
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>Page 135</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>Page 138</b>
<b>RESUME</b>	<b>Page 153</b>

# **LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE DE MEDECINE**

**1995-1996**

## **DOYENS HONORAIRES**

P. PENE - E. BERTRAND - TH.KOFFI ALLANGBA - YANGNI ANGATE -  
L.K.MALAN -DJEDJE A.THEODORE

## **PROFESSEURS HONORAIRES**

N. ASSALE - J. ASSI ADOU - H. AYE - J. BADOUAL - A. BONDURAND - J.  
BONHOMME - F. BONNET DE PAILLERETS - A. BOURGEADE - M. BOUVRY -  
J. P. BRETTESS - J. P. BUREAU - R. CABANNES - M. CLERC - L. CORNET - N.  
COULIBALY - P. K. COWPLI-BONY - G. DANON - S. DIARRA - P. DELORMAS -  
J. DOUCET - M. DUCHASSIN - A. ETE - M. ETE - D. FADIGA - H. GALLAIS - C.  
GIORDANO - G. K. GUESSEND - G. HAEFFNER - M. HAZERA - P. HEROIN - J.  
B. KEBE - F. S. KETEKOU - M. KOUASSI - M. LEBRAS - R. LOUBIERE - D.  
METRAS - G. MORLIER - J. D. RAIN - R. RENAUD - K. OUATTARA - J. RITTER - S.  
SANGARE - M. SANGARET - J. J. SANTINI - R. J. SOUBEYRAND - J. VILASCO -  
C. WAOTA

## **DOYEN**

KADIO AUGUSTE

## **ASSESEURS**

KOUASSI BEUGRE  
BOGUI PASCAL  
KOUASSI JEAN-CLAUDE

## **PROFESSEURS TITULAIRES**

1. ANDOH JOSEPH
2. ATTIA YAO ROGER
3. BAMBA MEMA
4. BEDA YAO BERNARD
5. BOHOSSOU KOUADIO
6. COULIBALY OUEZZIN ANDRE
7. DAGO AKRIBI AUGUSTIN
8. DJEDJE ANDRE THEODORE
9. DJEDJE MADY ALPHONSE
10. DJIBO WILLIAM
11. DOSSO BRETIN MIREILLE
12. EHOUMAN ARMAND
13. GADEGEKU ANANI SAMUEL
14. KADIO AUGUSTE
15. KANGA JEAN-MARIE
16. KANGA MIESSAN
17. KEITA ABDOUL KADER

PEDIATRIE  
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE  
ORL  
MEDECINE INTERNE  
GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE  
CHIRURGIE THORACIQUE CARDIO.  
ANATOMIE-PATHOLOGIE  
RADIOLOGIE  
UROLOGIE  
TRAUMATOLOGIE - ORTHOPEDIE  
BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE  
HISTO-CYTO-EMBRYOLOGIE  
STOMATO.CHIR.MAXILLO-FACIALE  
MALADIES INFECTIEUSES  
DERMATOLOGIE- VENEROLOGIE  
CHIR. GENERALE ET DIGESTIVE  
RADIOLOGIE

18.KONE NOUHO	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
19.KOUAKOU N'ZUE MARCEL	RHUMATOLOGIE
20.KOUAME KONAN JOSEPH	PEDIATRIE
21.LAMBIN YVES	TRAUMATOLOGIE - ORTHOPEDIE
22.MALAN KASSY LEOPOLD	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
23.MOBIO MANDOU LEONARD	CHIRURGIE PEDIATRIQUE
24.NDORI RAYMOND	CARDIOLOGIE
25.NDRI KOFFI DOMINIQUE	ANESTHESIE-REANIMATION
26.N'GUESSAN KONAN GABRIELLE	ANATOMIE-UROLOGIE
27.NIAMKEY EZANI KODJO	MEDECINE INTERNE
28.ODEHOURI KOUDOU PAUL	MALADIES INFECTIEUSES
29.ODI ASSAMOI MARC	CARDIOLOGIE
30.ROUX CONSTANT	CHIRURGIE INFANTILE
31.SANGARE AMADOU	HEMATOLOGIE
32.SANGARE IBRAHIMA SEGA	UROLOGIE
33.SOMBO MAMBO FRANCOIS	IMMUNOLOGIE
34.TEA DAIGNEKPO NORBERT	IMMUNOLOGIE-HEMATOLOGIE
35.TIMITE KONAN ADJOUA MARGUERI	PEDIATRIE
36.WELFENS EKRA CHRISTIANE	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
37.YAO-DJE CHRISTOPHE	UROLOGIE

#### MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

1. ABBY BLAGUET CLEMENT	RADIOLOGIE
2. ABISSE AGBA	IMMUNOLOGIE-HEMATOLOGIE
3. ADOH ADOH	CARDIOLOGIE
4. ADOM AHOUSI HILAIRE	MEDECINE
5. AGUEHOUNDE COSME	CHIRURGIE INFANTILE
6. ANONGBA DANHO SIMPLICE	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
7. AOUSI EBA FRANCOIS BLAISE	MALADIES INFECTIEUSES
8. ASSA ALLOU	STOMATO.CHIR.MAXILLO-FACIALE
9. ASSE N'DRI HENRI	TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE
10.BA ZEZE VINCENT	NEUROCHIRURGIE
11.BANA ABDOULAYE	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
12.BASIMBIE-DANHO JEANNETTE	IMMUNOLOGIE HEMATOLOGIE
13.BISSAGNE EMMANUEL	MALADIES INFECTIEUSES
14.BOA YAPO FELIX	NEUROLOGIE
15.BOGUI PASCAL	PHYSIOLOGIE
16.CAMARA BENOIT MATHIEU	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
17.COFFI DICK SYLVAIN	ANESTHESIE-REANIMATION
18.DA SILVA-ANOMA SYLVIA HELENA	CHIRURGIE INFANTILE
19.DECHAMBENOIT GILBERT MARCEL	NEUROLOGIE
20.DELAFOSSE ROGER CHARLES	PSYCHIATRIE
21.DIALLO AMADOU DEMBA	NEPHROLOGIE
22.DIE KAKOU HENRI MAXIME	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
23.DIOMANDE MOHENOU ISIDORE	ANATOMIE PATHOLOGIQUE
24.DJEHA DJOKOUEHI	DERMATOLOGIE
25.ECHIMANE KOUASSI ANTOINE	CANCEROLOGIE
26.EDOH VINCENT	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE
27.EHOUE FLORENT	ORL
28.EHUA SOMIAN FRANCIS	CHIRURGIE GENERALE
29.EKRA ALAIN	CARDIOLOGIE
30.FANY ADAMA	OPHTALMOLOGIE

31.GNAGNE YADOU MAURICE  
 32.GNIONSAHE DAZE APOLINAIRE  
 33.HONDE MICHEL  
 34.HOUENOU-AGBO YVELINE  
 35.KAKOU GUIKAHUE MAURICE  
 36.KANGA DIEKOUADIO  
 37.KASSANIYOU SALAMI  
 38.KATA KEKE JOSEPH  
 39.KEITA CHEIKH  
 40.KONE DRISSA  
 41.KONE MAMOUROU  
 42.KONE SAFEDE  
 43.KOUASSI BEUGRE  
 44.KOUASSI JEAN CLAUDE  
 45.KOUASSI KANGAH  
 46.KOUASSI KONAN BERTIN  
 47.LOKROU LOHOURIGNON ADRIEN  
 48.MANZAN KONAN  
 49.MIGNONSIN DAVID  
 50.N'DRI-YOMAN AYA THERESE  
 51.N'GUESSAN HENRI ALEXANDRE  
 52.NAMA-DIARRA ALIMATA JEANNE  
 53.OUATTARA DILAI NOEL  
 54.OUEGNIN GEORGES ARMAND  
 55.OULAI SOUMAHORO  
 56.SEKA ASSI REMI  
 57.SESS ESSAGNE DANIEL  
 58.TAGLIANTE SARACINO CHAPMAN  
 59.TOURE STANISLAS ANDRE  
 60.TOURE-COULIBALY KARIDJA  
 61.TOUTOU TOUSSAINT  
 62.TURQUIN TRAORE HENRI  
 63.VARANGO GUY GASTON  
 64.YAPI ACHY  
 65.YAPOBI YVES RENE  
 66.YAUBOUET PAULINE

ANATOMIE  
 NEPHROLOGIE  
 ANATOMIE PATHOLOGIQUE  
 PEDIATRIE NEONATALE  
 CARDIOLOGIE  
 PEDIATRIE  
 ANATOMIE-CHIRURGIE GENERALE  
 UROLOGIE  
 OPHTALMOLOGIE  
 PSYCHIATRIE  
 GYNECOLOGIE OBSTERIQUE  
 OPHTALMOLOGIE  
 NEUROLOGIE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 CHIRURGIE CARDIAQUE  
 ORL  
 ENDOCRINOLOGIE  
 UROLOGIE  
 ANESTHESIE-REANIMATION  
 GASTRO-ENTEROLOGIE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 MED. SOCIALE-SANTE PUBLIQUE  
 RADIOLOGIE-BIOPHYSIQUE  
 UROLOGIE  
 PEDIATRIE  
 RADIOLOGIE  
 BIOCHIMIE  
 SANTE PUBLIQUE  
 CHIR. ORTHOP. ET TRAUMATO.  
 GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
 MEDECINE INTERNE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 CHIR. ORTHOP. ET TRAUMATO.  
 PNEUMO-PHTYSIOLOGIE  
 ANESTHESIE-REANIMATION  
 DERMATOLOGIE

## MAITRES ASSISTANTS - CHEFS DE TRAVAUX

1. ADJOBI ELLO RENE  
 2. ADJOUA RITH PASCAL  
 3. AKA BOUSSOU ROMAIN  
 4. AMON TANOI FLORE  
 5. AMONKOU AKPO ANTOINE  
 6. ASSOUMOU AKA  
 7. BANKOLE-SANNI ROUMANATOU  
 8. BONI EHOUMAN SERGE  
 9. BONNY JEAN SYLVAIN  
 10.COULIBALY MAKAN  
 11.CREZOIT GREBERET EMMANUEL  
 12.D'HORPOCK AHOUA  
 13.DAH CYRILLE SERGE  
 14.DANGUY AKA VANGAH ELISABETH  
 15.DICK KOBINAN RUFIN  
 16.DJANHAN YAO

GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
 ORL  
 DERMATOLOGIE  
 PEDIATRIE  
 ANESTHESIE-REANIMATION  
 PARASITOLOGIE  
 CHIRURGIE PEDIATRIQUE  
 GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
 MEDECINE DU TRAVAIL  
 MALADIES INFECTIEUSES  
 STOMATO.CHIR.MAXILLO-FACIALE  
 ANATOMIE PATHOLOGIQUE  
 PHYSIOLOGIE  
 PNEUMO-PHTYSIOLOGIE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE

17.DO REGO ANICET FRUCTUEUX H.  
 18.FAL ARAME  
 19.FAYE-KETTE ACHI YAOLLA H.  
 20.KAKOU AKA RIGOBERT  
 21.KOUAKOU FIRMIN  
 22.KPLE FAGUET-PAUL  
 23.MALEOMBHO JEAN PIERRE N.  
 24.MEITE MORI  
 25.N'DRI N'GUESSAN  
 26.OREGA MARC EULOGIE  
 27.OUHON JEAN  
 28.PLO KOUJE JEANNOT  
 29.PRINCE AGBODJAN AJETE  
 30.SANOGO IBRAHIMA  
 31.SIKA SIKI JOSEPH  
 32.TANOI AMENAN LAURE  
 33.TOURE MANAGBE  
 34.YANGNI-ANGATE KOFFI HERVE  
 35.YAO TOUTOUKPO

PEDIATRIE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE  
 MALADIES INFECTIEUSES  
 GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
 IMMUNO-HEMATOLOGIE  
 CHIRURGIE GENERALE  
 IMMUNO-HEMATOLOGIE  
 MEDECINE INTERNE  
 PEDIATRIE  
 PARASITOLOGIE  
 PEDIATRIE  
 PEDIATRIE  
 IMMUNO-HEMATOLOGIE  
 IMMUNOLOGIE  
 GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
 PEDIATRIE  
 CHIRURGIE CARDIAQUE  
 HEMATOLOGIE

#### MAITRES ASSISTANTS MONO-APPARTENANTS

1. DOSSO YOLANDE	PHYSIO. EXPLORATION FONCT.
2. N'KO MARCEL	BIOCHIMIE

#### ASSISTANTS DE FACULTE - CHEFS DE CLINIQUES DES HOPITAUX

1. ADINGRA GROGA BADA NICOLE	MEDECINE INTERNE
2. ADJORLOLO-SANOI ADJOUA C.	OPHTALMOLOGIE
3. ADONIS LAURENCE YA	PEDIATRIE
4. AGOH SERGE ANTOIN B.Y.	CHIRURGIE
5. AHNOUX AHNSANOU ANTOINE	CHIRURGIE
6. AHNOUX-ZABSONRE	OPHTALMOLOGIE
7. ASSI ALAIN GERMAIN	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
8. AKA GBLANH LASSY	STOMATOLOGIE
9. AKA KOFFI VIVIANE	ORL
10.AKAFFOU ADJA EVELYNE	PEDIATRIE
11.AKANI AYE FRANCOIS	NEUROLOGIE
12.AKE EVELYNE LEONORE	CARDIOLOGIE PEDIATRIQUE
13.AMANI N'GORAN	PSYCHIATRIE
14.ANKOTCHE AMOS	MEDECINE
15.ASSI AMONCHYEPO	NEUROLOGIE
16.ATTIA KOFFI ALAIN	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
17.BAKASSA TRAORE	CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE
18.BAMBA INZA	CHIRURGIE
19.BASSA KOUADIO MODESTE	CARDIOLOGIE
20.BINLIN-DADIE AYAKAN RENEE H.	ANESTHESIE-REANIMATION
21.BOGUIFO JOSEPH EVARISTE	ORL
22.BOKOSSA MAMBO	GYNECO-OBSTETRIQUE
23.BONI N'GUESSAN RAYMOND	NEUROCHIRURGIE
24.BROUH YAPO	ANESTHESIE-REANIMATION

25.CASANELLI D'ISTRIA	CHIR. GENERALE ET DIGESTIVE
26.COULIBALY ABOU	TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE
27.COULIBALY ADAMA	URGENCES CHIRURGICALES
28.COULIBALY BAKARY (étranger)	CHIRURGIE PEDIATRIQUE
29.COULIBALY GAOUSSOU	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
30.COULIBALY-CAMARA RAMATA	PEDIATRIE
31.COULIBALY ZERBO FERIMA	PEDIATRIE
32.DABOUAKO FELIX	RHUMATOLOGIE
33.DATIE ANGE MICHEL	REEDUCATION FONCTIONNELLE
34.DAGNAN NCHO SIMPLICE	SANTE PUBLIQUE
35.DIETH ATAFY GODENS	CHIRURGIE PEDIATRIQUE
36.DIOMANDE ABDOULAYE	STOMATO. CHIR. MAXILLO-FACIALE
37.DJE KOFFI	CHIRURGIE
38.DOMOUA KOUAO MEDARD	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
39.DREESÉN ALICE JULIEN	ANESTHESIE-REANIMATION
40.EHOLIE SERGE PAUL	MALADIES INFECTIEUSES
41.EBOULE-ABOA ALLOUA C.	CARDIOLOGIE MEDICALE
42.EHOUNOU YACINTHE	ANESTHESIE-REANIMATION
43.EHUA-AMANGOUA EVELYNE S.	PEDIATRIE
44.ELOIFLIN BANGA	ANESTHESIE-REANIMATION
45.ETI EDMOND	RHUMATOLOGIE
46.ETE-AKRE EVELYNE ELIE	ORL
47.ETTIEN FELICIEN	NEUROLOGIE
48.FERRON-BOGUI ANNE	CARDIOLOGIE MEDICALE
49.GBAZI GOGOUA CASIMIR	RADIOLOGIE
50.GBERY ILDEVERT PATRICE	DERMATO-VENEROLOGIE
51.GNEBEI OYAO ROGER BENJAMIN	GYNECO-OBSTETRIQUE
52.GOGOUA DALLO RAPHAEL	TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE
53.GONDO DIOMANDE	GYNECO-OBSTETRIQUE
54.GUEDEGBE FELIX SERAPHIN	TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE
55.KAKOUCHIA NIAMKE BEFIANZAN	ORL
56.KADIO RICHARD MICHEL	CHIRURGIE GENERALE
57.KADJO KOUAME	MEDECINE INTERNE
58.KAKOU KONAN MEDARD	ANATOMIE-NEUROCHIRURGIE
59.KELI ELIE	CHIR. GENERALE ET DIGESTIVE
60.KENDJA KOUASSI FLAVIEN	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
61.KODJO RICHARD	GYNECOLOGIE
62.KODO MICHEL	TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE
63.KOFFI ERIC MARTIN ALAIN S.	CHIRURGIE GENERALE
64.KOFFI KONAN VIRGILE	OPHTALMOLOGIE
65.KOFFI KOUAKOU	ANESTHESIE-REANIMATION
66.KOFFI KOUAME	MEDEC. SOCIALE-SANTE PUBLIQUE
67.KOFFI N'GORAN BERNARD	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
68.KOFFI N'GUESSAN MARCEL	SANTE PUBLIQUE
69.KOKOUA ALEXANDRE	ANATOMIE-CHIR. DIGESTIVE
70.KONAN ALEXIS	IMAGERIE MEDICALE
71.KONAN BLE REMI	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
72.KONAN KOUAME PAUL GERARD	UROLOGIE
73.KONAN YAO LUCIEN MAGLOIRE	CHIRURGIE GENERALE
74.KONAN-TOURE AKISSI M.L.	OPHTALMOLOGIE
75.KONE IBRAHIMA	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
76.KOSSOKO HYPOLITE	CHIRURGIE REPARATRICE
77.KOUAKOU KOFFI JULES	UROLOGIE
78.KOUAME KOUASSI RENE	ANATOMIE
79.KOUAME YAO JULIEN	CHIRURGIE
80.KOUYATE SALIF	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
81.LOUHOUES MARIE JEANNE D'ARC	MEDECINE INTERNE
82.MOUSTAFA OULD	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE

MOHAMED(étrang.)	
83.N'DHATZ EPAGNITCI MELANIE M.L.	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
84.N'DRI KOUADIO	RADIOLOGIE
85.N'GBESSO ROGER DANIEL	RADIOLOGIE
86.N'GOAN ANNE-MARIE	RADIODIAGNOSTIC ET IMAGERIE
87.N'GOM ABDOULKARIM SEVERIN	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
88.N'GUESSAN KOFFI LEA	ORL
89.NZI KOUASSI PAUL	IMAGERIE MEDICALE
90.NANDJUI MANSE BEATRICE	REEDUCATION FONCTIONNELLE
91.NIANGUE-BEUGRE N'DRIN M.	PEDIATRIE
92.NIOUPIN-BEUGRE BOUADOUA E.	ANESTHESIE-REANIMATION
93.OUATTARA DOIGNAN	MEDECINE INTERNE
94.OUATTARA OUSSENOU	CHIRURGIE PEDIATRIQUE
95.OUEDRAOGO-YANGNI ANGATE Y.	MEDECINE INTERNE
96.OULD BEDI MOHAMED	RADIOLOGIE-IMAGERIE MEDICALE
97.QUENUM GUILLAUME DAVID C.	GYNECOLOGIE
98.SENI KONAN	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
99.SISSOKO SOULEYMANE JACQUES	ANESTHESIE-REANIMATION
100.SONAN AFFOUDAH THERESE A.	NEUROLOGIE
101.SORO LACINA	ANESTHESIE-REANIMATION
102.SORO-KONE MARIAM	PEDIATRIE
103.TANAUH YVES RAYMOND	CHIRURGIE THORACIQUE
104.TANON BLA MARIE JOSE	ORL
105.TETCHI YAVO DENIS	ANESTHESIE-REANIMATION
106.TOTO AMANI	MEDECINE INTERNE
107.TRAORE FASSELI	PNEUMO-PHTYSIOLOGIE
108.VARLET GUY GERVAIS AKA	CHIRURGIE GENERALE
109.VILASCO BRIGITTE EMMA	ANESTHESIE-REANIMATION
110.YAO BLAISE	UROLOGIE
111.YAPI CHIA PAULETTE	NEUROLOGIE
112.YAPO PATRICE	CHIRURGIE GENERALE
113.YAPO-KOUASSI FLORENCE	CARDIOLOGIE MEDICALE
114.YEBOUE KOUAME BROU YVES	MEDECINE DU TRAVAIL
115.YENON KAKOU SEBASTIEN	CHIRURG. GENERALE ET DIGESTIVE
116.YEO TENENA	ANESTHESIE-REANIMATION
117.YOFFOU-LAMBIN LILIANE	OPHTALMOLOGIE

#### ASSISTANTS DE FACULTE - CHEFS DE BIOCLINIQUE DES HOPITAUX

1. ACHY OSSEY BERTIN	BIOPHYSIQUE RADIOLOGIE
2. ADO-ADO MENSAH MARIE I	HISTOLOGIE
3. ADOU BRYN KOFFI DAHO	PARASITOLOGIE
4. AKA JOSEPH	BIostatistique INFORMATIQUE
5. AKOUA-KOFFI GNANKOU	BACTERIOLOGIE
6. BOKA BONI MICHEL	ANATOMIE PATHOLOGIQUE
7. CISSE-CAMARA MASSARA	BIOCHIMIE
8. DAUBREY-POTET MARIE-THERESE	PHARMACOLOGIE
9. DJESSOU SOSSE PROSPER	BIOCHIMIE
10.ETTE-DIENG ELISABETH	ANATOMIE PATHOLOGIQUE
11.GOTTA SERY FREJUS	ANATOMIE
12.KACOU ADELE	BACTERIOLOGIE
13.KOFFI KOUAKOU	ANATOMIE PATHOLOGIQUE
14.KONE MOUMINI	HEMATOLOGIE
15.KOUASSI AYA ALPHONSINE	BACTERIOLOGIE
16.KOUTOUAN-KODJOED ANNICK	BIOPHYSIQUE

17.QUATTARA SOUHALIHO  
18.SAKO SIDI SAMBA  
19.SYLLA-KOKO FATOUMATA DJIM  
20.TRE-YAVO MIREILLE  
21.TUO NALOURGO  
22.USHER-MALEHOMBO MELANIE  
23.YAPO CREZOIT CHYAYE CLAIRE  
24.YAPO-ETTE HELENE ABOUHEU  
25.YAVO JEAN-CLAUDE

PHYSIOLOGIE  
HISTO-EMBRYO-CYTOGENETIQUE  
BACTERIOLOGIE  
HISTO-EMBRYO-CYTOGENETIQUE  
PHYSIOLOGIE  
ANATOMIE PATHOLOGIQUE  
IMMUNOLOGIE  
MEDECINE LEGALE  
PHARMACOLOGIE



JE DEDIE

CETTE THESE...

*A mes maîtres et juges,*

*A tous ceux que j'aime,*

**A notre Patron et Maître le Professeur  
VINCENT BA ZEZE,  
Directeur de thèse,**

**Professeur Agrégé de Neurochirurgie,  
Chef du Service de Neurochirurgie du CHU de Yopougon,  
Membre Correspondant de la Société de Neurochirurgie de  
Langue Française,  
Maître de Conférence Agrégé en Neurochirurgie.**

*Vous nous avez fait l'honneur de vous intéresser à notre carrière. Vous nous avez amenés à la Neurochirurgie. Vous avez cru en nous alors même que nous n'y pensions pas nous même. Spontanément vous nous avez offert une chance.*

*Très sensible à tout ceci, nous vous témoignons ici toute notre reconnaissance, notre gratitude et notre profond respect.*

*Nous ne vous remercierons jamais assez.*

**A notre Maître et Co-directeur de thèse Monsieur le Professeur  
DANIEL LE GARS,**

**Professeur des Universités,  
Praticien Hospitalier,  
Chef du Service de Neurochirurgie du CHU d'Amiens,**

*Nous vous remercions de nous avoir accueillies dans votre service et d'avoir tenté de nous apprendre la Neuro-Anatomie et la Neurochirurgie. Vous avez dirigé ce travail. Nous avons pu apprécier votre sympathie et votre disponibilité en dépit de vos multiples occupations.*

*Veillez trouver ici le témoignage de toute notre reconnaissance et de notre plus profond respect. Vous êtes pour nous un modèle.*

**A notre Maître et Juge le Professeur  
GNANANZAN N'GUESSAN KONAN GABRIEL,  
Président du jury,**

Professeur Titulaire d'Anatomie-Urologie,  
Chef du Service d'Urologie du CHU de Treichville,  
Chef du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine  
d'Abidjan,  
Membre fondateur de l'Association Ivoirienne d'Urologie  
(ASSIVURO),  
Vice-président de l'ASSIVURO,  
Lauréat du prix de l'excellence HKB du meilleur enseignant 1994,  
Titulaire de l'« Educational Commission For Foreign Medical  
Graduates » ECFMG USA,  
Membre Titulaire du Collège Ouest Africain des Chirurgiens.

*Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse. Vous nous avez  
données le gout de l'anatomie. Vous nous y avez amenées.*

*Nous avons pu très tôt, des nos premiers pas sur ce long chemin de la  
Médecine, apprécier vos talents d'enseignant, vos qualités d'homme de  
science, et surtout votre disponibilité et votre simplicité.*

*Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect et de notre  
sincère gratitude.*

**A notre Maître et Juge le Professeur  
KOUASSI-BEUGRE ERNEST,**

**Maître de Conférence Agrégé de Neurologie,  
Chef du Service de Neurologie du CHU de Cocody,  
Assesseur au doyen de la Faculté de Médecine d'Abidjan.**

*Vous nous faites l'honneur de juger cette thèse. Vous nous avez guidés dans le difficile apprentissage de la neurologie. Votre sens clinique et votre disponibilité ont été fort appréciés.*

*Soyez assuré de notre profonde reconnaissance et de notre respectueuse considération.*

**A notre Maître et Juge le Professeur  
GNAGNE YADOU MAURICE**

**Maître de Conférence Agrégé d'Anatomie,  
Urologue diplômé d'Andrologie et d'Urodynamique des  
Universités de Paris XI et Paris VII,  
Membre Fondateur de l'Association Ivoirienne d'Urologie  
(ASSIVURO),  
Secrétaire Générale de l'ASSIVURO,  
Lauréat du Concours d'Agrégation CAMES 1990,  
Membre de la Société Médicale de Côte d'Ivoire,  
Membre de l'Association Française d'Urologie (AFU),  
Membre de la Société des Andrologues de Langue Française  
(SALF),  
Membre de la Société Internationale Francophone,  
Membre de la Société d'Anatomie de Paris.**

*Vous nous faites l'honneur de vous intéresser à ce travail. Vous avez spontanément et avec beaucoup de gentillesse accepté de juger ce travail.  
Soyez assuré de notre gratitude et de notre profonde reconnaissance.*

*A nos maîtres,*

*A nos parents,*

*A nos amis,*

## **A Notre Maître le Professeur MAURICE LAUDE,**

Professeur Titulaire d'Anatomie et d'Organogénèse de la Faculté de  
Médecine d'Amiens,  
Biologiste des Hôpitaux,  
Chef du Service d'Exploration Fonctionnelle de l'Appareil  
Locomoteur du CHU d'Amiens,  
Doyen de la Faculté de Médecine d'Amiens,  
Chevalier de l'Ordre du Mérite,  
Commandeur dans l'Ordre des Palmes Académiques,  
Membre Correspondant International de l'Académie de Médecine

*Vous nous avez fait l'honneur de nous accueillir dans votre laboratoire  
et dans votre faculté. Vous nous avez appris les rudiments de l'anatomie.  
Vous nous avez guidés dans le difficile apprentissage de l'art d'enseigner  
l'anatomie. Vous avez spontanément accepté de nous former. Nous ne nous  
lasserons jamais de nous abreuver de votre savoir.*

*Très sensible à cet honneur, nous lui témoignons ici toute notre  
reconnaissance et notre profond respect.*

## **A Notre Maître le Professeur PIERRE GALIBERT**

*Vous nous avez spontanément acceptées dans ce service qui reste le vôtre, et où nous avons pu bénéficier de votre expérience. Nous avons apprécié votre bienveillance et votre disponibilité.*

*Pour tout ce que vos nous avez apportées, nous vous témoignons notre infinie reconnaissance.*

**Au Professeur DURON,**

Professeur des Universités  
Praticien Hospitalier  
Biologiste des Hôpitaux,  
Chef du Service d'Exploration Fonctionnelle du Système Nerveux du  
CHU d'Amiens,  
Directeur de l'URA 1331 du CNRS  
Officier de l'Ordre des Palmes Académiques

*Vous nous avez toujours accueillies avec bienveillance et gentillesse. Vous nous avez aidées et encouragées quand il fallait. Très sensible, nous vous témoignons ici toute notre reconnaissance et notre profond respect.*

**Au Professeur HENRI SEVESTRE,**

Professeur des Universités,  
Professeur Agrégé d'Anatomie et de Cytologie Pathologique

*Pour votre précieuse aide dans la réalisation de ce travail. Pour votre gentillesse et votre disponibilité. Pour tout ce que vous avez fait pour notre bébé et nous. Soyez assuré de notre profonde gratitude.*

**Au Professeur PIERRE ROSAT,**

Professeur des Universités,  
Praticien des Hôpitaux, Neurochirurgien

*Pour votre disponibilité. Vous avez spontanément accepté de nous aider. Soyez assuré de notre profonde gratitude.*

**Au Professeur HERVE DERAMOND,**

Professeur des Universités, Praticien des Hôpitaux,  
Chef du Service de Radiologie A du CHU d'Amiens

*Pour nous avoir permis de réaliser nos diapos et photos au Laboratoire de Photologie du CHU d'Amiens que vous dirigez.*

**Au Docteur FOULON ,**

*Pour vos explications et pour nous avoir offert les photos et diapos. Pour avoir contribué à ce travail. Pour nous avoir formées.*

*Soyez assuré de toute notre reconnaissance.*

**Au Docteur MERTL,**

*Vous avez participé à notre apprentissage de l'Anatomie. Vous avez toujours été à notre écoute.*

*Toute notre reconnaissance et notre plus profond respect.*

**Au Docteur PATRICK TOUSSAINT,**

*Pour votre contribution à ce travail. Pour votre disponibilité.*

**Au Docteur PIERRE-LOUIS DOUTRELOT,**

*Pour votre gentillesse et votre compréhension. pour vos conseils et votre aide précieuse.*

**A tous les membres du service d'Anatomie et Cytologie Pathologique,**

*Pour votre contribution à ce travail et vos explications. Pour votre gentillesse. Toute notre gratitude.*

**A RUTH,**

*Pour tout ce que tu as fais.*

**A toutes les secrétaires du service de Neurochirurgie d'Amiens**

**MUGUETTE, CHANTAL, SYLVIE, NATHALIE, CORINNE, SEVERINE**

**A tous les membres du Service de Neurochirurgie d'Amiens,**

**A ANNIE PATTE,**

Sécrétaire de Monsieur LAUDE

**A Monsieur BOULFROY FRANCOIS**

***A L'ensemble du personnel hospitalier avec qui j'ai eu plaisir à travailler,***

***A tout ceux qui m'ont fait bénéficier de leur expérience et de leur enseignement pendant mes études, et particulièrement :***

**Aux Professeurs:**

ABBY BLAGUET  
ANDOH JOSEPH  
BOA YAPO FELIX  
COWPLI-BONI  
DECHAMBENOIT GILBERT  
DJEDJE A. THEODORE  
ECHIMANE KOUASSI  
EHUA SOMIAN FRANCIS  
GIORDANO CHRISTIAN  
GNAGNE MAURICE  
GNONSAHE APOLINAIRE  
KANGA MIESSAN  
KASSANYOU SALAMI  
KATA KEKE JOSEPH  
KEBE J.B.  
KOKOUA ALEXANDRE  
KONE  
KOUASSI - BEUGRE  
N'GUESSAN GABRIEL  
OULAÏ SOUMAHORO  
SONAN THERESE

**Aux Docteurs**

ASSI BERTHE  
BEGROMISSA KOUAKOU  
BOKA MICHEL  
BONI N'GUESSAN  
COULIBALY ADAMA  
ETI EDMOND  
ETTIEN FELICIEN  
GBAZI CASIMIR  
GBERY ILDEVERT  
GUY VARLET  
KAKOU MEDARD  
KOUADIO KOFFI  
OREGA MARC  
PLO KOUÏE  
YENON SEBASTIEN

**A « Major » DENISE,**

**A CHRISTINE, secrétaire du Pr BA ZEZE**

**Aux membres des Services de**

**Parasitologie,**

**Pédiatrie Treichville,**

**Neurologie,**

**Neurochirurgie, des hôpitaux d'Abidjan**

**Avec mon meilleur souvenir.**

**A Monsieur le Député d'Adjamé LASSINA DEMBELE**

## **A Papa, A Maman,**

*Pour m'avoir fait confiance. Pour avoir cru en moi.  
En reconnaissance de votre soutien sans faille depuis toujours.  
Avec toute mon affection et ma reconnaissance,*

## **Papa,**

*Que ce travail soit la récompense de tous tes efforts. Tu m'as toujours soutenue et encouragée. Puisse Dieu faire en sorte que tes efforts ne soient pas vains.*

## **Maman,**

*Tu nous a toujours dit que notre premier mari devait être notre travail. Ce travail, je te le dédie pour tout ce que tu as souffert pour nous, tes enfants. Que Dieu veuille sur toi et te garde longtemps afin que tu puisses ainsi assister aux couronnements de tes efforts. Ma réussite est la tienne.*

## **A mes frères et soeurs, GOD, PATOU, JACKSON, VICTOIRE et KING DJODJE,**

*Faisons en sorte que nos différences ne nous éloignent pas les uns des autres, mais au contraire soyons unis. Merci pour votre soutien.*

*Une pensée particulière pour Jackson qui ne sera peut-être pas à cette thèse.  
Rejoins nous vite.*

*Avec toute mon affection.*

## **A la grande famille BROALET**

*à laquelle je suis fière d'appartenir.  
Avec toute mon affection.*

**A TIDIANE,**

*Tu es apparu dans ma vie un après-midi d'avril 1994, la bouleversant totalement. Ce travail, tu l'a suivi, jour après jour, me relevant quand je flanchais, m'encourageant quand le moral était au plus bas, te fachant même parfois en constatant mes négligences. Grâce à toi, aujourd'hui il est là ,cet ouvrage qui est également le tien, je te le dédie spécialement. Grand merci pour tout.*

*Avec tout mon amour. Que Dieu fasse en sorte que cet amour ne s'effrite jamais.*

**A ARMAND,**

*Que je n'oublierai jamais; tu a été à mes côtés et m'a soutenue tout au long de ces études médicales. Je te dis merci, merci pour tout, merci pour la petite merveille que tu m'as donnée.*

**A mes enfants adorés, MAMY et CHEICK-OLIVIER**

*Vous qui êtes mes espoirs, ma vie. Que ce travail vous serve d'exemple, pas pour que vous fassiez de même, mais pour que vous fassiez encore mieux. Je vous aime. Que DIEU vous protège.*

*Avec tout mon amour.*

**A MARIELLE, MARJOLAINE, GREG, CHARLES-EDOUARD ET THOMAS,**

*Avec toute mon affection.*

**A toute la famille DAH,**

*Avec toute mon affection.*

**A mon Tuteur, AVI LEOPOLD**

*J'avais espéré que tu t'occupes d'organiser le pot de ma thèse. Mais ce ne sera jamais ainsi; Dieu en a décidé autrement. Les voies du Seigneur sont impénétrable, nous faisons avec. Repose en paix.*

**A ALIA AKAKO,**

*Avec toute ma reconnaissance*

**A Docteur SORO et Docteur TIEBI,**

*Nous formions un trio, avec « une constante » et « deux variables »; vous m'avez précédé cette fois-ci, je vous rejoins. Cette thèse vous est dédiée en témoignage de toutes ces années et de notre amitié.*

**A SERGE E.,**

*Que je considère comme un grand frère et un exemple, mais surtout tu es « une orielle attentive »*

**A BRAHIMA DIARRA,**

*Pour ton aide et tes conseils. Pour ton soutien.  
Avec toute ma reconnaissance.*

**A DORETTE KOUOH, « ma copine »**

*Pour tout ce chemin fait ensemble.*

**A VICTORINE et son mari,**

**A Madame KOUASSI,**

*Mon infinie reconnaissance pour ce que vous avez fait pour moi.*

**A ANNIE KOUEBI,**

*Pour ta gentillesse et ta disponibilité. Pour toute ton aide. Merci.*

**A CHRISTIANE et JACOB LOBOUET, et leurs enfants**

*Toute ma gratitude.*

**A SYLVIE, LEONIE, FUSIA, SANDRA,**

*Avec mon meilleur souvenir*

**A toutes les amies du Lycée Jeunes Filles de Yamoussoukro,**

***A tous les amis de promotion,***

***A tous les collègues et amis internes,***

***A chacun de mes amis,***

*Avec toute mon affection.*

***A tous ceux qui me portent dans leur coeur et que je n'ai pas cités,***

*Ne m'en voulez pas, je pense à vous, vous tous pour qui je compte et qui m'avez soutenue d'une manière ou d'une autre. Je vous dédie ce travail et vous dis simplement merci.*

# SOMMAIRE





II-1- Dissection.....	p.88
II-2- Examen histologique.....	p.92
III- DISCUSSION .....	p.96
III-1- Macroscopie .....	p.96
III-2- Microscopie .....	p.99
<b>Chapitre V : APPLICATIONS .....</b>	<b>p.102</b>
<b>I- PATHOLOGIE DE L'ARTERE VERTEBRALE .....</b>	<b>p.103</b>
<b>I-1- Lésions anatomiques .....</b>	<b>p.103</b>
I-1-1- Lésions intrinsèques .....	p.103
I-1-2- Compressions extrinsèques .....	p.104
<b>I-2- L'insuffisance vertébrale .....</b>	<b>p.106</b>
i-2-1- Deux mécanismes de l'insuffisance vertébrale .....	p.106
I-2-2- Le syndrome d'insuffisance circulatoire vertébrale ou syndrome intermittent de l'artère vertébrale .....	p.106
I-2-2-1- Signes majeurs	
I-2-2-2- Signes mineurs	
<b>I-3- Pathologie de l'artère vertébrale .....</b>	<b>p.107</b>
I-3-1- Sténoses .....	p.107
I-3-2- Dissections.....	p.107
I-3-3- Anévrismes .....	p.109
I-3-4- Traumatismes et fistules .....	p.109
I-3-5- Artère vertébrale et pathologie de la charnière .....	p.110
I-3-6- Fenestrations .....	p.113
I-3-7- Traversées anormales .....	p.113
<b>II- EXPLORATION .....</b>	<b>p.114</b>
<b>II-1- L'Artériographie .....</b>	<b>p.114</b>
<b>II-2- La Tomodensitométrie .....</b>	<b>p.118</b>
<b>II-3- L'Imagerie par Résonance Magnétique .....</b>	<b>p.119</b>
<b>II-4- Le Doppler .....</b>	<b>p.119</b>
<b>III- CHIRURGIE DE L'ARTERE VERTEBRALE .....</b>	<b>p.120</b>
<b>III-1- Indications .....</b>	<b>p.120</b>
<b>III-2- Voies d'abord .....</b>	<b>p.121</b>
III-2-1- Abord du segment suboccipital .....	p.121
III-2-1- Abord du segment intracrânien .....	p.127

**IV- INTERET DU CONTROLE DE L'A.V. : UN CAS  
CLINIQUE .....p.129**

**IV- 1- Observation clinique .....p.129**

**IV- 2- Analyse .....p.132**

**Chapitre VI : CONCLUSION .....p.135**

**BIBLIOGRAPHIE .....p.138**

**RESUME .....p.153**

## ABREVIATIONS

<i>a</i>	:	<i>artériole</i>
<i>Atl</i>	:	<i>Atlas</i>
<i>aV</i>	:	<i>artère vertébrale</i>
<i>Ax</i>	:	<i>Axis</i>
<i>C1</i>	:	<i>Première racine cervicale C1</i>
<i>C1a</i>	:	<i>Racine ventrale de C1</i>
<i>C1p</i>	:	<i>Racine dorsale de C1</i>
<i>C2</i>	:	<i>Deuxième racine cervicale C2</i>
<i>d1</i>	:	<i>Première dent du ligament dentelé</i>
<i>d2</i>	:	<i>Deuxième dent du ligament dentelé</i>
<i>DM</i>	:	<i>Dure-mère</i>
<i>LEE</i>	:	<i>Limitante Elastique externe</i>
<i>LEI</i>	:	<i>Limitante Elastique Interne</i>
<i>ld</i>	:	<i>Ligament dentelé</i>
<i>nGO</i>	:	<i>Nerf grand occipital</i>
<i>nsO</i>	:	<i>Nerf suboccipital</i>
<i>nv</i>	:	<i>Nerf vasculaire</i>
<i>Occ</i>	:	<i>Occipital</i>
<i>PICA</i>	:	<i>Artère cérébelleuse postérieure inférieure</i>
<i>sAO</i>	:	<i>Sinus atlanto-occipital</i>
<i>V3</i>	:	<i>Partie atloïde de l'artère vertébrale</i>
<i>V4</i>	:	<i>Partie crânienne de l'artère vertébrale</i>
<i>XI</i>	:	<i>Nerf accessoire</i>
<i>XII</i>	:	<i>Nerf hypoglosse</i>

# INTRODUCTION

L'étude anatomique de l'artère vertébrale permet d'apporter des éléments dans la compréhension de certains troubles neurologiques. Cette artère parcourt un trajet relativement long et contourné pour une destination essentiellement encéphalique après avoir traversé la dure-mère peu avant son entrée dans le crâne.

Cette zone particulière de traversée méningée est une zone de transition à plus d'un titre:

- transition entre le segment cervical extra-crânien en rapport avec les différents éléments pariétaux et viscéraux du cou et le segment intracrânien dont les rapports sont constitués par le contenu de la fosse postérieure, avec pour conséquence des retentissements pathologiques différents.

- transition entre la mobilité de l'artère dans son segment cervical, liée à la grande mobilité de la charnière crânio-rachidienne et sa relative fixité après la traversée.

- transition entre deux régions d'abord chirurgical différent, à savoir un contrôle cervical de l'artère avant la traversée dans l'espace sub-occipital opposé à un contrôle intracrânien par craniotomie occipital pour son segment intracrânien.

- transition anatomique entre un segment cervical d'où partent de « petites » collatérales, qui ont cependant leur importance en raison des possibilités de suppléance qu'elles offrent et un segment intracrânien d'où l'artère abandonne ses principales collatérales pour le cerveau.

- enfin, transition entre deux zones histologiquement différentes.

Les descriptions classiques de l'artère vertébrale font à peine allusion au segment de la traversée méningée et les travaux concernant sa structure histologique sont rares. Nous nous proposons dans ce travail de préciser les rapports de l'artère vertébrale au niveau de sa traversée dure, en insistant sur l'histologie, et d'en dégager les intérêts essentiellement d'ordre chirurgical.

Pour ce faire, nous rappellerons les différents travaux déjà effectués. Puis, nous présenterons les différents moyens d'exploration de l'artère et la pathologie de sa traversée dure. Enfin nous discuterons des différentes voies d'abord de ce segment et de l'intérêt de son contrôle lors de la chirurgie des tumeurs de cette région à partir d'un cas clinique de méningiome du foramen magnum.

# CHAPITRE II

## GENERALITES

## RAPPELS

---

# I- L'ARTERE VERTEBRALE

---

## I-1- Anatomie

### I-1-1- Introduction

Classiquement ,l'artère vertébrale est la première et la plus volumineuse des branches de l'artère subclavière, elle-même branche de division du tronc artériel brachio-céphalique à droite et branche collatérale directe de l'aorte à gauche.(Fig. n°1)

Au nombre de deux, les artères vertébrales ont un trajet ascendant, profondément situé, à destinée encéphalique. Elles constituent la voie d'apport postérieure de la vascularisation de l'encéphale, vascularisation complexe, assurée par deux ensembles d'axes artériels qui doivent être considérés comme un tout : le système carotidien formé par les deux artères carotides internes et le système vertébro-basilaire formé par les deux artères vertébrales. (Fig. n° 2)

Elles vont vasculariser la moelle épinière cervicale, le tronc cérébral, le cervelet et les lobes occipitaux. (Fig. n° 3)

Les artères carotides internes et vertébrales ont en commun un certain nombre de caractères particuliers relevés par LAZORTHES (106):

- 1) elles fournissent peu de collatérales avant leur pénétration dans le crâne
- 2) elles deviennent sinueuses au moment de cette pénétration
- 3) elles s'unissent dans le crâne à la base du cerveau pour constituer le cercle artériel du cerveau (de WILLIS), plate-forme de lancement des artères cérébrales. (Fig. n° 4)

On pourrait penser que tout a été mis en oeuvre pour que ces artères se consacrent au cerveau et le préserve d'un manque d'apport de sang.

On s'accorde à décrire à l'artère vertébrale quatre segments, dénommés V1, V2, V3, V4. De son origine sous-clavière, elle va décrire un trajet ascendant dans le cou, pénétrant à un moment donné dans les foramens transversaires des vertèbres cervicales, puis va aller pénétrer dans le crâne. (Fig. n° 5, 6)

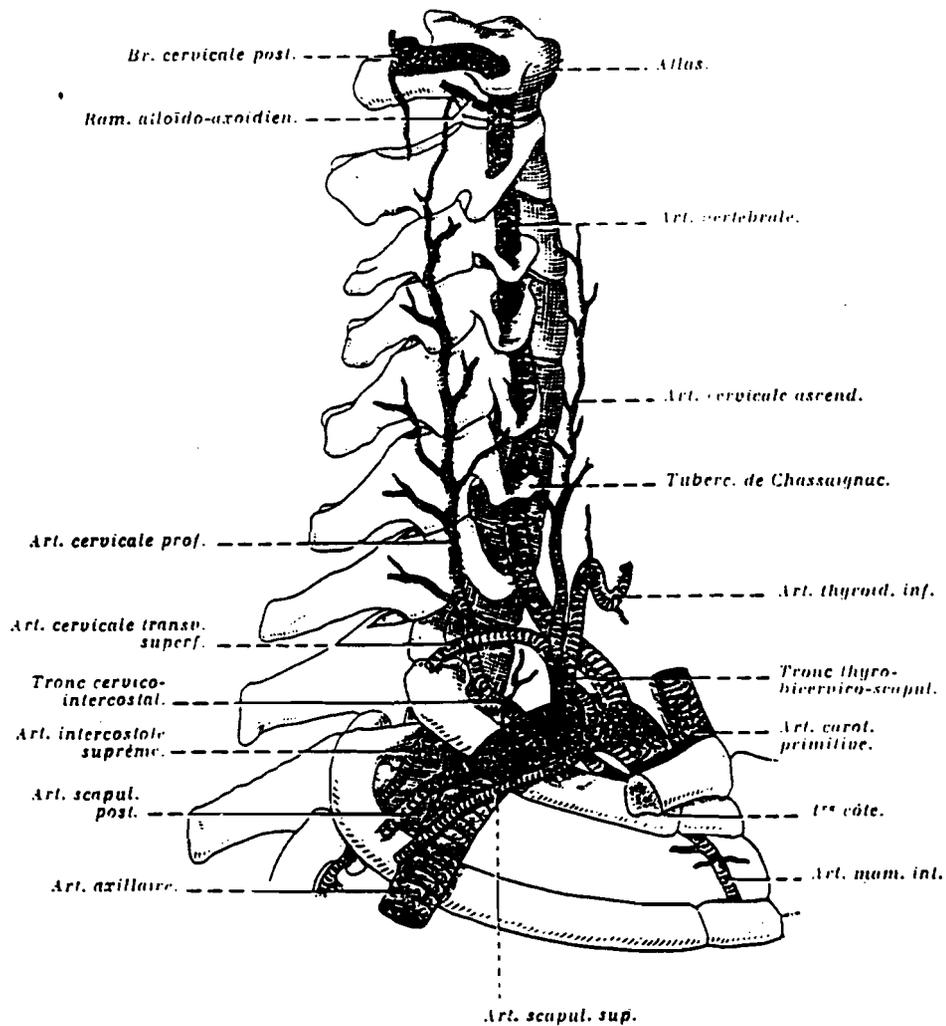
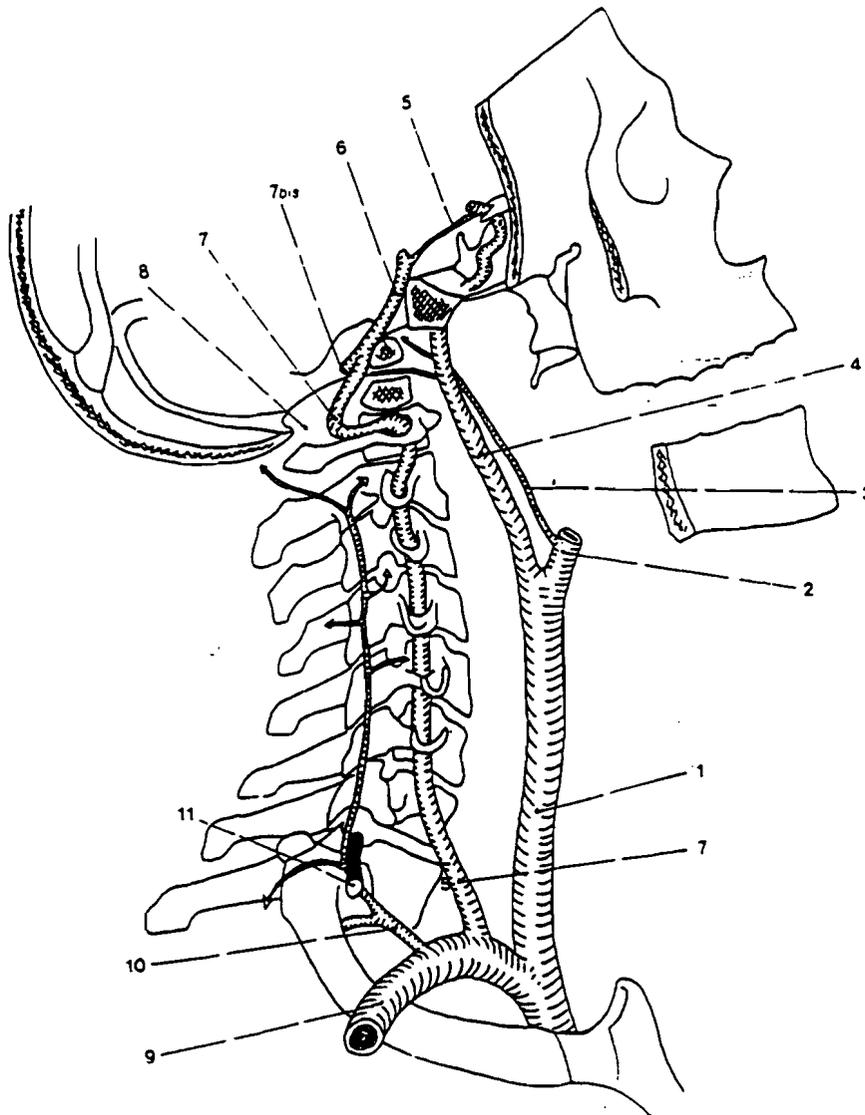


Figure n° 1  
 Artère subclavière droite et ses branches, Vue latérale  
 (d'après PATURET 1964)



1. Artère carotide primitive

2. Artère carotide externe

3. Artère pharyngienne  
ascendante

4. artère carotide interne

5. Artère communicante  
postérieure

6. Tronc basilaire

7. Artère vertébrale droite

7bis. Artère vertébrale gauche

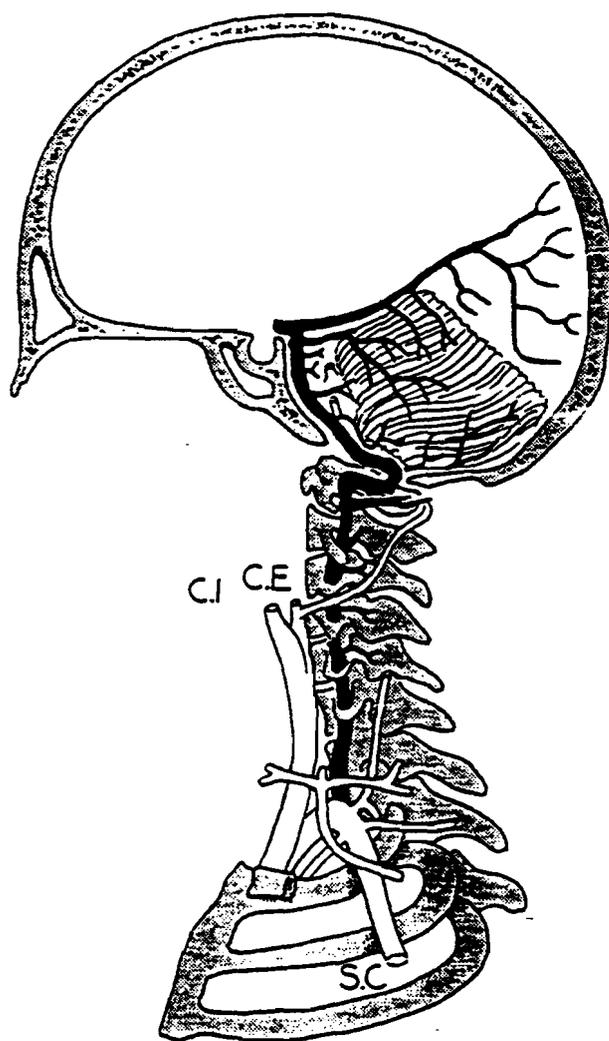
8. trou occipital

9. Tronc cervico-intercostal

10. Artère subclavière

11. 8ème nerf cervical

Figure n° 2  
**Artères à destinée cérébrale**  
 (d'après MONOD et DUHAMEL 1982)



Trajet cervical de l'artère vertébrale. C I : a. carotide interne.  
C E : a. carotide externe. S C : a. sous-clavière.

Figure n° 3  
Trajet cervical de l'artère vertébrale  
(d'après C. DEROUESNE 1967)

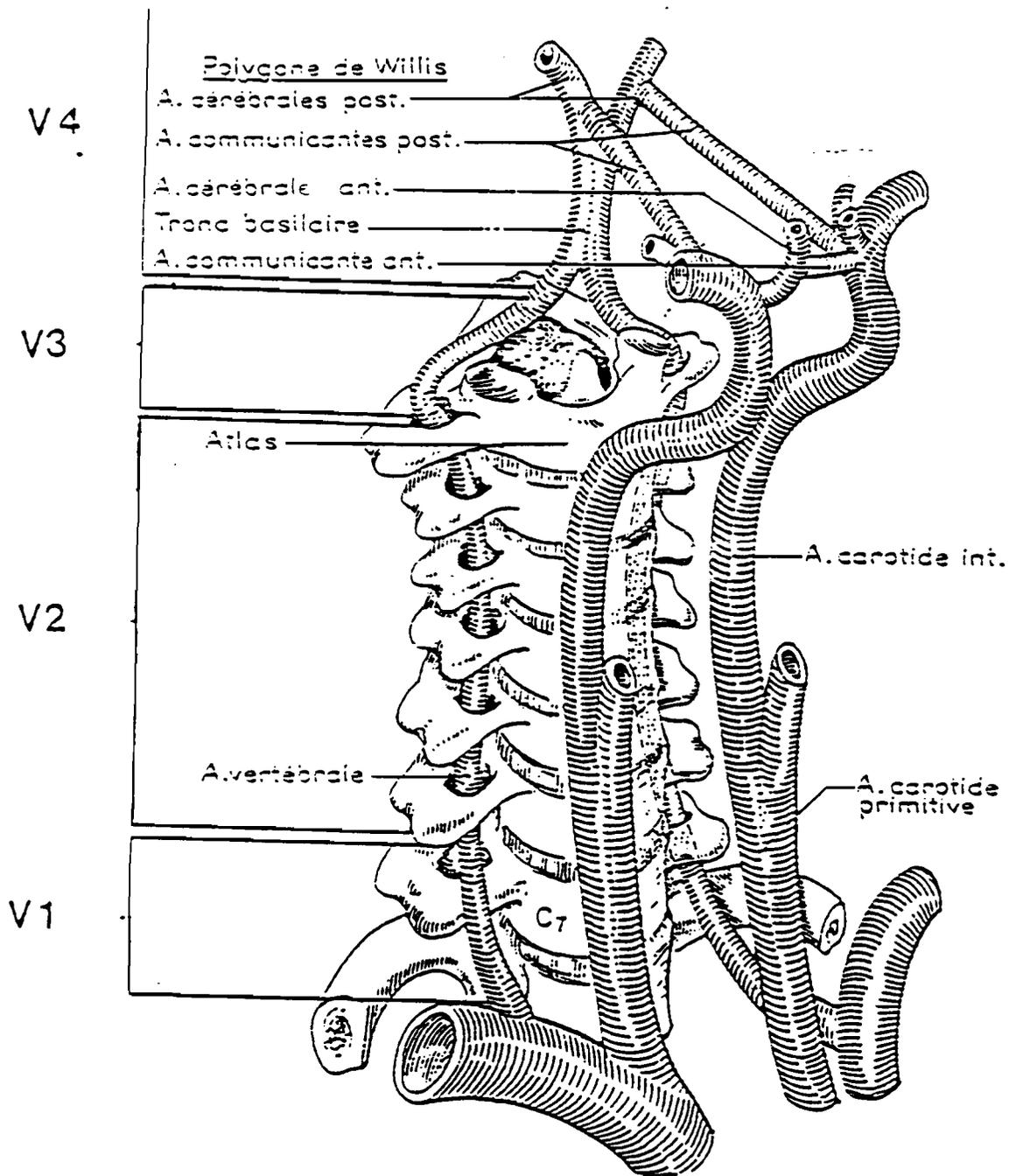
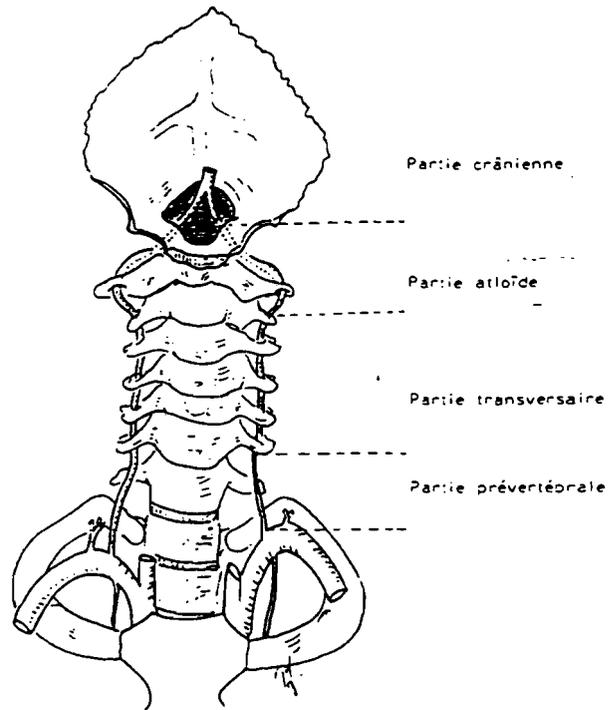
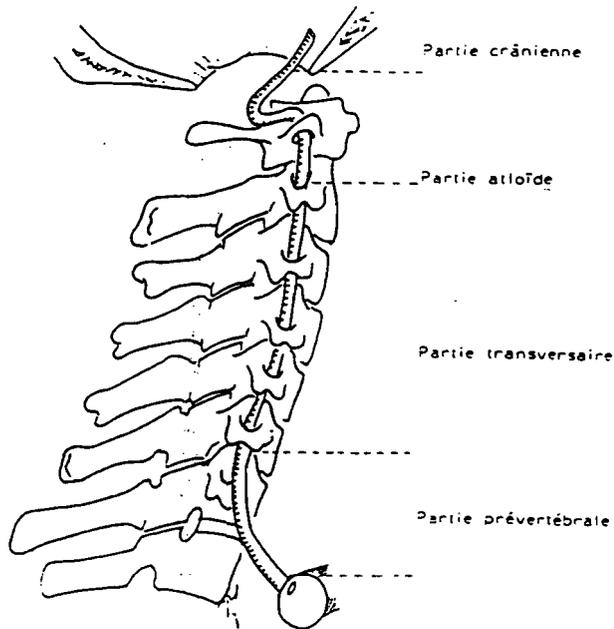


Figure n° 4  
 Les 4 segments de l'artère vertébrale et le cercle artériel de la  
 base (polygone de WILLIS)  
 (selon WALIGORA et PERLEMUTER 1976)



**Figure n°5**  
**Les quatres segments de l'artère vertébrale (vue de face)**  
 (D'après P. FOULON 1991)



**Figure n°6**  
**Les quatres segments de l'artère vertébrale (vue de profil)**  
 (D'après P. FOULON 1991)

## **I-1-2- Anatomie descriptive**

### **I-1-1-1- Segment cervical prétransversaire V1**

C'est le premier segment de l'artère, de son origine au niveau de l'artère subclavière jusqu'à son entrée dans le foramen transversaire de la sixième vertèbre cervicale C6.

L'artère vertébrale naît à la face supérieure de l'artère subclavière en regard de la première vertèbre thoracique Th1, la gauche naissant légèrement plus bas, plus en dedans et plus en arrière, pour se diriger obliquement en haut, en arrière et en dedans dans la partie profonde du creux supraclaviculaire, entre les muscles scalènes et prévertébraux.

Il existe de nombreuses variations anatomiques d'origine avec en corollaire des variations de trajet. Ce segment est en moyenne long de 4 cm.

Dans cette portion de son trajet, l'artère se situe en arrière de la veine jugulaire interne, de l'artère carotide commune et de la veine vertébrale; en avant du ganglion étoilé et du nerf de François Franck qui part du pôle supérieur de ce ganglion. (Fig n° 7)

### **I-1-1-2- Segment transversaire V2**

Il s'étend de la sixième vertèbre cervicale C6 à la deuxième C2 selon la plupart des auteurs, de C6 à C3 selon certains comme LAZORTHES (106).

L'artère vertébrale pénètre généralement dans le foramen transversaire de C6, parfois dans celui de C5.

FRANCKE J.P. (1971) a trouvé sur 2642 observations, 89,8 % de cas où l'artère pénétrait en C6, 6,3 % en C5, 3 % en C7 et exceptionnellement en C3. Cette pénétration se faisait dans 85 % des cas de façon symétrique.

Puis l'artère chemine de façon à peu près verticale à l'intérieur du canal ostéoligamentaire formé par les foramens des apophyses transverses des vertèbres cervicales, et par les ligaments et muscles intertransversaires antérieurs et postérieurs, en suivant la courbe de la lordose cervicale. (Fig. n° 8)

Elle est accompagnée dans son trajet par la veine vertébrale en dehors et le nerf de François Franck en arrière et en dedans, formant le pédicule vertébral. C'est un véritable plexus périartériel qui l'accompagne. (Fig. n° 9)

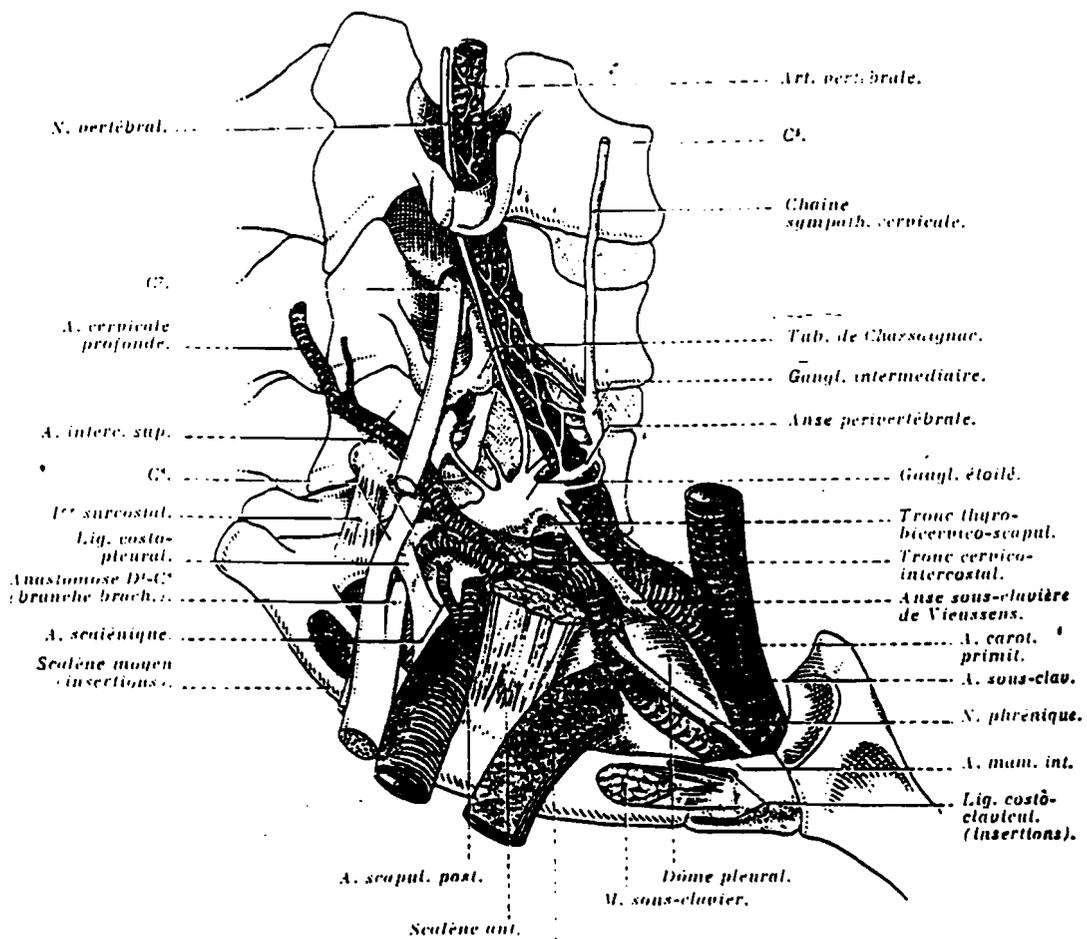


Figure n° 7  
 Segment cervical prétransversaire et ses rapports  
 (d'après PATURET 1964)

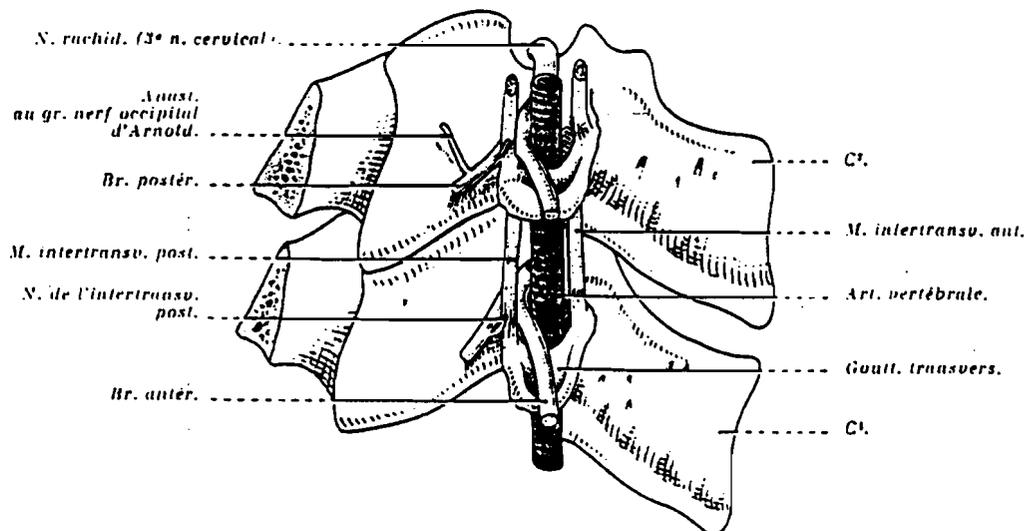


Figure n° 8  
 Rapport de l'artère vertébrale dans le canal transversaire  
 (d'après PATURET 1964)

Au niveau de chaque trou de conjugaison qui ouvre en dedans le canal transversaire, l'artère émet, en dehors, des artères musculaires, et en dedans, des branches radiculaires qui peuvent s'anastomoser avec les artères spinales antérieures et postérieures pour participer au réseau artériel médullaire.

- Il existe des cas exceptionnels où l'artère vertébrale n'a carrément pas de trajet intra transversaire. BARBIERI, dans sa « Monografia dell arteria vertebrale », (cité par 59) a vu l'artère vertébrale s'engager directement dans le crâne sans trajet intratransversaire.

### **I-1-1-3- Segment axoïdo-atloïdien ou segment suboccipital V3**

Ce segment va de l'émergence du foramen transversaire de C2 jusqu'à la traversée de la membrane atlanto-occipitale.(Fig. n° 9)

Dans ce trajet l'artère change deux fois de direction, décrivant une double boucle dite "boucle de sécurité" ou "boucle de réserve", permettant les mouvements de la charnière occipito-atloïdienne, en particulier la rotation et l'extension. Entre C2 et C1 l'artère décrit une première courbe verticale concave en avant. Entre C1 et la traversée membranaire, elle décrit sa deuxième courbe, horizontale à concavité antérieure, embrassant la face postérieure des masses latérales de l'atlas.(Fig. n° 10,11)

Puis elle pénètre dans le crâne par le foramen occipital en traversant le ligament occipito-atloïdien postérieur au dessus du premier nerf cervical.

FISHER (1961) a décrit à cette portion de l'artère vertébrale cinq sous-segments:

- v1 ou segment vertical de traversée du foramen transversaire de C3  
Il rejoint ainsi LAZORTHES (102) qui arrête son segment V2 à C3.
- v2 lorsque l'artère s'écarte en dehors dans l'espace C3-C2.
- v3 ou segment vertical de traversée du foramen transversaire de C2
- v4 lorsque l'artère se dirige horizontalement en arrière sur la face postérieure de l'atlas.
- v5 lorsque l'artère se redresse pour perforer la dure-mère rachidienne sous le trou occipital.

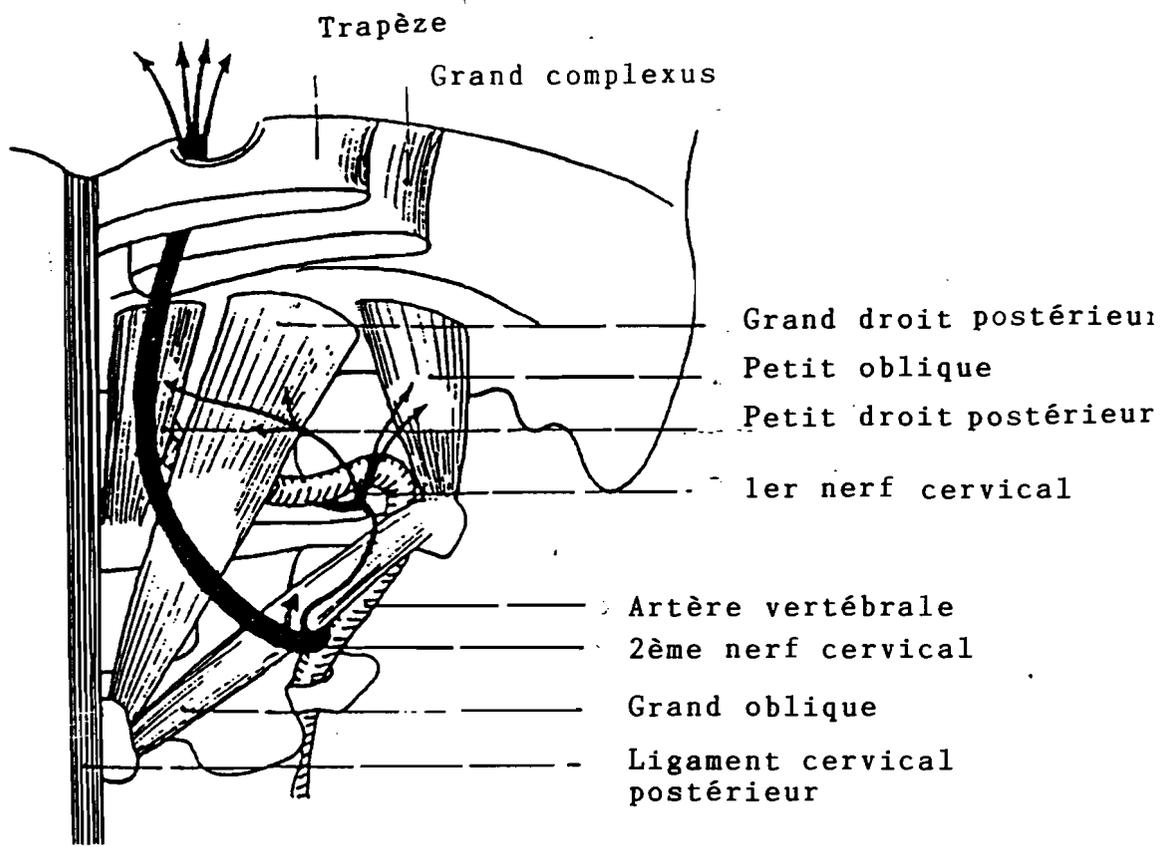


Figure n° 9  
**Segment suboccipital V3 de l'artère vertébrale**  
 (D'après MONOD et DUHAMEL 1982)

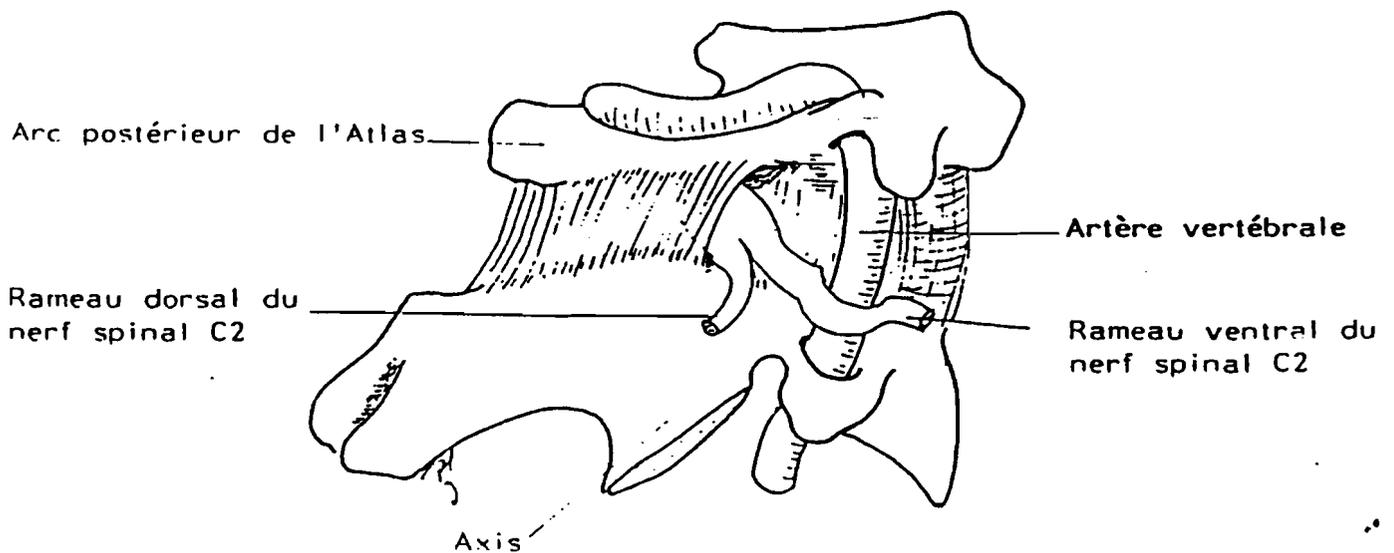
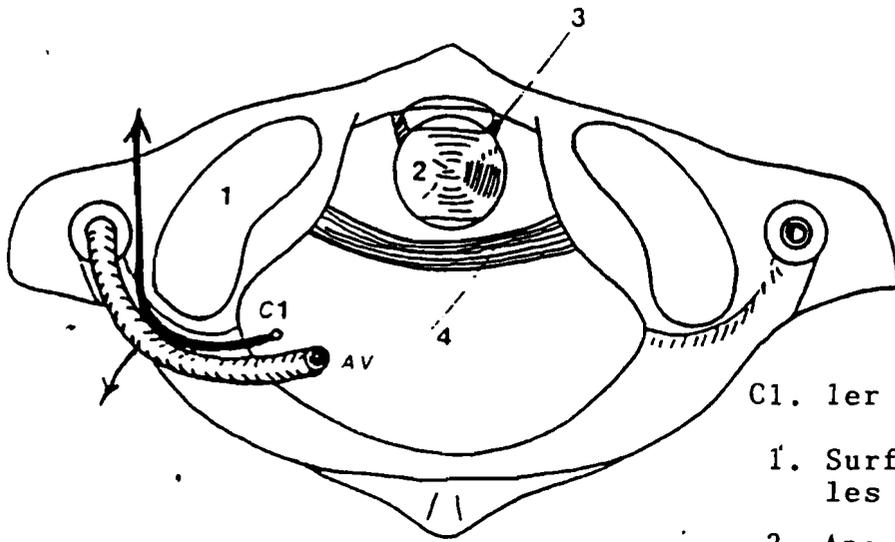


Figure n° 10  
**Rapport de la partie atloïde de l'artère vertébrale**  
 (D'après FOULON P. 1991)



- C1. 1er nerf cervical
1. Surface articulaire avec les condyles occipitaux
  2. Apophyse odontoïde
  3. Capsule odontoïdo-atloïdienne
  4. Ligament transverse

Figure n° 11  
L'artère vertébrale dans la gouttière de l'atlas  
(D'après MONOD et DUHAMEL 1982)

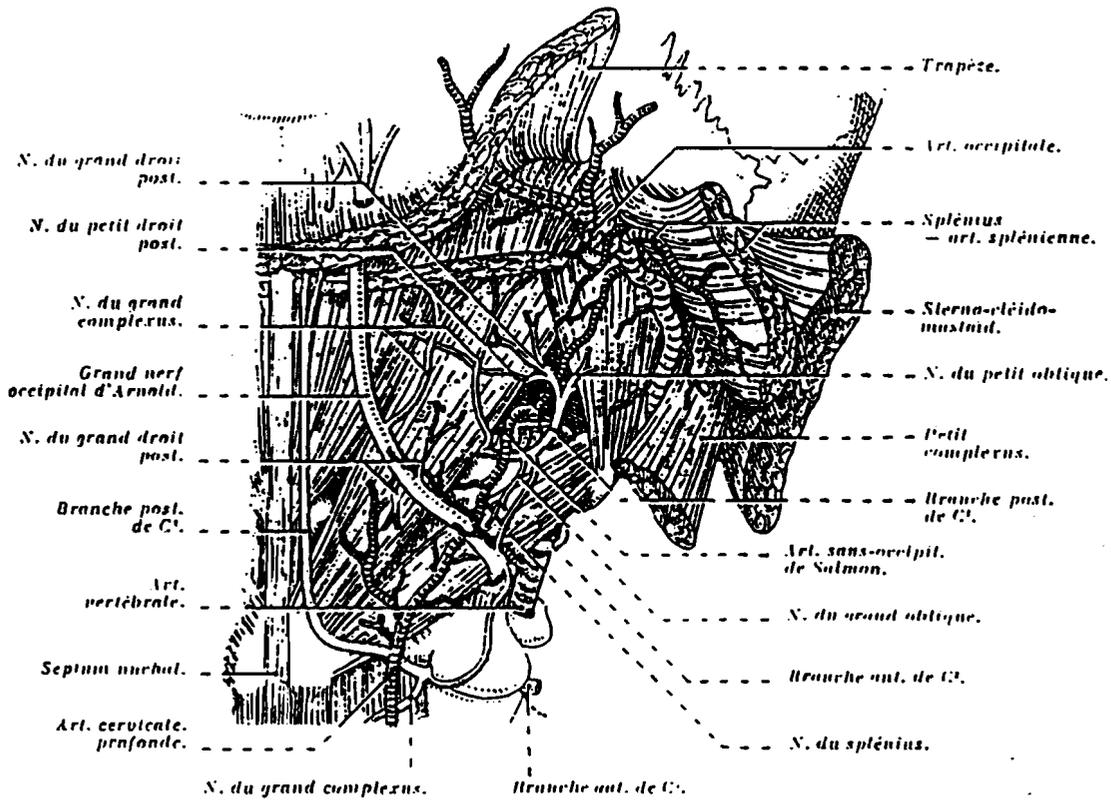


Figure n° 12  
L'artère vertébrale au niveau du Triangle de TILLAUX  
(D'après PATURET 1964)



Région profonde de la nuque (la tête est dans une forte flexion). (Grandeur naturelle; adulte).

ACP, artère cervicale profonde.

AO, artère occipitale.

AT, atlas.

AV, artère vertébrale.

AX, axis.

D, ventre postérieur du muscle digastric.

ESA, espace compris entre l'atlas et l'axis.

ESO, espace compris entre l'occipital et l'axis.

GD, muscle grand droit postérieur.

GO, muscle grand oblique.

N, branche postérieure de la 1<sup>re</sup> paire cervicale.

NSO, branche postérieure de la 2<sup>e</sup> paire cervicale, ou grand nerf sous-occipital.

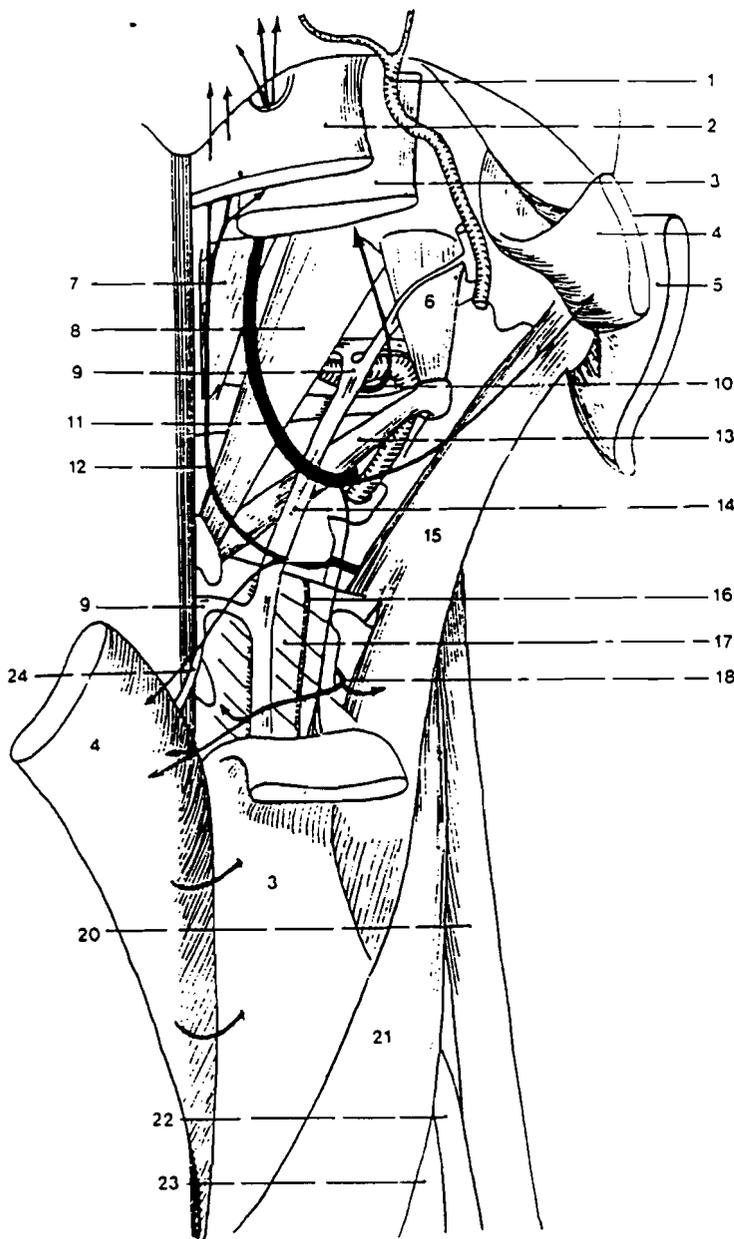
PD, muscle petit droit postérieur.

PO, muscle petit oblique.

SL, muscle sous-occipital.

TE, muscle transversaire des épineux.

Figure n° 13  
Le trigone suboccipital  
(d'après TILLAUX 1897)



1. Artère vertébrale
2. Trapèze
3. Grand complexus
4. Splénus de la tête
5. Sterno-cléïdo-mastoïdien
6. Petit oblique
7. Petit droit postérieur
8. Grand droit postérieur
9. Plexus veineux sous-occipital
10. 1er nerf cervical
11. Grand nerf occipital d'Arnold
12. 3ème nerf cervical
13. Grand oblique
14. Veine jugulaire postérieure
15. Petit complexus
16. Artère cervicale profonde
17. Transversaire épineux
18. 4ème nerf cervical
19. Anastomose de 2 veines jugulaires postérieures
20. Angulaire
21. Splénus du cou
22. Cervical ascendant
23. Transversaire du cou
24. Veine médiane ou azygos dorsale de GODMAN

Figure n°14  
 Région de la nuque  
 (d'après MONOD et DUHAMEL 1982)

FRANCKE J. P. (60), lui, décrit 3 inflexions à ce segment:

- une première dans le canal de C2, concave en bas et en dehors
- une deuxième dans l'espace C2-C1, concave en haut et en dedans, et dont l'angle varie selon les mouvements de rotation de la tête: augmente lorsque la direction du mouvement est homolatérale à l'artère, et diminue dans le sens inverse. Cette portion est directement en rapport avec la branche antérieure du deuxième nerf cervical.

- une troisième après la traversée de C1, qui porte l'artère vers la gouttière vertébrale de C1, en rapport avec les racines antérieure et postérieure des veines vertébrales qui fusionnent.

Puis l'artère décrit une crosse horizontale à concavité antérieure qui embrasse la face postérieure de la masse latérale de la gouttière vertébrale de C1.

Certains auteurs comme FISHER (56) limitent ce segment V3 à la traversée méningée plutôt qu'à la traversée du ligament occipito-atloïdien.

Dans ce trajet l'artère abandonne un rameau atloïdo-axoïdien mais surtout une branche cervicale postérieure, musculaire, qui s'anastomose avec la cervicale profonde, branche de la carotide externe, et l'occipitale pour former le noeud artériel suboccipital.

Elle est en rapport direct avec le muscle grand oblique de la tête, et plus en arrière, avec le splenius et le trapèze. Elle est palpable entre la branche montante de la mandibule et la mastoïde.(Fig. n°12,13,14)

#### **I-1-1-4- Segment intra-cranio-rachidien et subarachnoïdien, Segment intracrânien ou Segment terminal V4**

Il s'étend de la traversée de la membrane atlanto-occipitale jusqu'à la partie médiane du sillon bulbo-protubérantiel où les deux artères homologues se réunissent.

L'artère perfore la membrane occipito-atloïdienne postérieure puis la dure-mère rachidienne pour pénétrer dans le crâne par le foramen magnum. Elle contourne ensuite la face latérale puis antérieure du bulbe et se termine en s'unissant avec l'artère controlatérale pour former le tronc basilaire, grâce à une anastomose par convergence.

Dans ce trajet ,l'artère est située dans l'espace subarachnoïdien et abandonne l'artère méningée postérieure lorsque celle-ci n'est pas née avant la traversée, les artères spinales antérieure et postérieure, la cérébelleuse postérieure et inférieure qui est la plus volumineuse de ses branches collatérales, et l'artère olivaire.

Elle passe en dessous des radicelles de C1, entre la première et la deuxième digitation du ligament dentelé, en avant du tronc spinal du XI, puis du XII et enfin passe en avant de la moelle allongée.(Fig. n°15,16,17)

Les artères vertébrales ont au total un trajet long, du creux supraclaviculaire à la fosse postérieure, faisant en moyenne 25 cm selon KIEFFER (89).

Leur calibre est plus ou moins constant tout au long de ce trajet, d'environ 4,5 à 5 mm pour FRANCKE J.P.(60) avec des extrêmes allant de 2 mm à 7 mm.

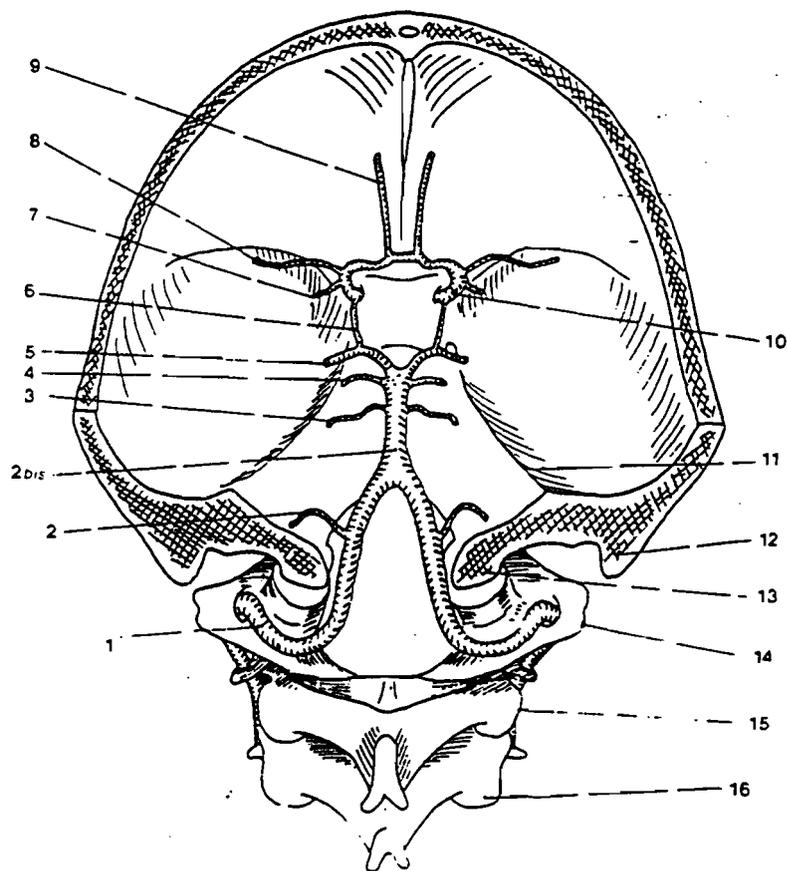
On note une inégalité de calibre généralement en faveur de la vertébrale gauche, bien connue depuis MECKEL J.F. (1825) et DURET H. (1874).

FRANCKE J.P. (1971) a trouvé dans une étude, 40,8 % de cas d'inégalité de calibre, 23,4 % de supériorité droite et 35,8 % de supériorité gauche.

Il a été également noté des cas d'absence d'une vertébrale. Sur 865 observations, FRANCKE J.P. (1971) a trouvé 3,1 % de cas d'absence droite et 1,8 % de cas d'absence gauche.

Cette « absence » peut n'être que fonctionnelle, l'artère étant présente mais hypoplasique sans valeur fonctionnelle réelle. JUNG A. et KEHR P. (1972) dans leurs travaux sur 119 artériographies bilatérales estiment à 2,5 % les cas d'absence anatomique et à 6 % les cas d'absence fonctionnelle.

Les artères vertébrales font donc l'objet de nombreuses variations tant du point de vue de leur origine et de leur trajet que de leur morphologie. La plupart de ces variations s'expliquent par l'embryologie.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Artère vertébrale                             |   |
| 2. Artère cérébelleuse postérieure et inférieure |   |
| 2bis. Tronc basilaire                            |   |
| 3. Artère cérébelleuse inférieure et antérieure  |   |
| 4. Artère cérébelleuse supérieure                |   |
| 5. Artère cérébrale postérieure                  |   |
| 6. Artère communicante postérieure               |   |
| 7. Artère choroïdienne antérieure                |   |
| 8. Artère cérébrale moyenne                      |   |
|  | 9. Artère cérébrale antérieure              |
|  | 10. Artère carotide interne                 |
|  | 11. Bord supérieure de la pyramide pétreuse |
|  | 12. Apophyse mastoïde                       |
|  | 13. Condyle occipital                       |
|  | 14. Atlas                                   |
|  | 15. Axis                                    |
|  | 16. 3ème vertèbre cervical                  |

Figure n° 15  
**Segment intracrânien V4**  
 (selon MONOD et DUHAMEL 1982)

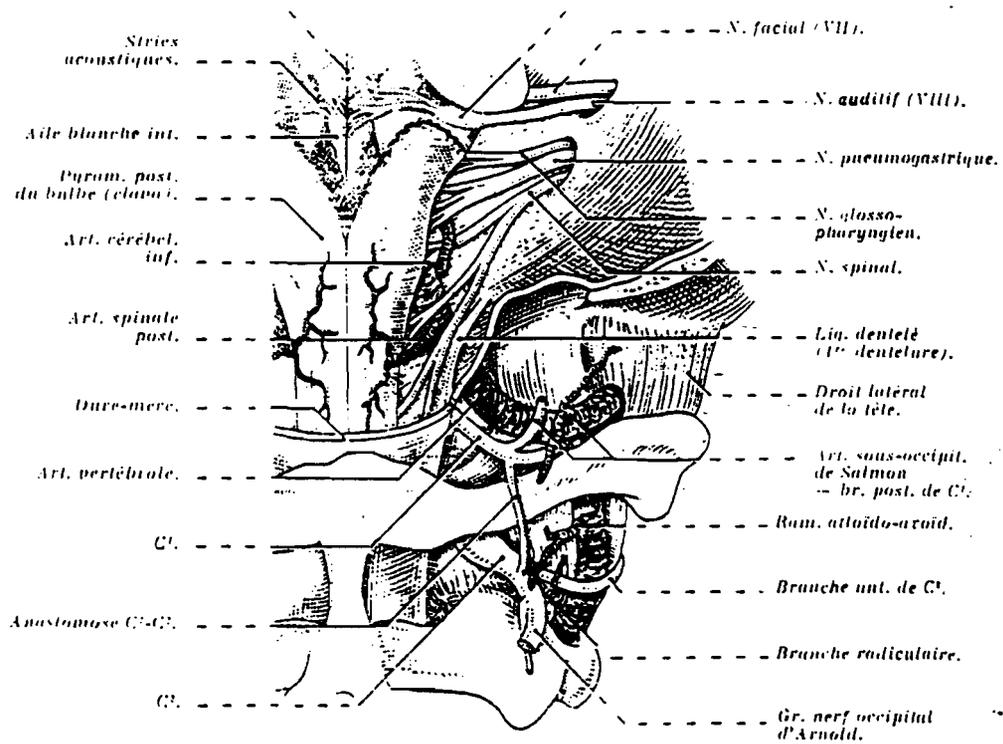


Figure n° 16  
 Rapports de l'artère vertébrale dans ses segments V3 et V4  
 (d'après PATURET 1964)

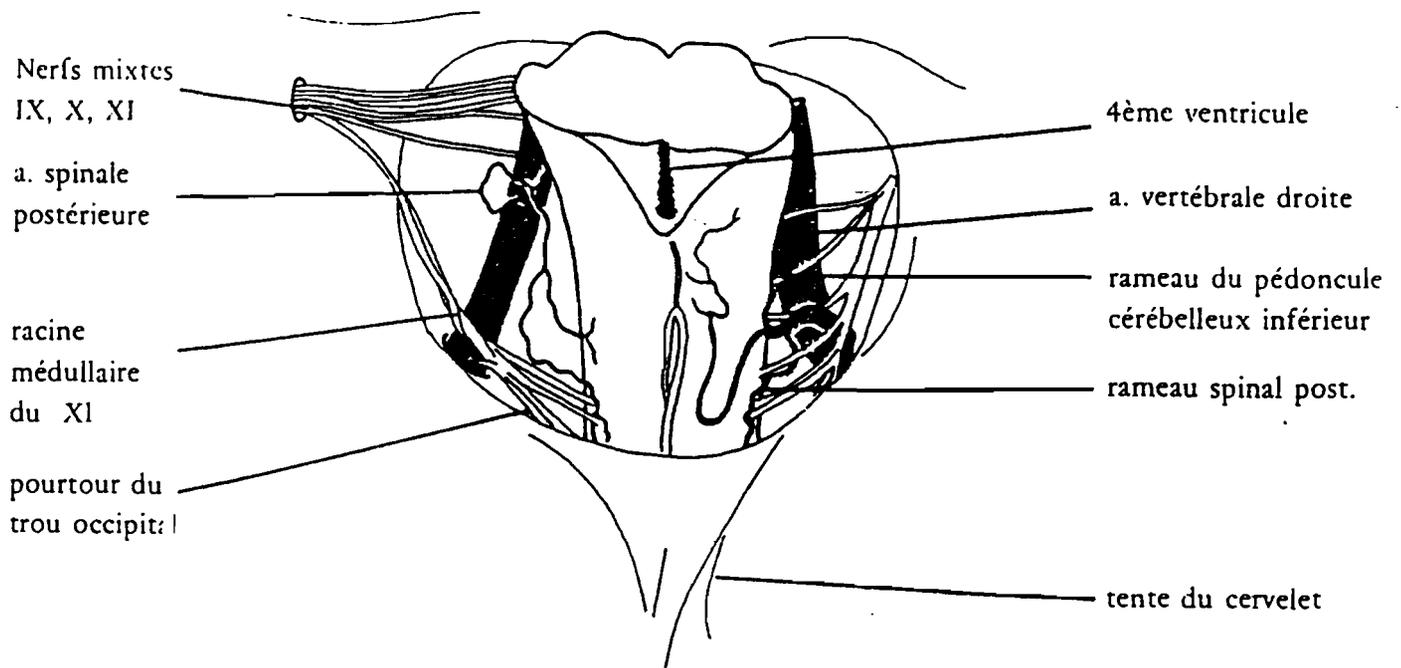


Figure n° 17  
 Rapports du segment V4  
 (d'après FRANCKE J. P. 1971)

## **I-1-2- Innervation**

### **I-1-2-1- Particularité de l'innervation des vaisseaux cérébraux (LAZORTHEs 1949)**

1) Leur innervation est assurée par des plexus nerveux dérivasculaires importants qui pénètrent dans le crâne avec les troncs artériels d'apport, à savoir les deux carotides internes et les deux vertébrales, et se continuent jusqu'aux vaisseaux corticaux, choroïdiens et centraux.

2) Ces rameaux nerveux proviennent des centres orthosympathiques des trois premiers segments thoraciques, font relais dans les ganglions correspondants et remontent dans la chaîne sympathique cervicale jusqu'aux ganglions cervicaux d'où partent les fibres post-ganglionnaires pour les gros vaisseaux du cou.

3) Les quatre contingents de nerfs vasculaires tout comme les quatre grosses artères qui vascularisent le cerveau, s'anastomosent entre eux au niveau du cercle artériel du cerveau (de WILLIS).

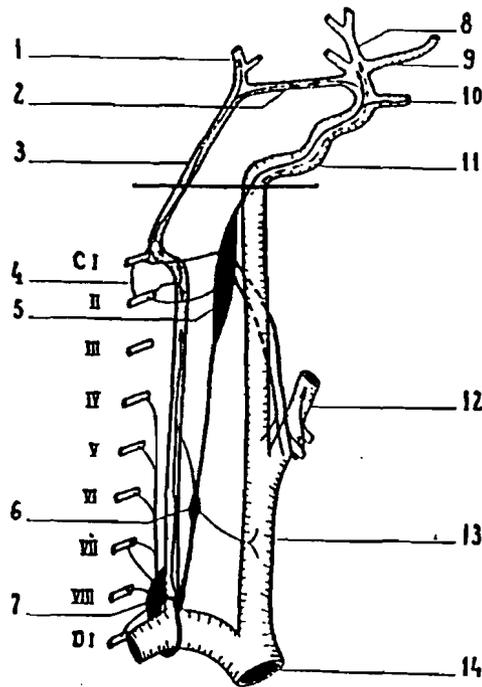
Ainsi les artères à destinée cérébrale constituent leur patrimoine nerveux avant de pénétrer dans le crâne. (Fig. n° 18,19)

### **I-1-2-2- Innervation de l'artère vertébrale**

LAUX et GUERRIER (1939) ont décrit trois territoires de l'artère vertébrale différemment innervés: (Fig. n° 20)

- un segment inférieur entouré par un plexus nerveux formé par les anastomoses des troncs antérieur et postérieur du nerf vertébral et qui s'arrête au niveau de C5.

- un segment moyen qui répond à C5 et C4, innervé par un rameau d'origine variable permettant de décrire deux types de disposition: le type I (30 % des cas) où le rameau provient du ganglion cervical moyen et le type II (70 %) où le rameau provient du groupe ganglionnaire inférieur. Ce rameau se divise en « T » à la face antérieure de l'artère pour donner deux branches, ascendante et descendante, qui s'anastomosent avec les groupes nerveux supérieur et inférieur.



L'innervation des artères vertébrales et carotides internes. — 1. Cérébrale post. — 2. Communicante post. — 3. Tronc basilaire. — 4. Anse de l'atlas. — 5. Ganglion cervical supérieur. — 6. Ganglion cervical moyen. — 7. Ganglions stellaire et intermédiaire. — 8. Sylvienne. — 9. Cérébrale antérieure. — 10. Ophthalmique. — 11. Carotide interne. — 12. Carotide externe. — 13. Carotide primitive. — 14. Tronc brachio-céphalique. Le trait plein représente la base du crâne.

Figure n° 18

L'innervation de artères vertébrales et carotides internes  
(d'après LAZORTHEs et REIS 1942 )

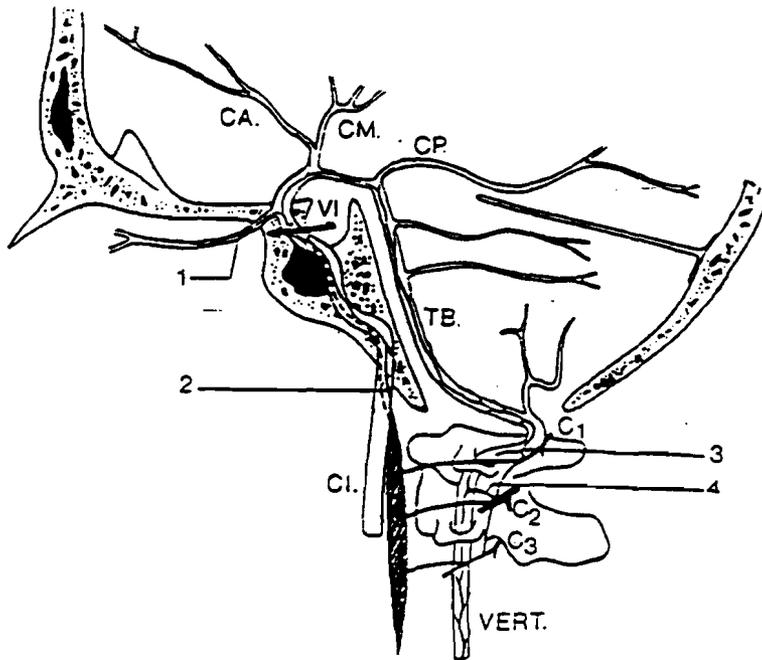


Figure n° 19

Plexus carotidien interne et vertébro-basilaire  
(d'après G. LAZORTHEs Thèse 1949)

- un segment supérieur pouvant être subdivisé en deux parties, une inférieure innervée par un filet nerveux provenant de C3 et une supérieure recevant des pédicules nerveux provenant du sympathique, du vague et de l'hypoglosse par l'intermédiaire de l'anse de l'atlas.

LAZORTHES (101) quant à lui distingue un nerf vertébral qui n'existe que dans la partie inférieure de l'artère et un plexus périartériel qui accompagne l'artère sur toute sa hauteur et se continue au tronc basilaire.

Cette distinction résulte de ses travaux avec REIS (1942) où ils distinguent deux segments d'innervation de l'artère vertébrale.

1) Le premier segment correspond à la portion verticale de l'artère jusqu'à l'axis, innervé par le nerf vertébral composé de deux contingents, l'un antérieur et l'autre postérieur ; le nerf vertébral antérieur naît du ganglion intermédiaire ou des branches périvertébrales externes et internes, et monte contre la face postérieure de l'artère. Le nerf vertébral postérieur, plus important, émerge par une ou deux racines du ganglion étoilé et monte contre la face postérieure de l'artère.

Ces deux contingents contribuent à former jusqu'au niveau de C5 un plexus périartériel qui peut être renforcé par un nerf vertébral accessoire provenant du ganglion cervical moyen.

2) Le deuxième segment correspond à la portion sinueuse de l'artère avant son entrée dans le crâne et est innervé par un plexus périartériel qui se constitue à partir de deux groupes de filets nerveux: un groupe inférieur provenant de l'anse de l'atlas ou du deuxième nerf cervical et qui au niveau de l'artère se divise en une branche ascendante et en une branche descendante, et un groupe supérieur issu du premier nerf cervical ou de l'anse de l'atlas et qui donne également un rameau ascendant et un rameau descendant.

Ce plexus supérieur se poursuit dans le crâne où il innerve la portion intracrânienne de l'artère. Depuis HOVELACQUE (1926), on sait qu'il est possible de le suivre jusque sur le tronc basilaire et ses collatérales.

### I-1-2-3- Innervation des différents segments de l'artère

Les travaux de LAUX et GUERRIER (1939), LAZORTHES et REIS (1942) et ceux de FRANCKE J.P. (1971) permettent de préciser l'innervation des différents segments de la vertébrale. (Fig. n° 20,21,22)

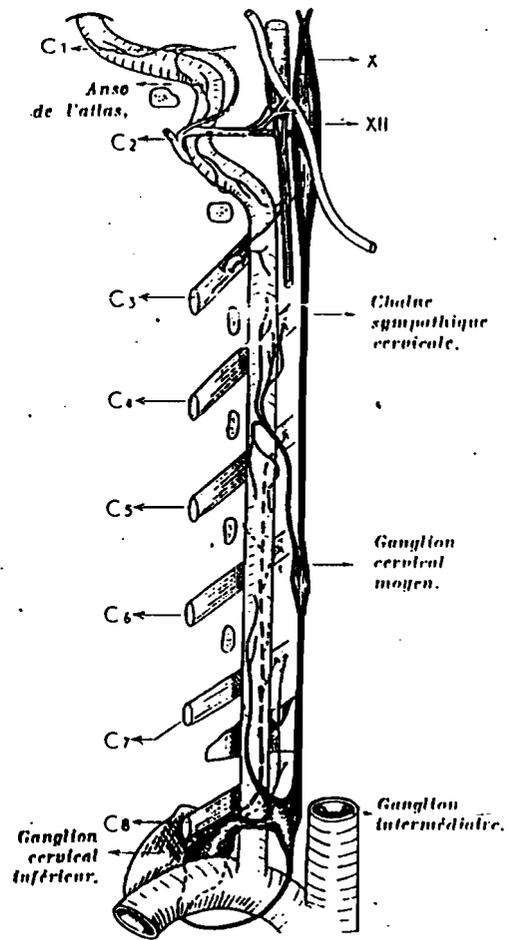
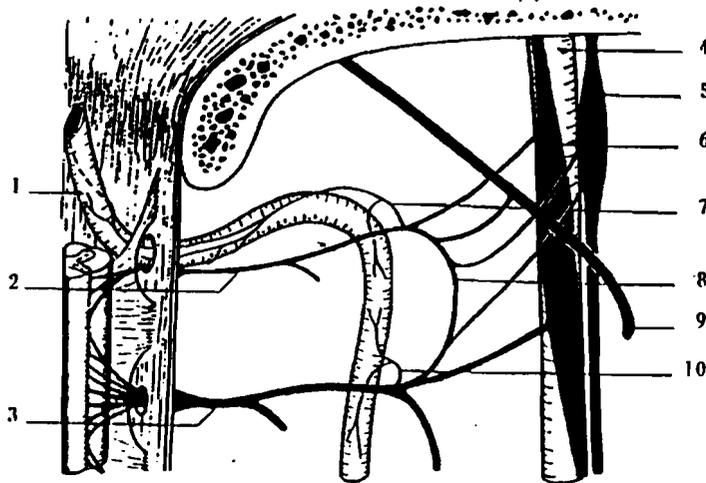
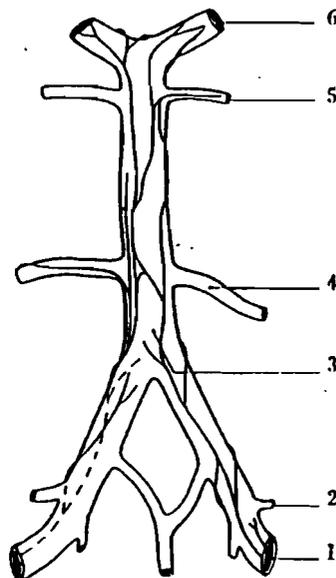


Figure n° 20  
 Innervation de l'artère vertébrale  
 (d'après LAUX et GUERRIER 1939)



L'innervation de la partie supérieure de l'artère vertébrale. — 1. Artère vertébrale. — 2. Premier nerf cervical. — 3. Deuxième nerf cervical. — 4. Carotide interne. — 5. Pneumogastrique. — 6. Ganglion cervical supérieur. — 7. Nerf vasculaire supérieur. — 8. Anse de l'atlas. — 9. Grand hypoglosse. — 10. Nerf vasculaire inférieur.

Figure n° 21  
**Innervation de la partie supérieure de l'artère vertébrale**  
 (d'après LAZORTHES et REIS 1942)



L'innervation du tronc basilaire. 1. Artère vertébrale. — 2. Artère cérébelleuse inférieure. — 3. Tronc basilaire. — 4. Artère cérébelleuse moyenne. — 5. Artère cérébelleuse supérieure. — 6. Artère cérébrale postérieure.

Figure n° 22  
**Innervation de l'artère vertébrale intracrânienne**  
**et du tronc basilaire**  
 (d'après LAZORTHES et REIS 1942)

Le segment V1 est innervé par le nerf vertébral qui reçoit des rameaux du ganglion stellaire et/ou des ganglions intermédiaires.

Le plexus périartériel vertébral se forme et va accompagner l'artère sur toute sa longueur jusque dans le crâne.

Au niveau du segment V2 il est formé par un nerf vertébral antérieur, grêle, issu du ganglion intermédiaire ou de l'anse de l'artère et un nerf vertébral postérieur, plus volumineux, issu par une ou deux racines de la face postérieure du ganglion stellaire.

Le segment V3 reçoit deux filets l'un supérieur et l'autre inférieur provenant de l'anse de l'atlas et/ou directement de la branche antérieure du deuxième nerf cervical pour le filet inférieur et du premier nerf cervical pour le filet supérieur.

Le plexus périartériel de V3 se poursuit dans le crâne au niveau du segment V4.

Ce sont des filets nerveux grêles, anastomosés en un plexus à larges mailles. A ce plexus, participeraient selon LAUX et GUERRIER (98), des filets nerveux provenant du premier nerf cervical, du vague, du spinal et du grand hypoglosse.

En résumé, l'innervation de l'artère vertébrale est assurée par un plexus périartériel riche qui se constitue, s'épuise et se reconstitue au fur et à mesure, selon les différents segments de l'artère.

GEORGE O. (1957) en décrivant le paquet vasculo-nerveux vertébral parle de ce plexus périartériel:

« c'est le nerf vertébral de François Franck qui donne des rameaux vasculaires qui vont contribuer à former le plexus périartériel avec des filets issus de l'un des trois ganglions du sympathique cervical selon l'étage considéré. » (Fig. n° 23)

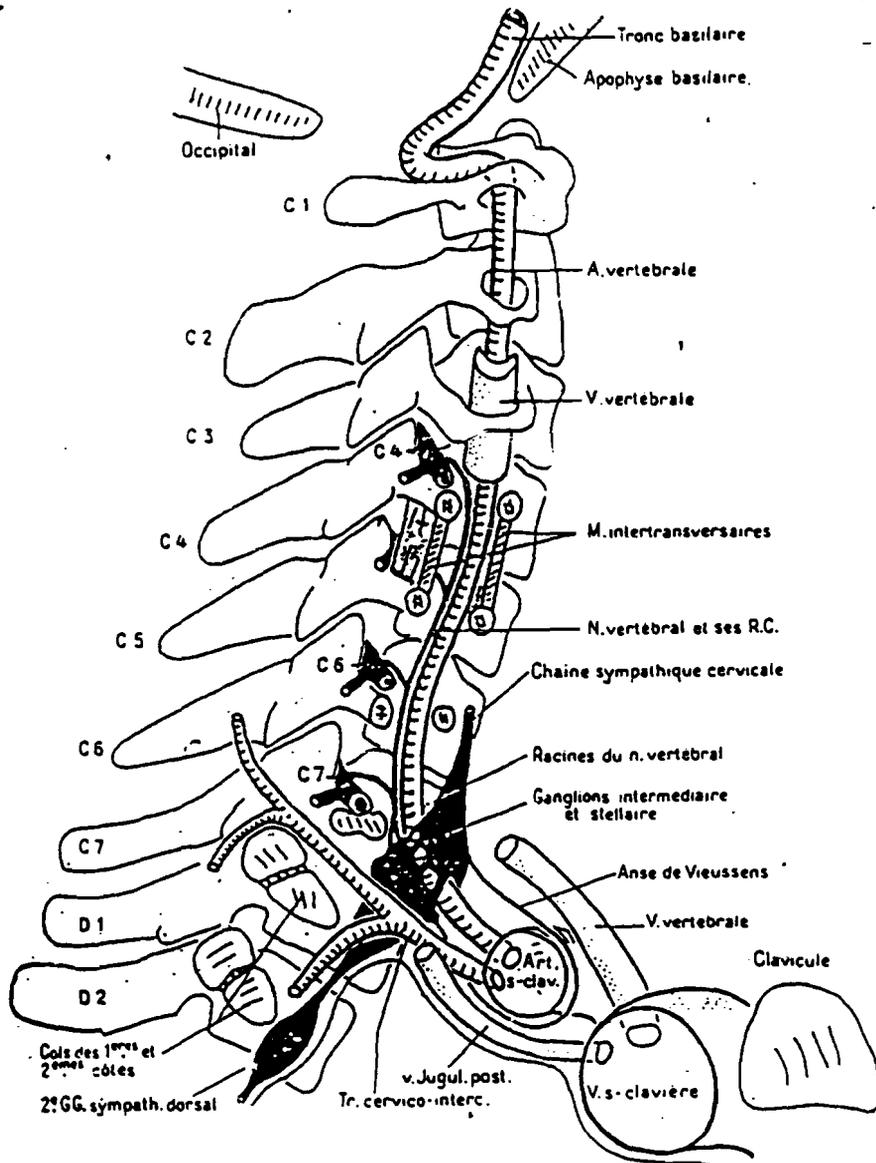


Figure n° 23  
**Le paquet vasculo-nerveux vertébral**  
 (d'après GEORGES OLIVIER 1964)

## **I-2- Rappel sur la morphogenèse de l'artère vertébrale**

Nous rappellerons l'embryologie générale du système artériel de l'encéphale qui est assez complexe avant de décrire les particularités de l'artère vertébrale.

LAZORTHES (1976) a retenu dans la littérature trois grands noms en ce qui concerne le développement des artères encéphaliques:

1) STEETER G.L. qui en 1918 distingue cinq stades dans la formation du système vasculaire cérébrale et dans l'adaptation des vaisseaux au développement du cerveau à savoir le stade angioblastique, le développement des artères, veines et capillaires, la pénétration des vaisseaux perforants, la construction du réseaux en canaux plus larges et la différenciation histologique.

2) CONGDON E.D. qui en 1922 propose une description complète de l'évolution embryologique des arcs aortiques.

3) PADGET D.H. qui publie en 1948-49 une étude basée sur le dessin et la reconstruction des coupes de 22 embryons âgés de 3,5 à 7 semaines c'est-à-dire de la phase d'apparition de la carotide primitive au moment où la quasi totalité des artères du cerveau a atteint sa disposition définitive.

De nombreux auteurs ont par la suite précisé différents points particuliers du développement du système artériel cérébral.

Il présente une embryologie simplifiée à partir des travaux de PADGET, remontant de l'embryon de 2 mm soit environ 21 jours jusqu'à un embryon de 24 mm soit environ 45 jours, correspondant au stade VI de PADGET où la disposition artérielle est déjà celle retrouvée chez l'adulte.

### **I-2-1- Mise en place du système artériel de l'encéphale**

#### **I-2-1-1- Ebauche**

(Fig. n° 24,25,26)

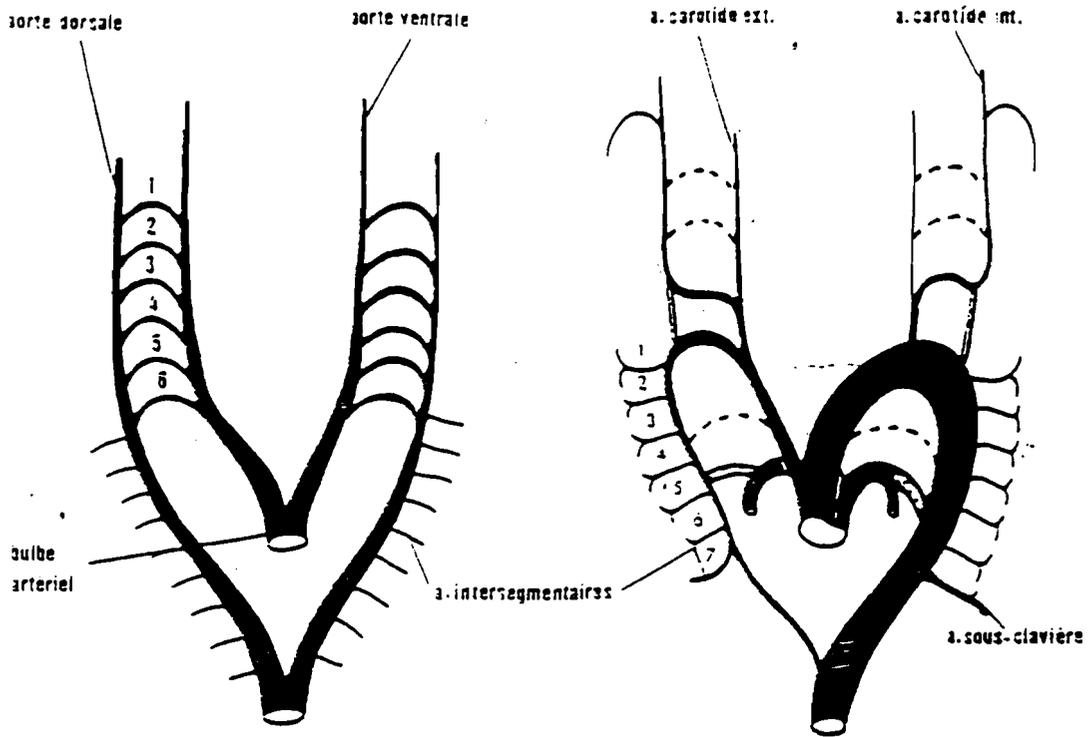


Figure n° 24  
 Evolution des arcs aortiques  
 (d'après LAZORTNES )

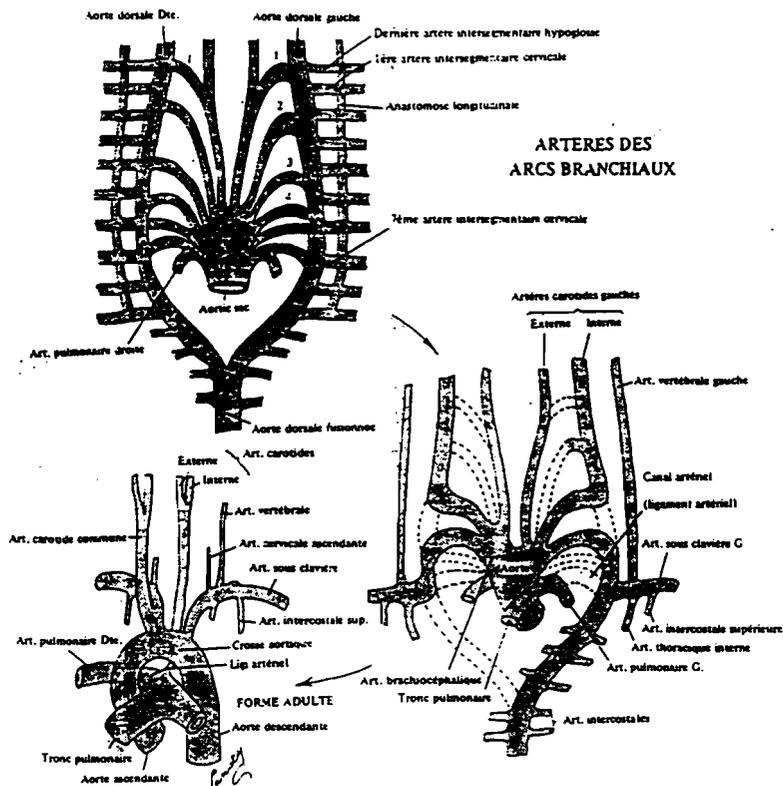


Figure n° 25  
 Artères des arcs branchiaux  
 (d'après BEN PANSKY 1986)

Très tôt, dès la troisième semaine, alors que la gouttière neurale n'est pas encore fermée, la circulation cérébrale est rapidement plus importante qu'au niveau des autres organes.

Le prosencéphale est irrigué en premier par l'extrémité des aortes dorsales qui donneront les carotides internes (ACI).

La vascularisation du mésencéphale et du rhombencéphale est plus tardive.

Le système vertébro-basilaire apparaît secondairement.

Les deux aortes dorsales et ventrales sont d'emblée en continuité par l'intermédiaire du premier arc aortique.

### **I-2-1-2- Stade de 3 mm ou 24 jours**

Les deux premiers arcs aortiques sont visibles.

Les aortes dorsales s'étendent de la région crâniale à la région caudale émettant les artères segmentaires paires.

Le tube cardiaque bât déjà, dès le 23ème jour. (Fig. n° 26)

### **I-2-1-3- Stade de 4 mm ou 28 jours**

Les parties caudales des aortes fusionnent pour former l'aorte définitive.

Les quatre premiers arcs aortiques sont visibles. (Fig. n° 26)

### **I-2-1-4- Stade de 4 à 5 mm ou 30 jours, ou stade I de GADGET**

Les deux premiers arcs aortiques commencent à régresser: le premier donne l'artère mandibulaire et le deuxième l'artère hyoïdienne.

L'artère carotide interne qui s'est développée se divise au voisinage du sommet de la vésicule optique en une branche caudale qui donnera la communicante postérieure et en une branche crâniale.

On reconnaît deux artères sous forme d'un plexus dense, l'artère ophthalmique primitive et l'artère maxillaire primitive.

On reconnaît également les deux artères longitudinales alimentées par l'artère trigémينية, les deux artères segmentaires et les artères hypoglosses primitives. (Fig.n° 27)

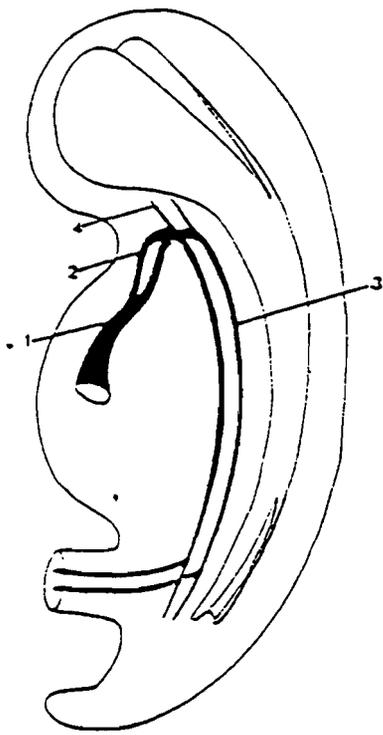


FIG. 3

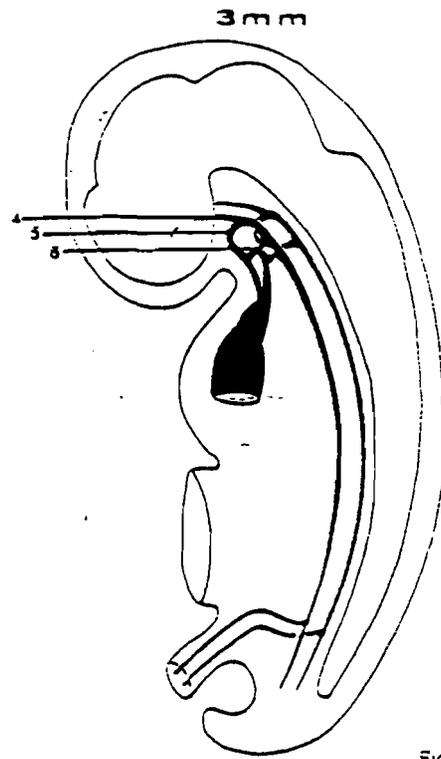


FIG. 9

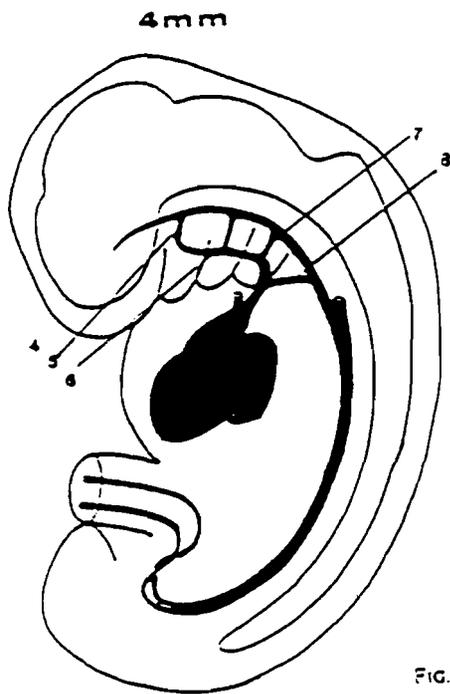


FIG. 10

- FIG. 3, 9 et 10  
 1 - bulbe artériel  
 2 - aorte ventrale  
 3 - aorte dorsale  
 4 - art. carotide interne  
 5 - 1<sup>er</sup> arc aortique  
 6 - 2<sup>e</sup> arc aortique  
 7 - 3<sup>e</sup> arc aortique  
 8 - 4<sup>e</sup> arc aortique

Figure n° 26  
 Mise en place du système artériel de l'encéphale  
 Stades de 2, 3 et 4 mm  
 (d'après LAZORTHES)

### **I-2-1-5- Stade de 5 à 6 mm ou 31 jours, ou stade II de PADGET**

Les parties moyennes des deux artères neurales longitudinales fusionnent sur la ligne médiane pour donner l'artère basilaire.

L'artère carotide interne naît du troisième arc.

L'artère pharyngienne ventrale qui donnera la carotide externe (ACE) est bien développée.

Les relations entre système carotidien, antérieur, et système basilaire, postérieur, se modifient. (Fig. n° 27)

### **I-2-1-6- Stade de 7 à 12 mm ou 26 jours, ou stade III de PADGET**

Stade important par la formation des artères vertébrales, par anastomose des artères segmentaires. Le tronc des premières artères segmentaires commencent déjà à régresser.

L'artère hyoïdienne est volumineuse et s'adapte au développement des structures avoisinantes.

L'artère ophtalmique ventrale apparaît.

Il y a ébauche des artères choroïdiennes, antérieure et postérieure, et des artères cérébrales postérieures. L'artère cérébrale moyenne apparaît également, collatérale de la branche crâniale de la carotide interne. (Fig. n° 27)

### **I-2-1-7- Stade de 12 à 14 mm ou 33 jours, ou stade IV de PADGET**

Un élément important intervient, la formation de l'artère stapédienne à partir de l'artère hyoïdienne. On reconnaît déjà tous les éléments de la disposition définitive:

- les artères vertébrales isolées par la régression du tronc des artères segmentaires
- le système carotidien primitif interne et externe, la partie de l'aorte dorsale entre troisième et quatrième arcs ayant régressé
- les artères cérébrales
- le cercle artériel qui est presque constitué: des bourgeons apparaissent sur les faces internes des artères cérébrales antérieures et tendent à fusionner sur la ligne médiane. (Fig. n° 28)

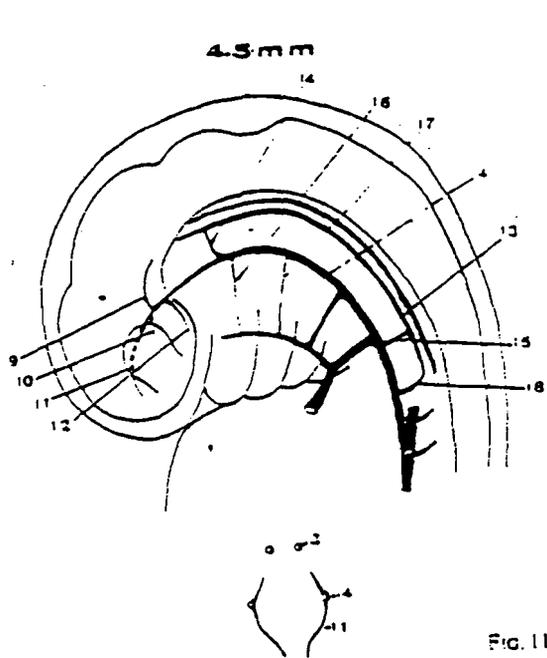


FIG. 11

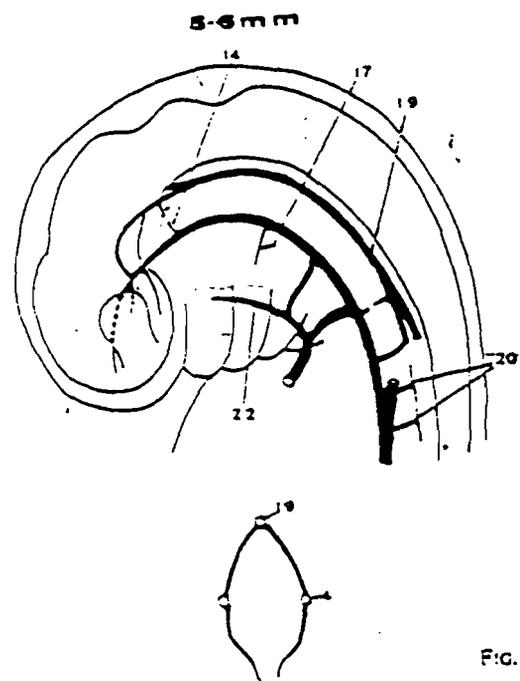


FIG. 12

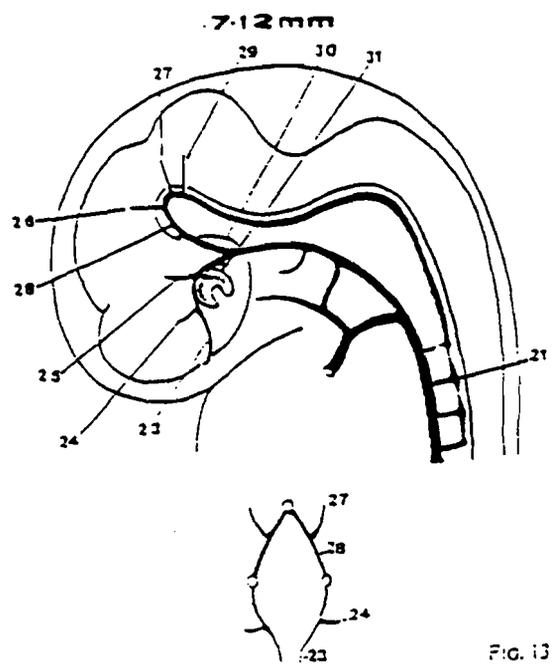


FIG. 13

- FIG. 11, 12 et 13
- 3 - aorte dorsale
  - 4 - a. carotide interne
  - 9 - division caudale de la carotide interne
  - 10 - a. ophtalmique dorsale primitive
  - 11 - division crâniale de la carotide interne
  - 12 - a. maxillaire primitive
  - 13 - a. neurale longitudinale postérieure
  - 14 - a. trigémine primitive
  - 15 - a. hypoglosse primitive
  - 16 - a. mandibulaire
  - 17 - a. hyoïdienne
  - 18 - 1<sup>er</sup> a. segmentaire cervicale
  - 19 - a. basilaire
  - 20 - a. segmentaire
  - 21 - a. vertébrale
  - 22 - a. onaryngienne ventrale (a. carotide ext.)
  - 23 - a. cérébrale antérieure
  - 24 - a. cérébrale moyenne
  - 25 - a. choroidienne antérieure
  - 26 - a. choroidienne postérieure
  - 27 - a. cérébrale postérieure
  - 28 - a. communicante postérieure
  - 29 - a. cérébelleuse supérieure
  - 30 - a. ophtalmique ventrale
  - 31 - a. ophtalmique dorsale.

Figure n° 27  
 Mise en place du système artériel de l'encéphale  
 Stades I, II et III de PADGET  
 (d'après LAZORTHES)

### **I-2-1-8- Stade de 16 à 18 mm ou 40 jours, ou stade V de PADGET**

La configuration adulte est clairement esquissée par différenciation des différentes artères cérébrales et du tronc définitif de l'artère ophtalmique. (Fig.n° 28)

### **I-2-1-9- Stade de 24 mm ou 45 jours, ou stade VI de PADGET**

La disposition adulte est acquise. Le cerveau est ainsi privilégié dès 7 à 8 semaines d'âge embryonnaire par un système artériel ayant déjà acquis ses caractères définitifs. (Fig. n° 28)

### **I-1-2- Particularités de l'artère vertébrale**

Elles n'apparaissent qu'à un stade relativement tardif chez l'embryon de 7 à 12 mm soit environ 33 jours, au stade III de PADGET. Mais en deux semaines, elles sont déjà constituées.

Elles proviennent du développement d'anastomoses longitudinales entre les artères segmentaires cervicales ou dorso-latérales qui naissent du versant dorso-latérale de l'aorte correspondante, en aval du sixième arc aortique.

Selon HAMILTON (1944), il va s'établir entre ces artères intersegmentaires ou leurs branches trois séries d'anastomoses longitudinales en position précostale, postcostale et postransversaire. Puis la circulation dans ces artères intersegmentaires va régresser, laissant persister trois canaux longitudinaux donnant respectivement naissance au tronc thyro-bicervical et à l'artère intercostale supérieur, à l'artère vertébrale et à l'artère cervicale profonde. (Fig. n° 32)

Ces trois canaux paraissent naître de la dernière artère intersegmentaire cervicale, la sixième pour DACOSTA et DUBREUIL (cité par 103), la septième pour la plupart des auteurs. Cette artère va prendre une importance particulière et devenir l'artère subclavière. Les artères vertébrales ainsi formées vont se développer vers la partie crâniale de l'embryon pour rejoindre l'extrémité caudale du tronc basilaire.

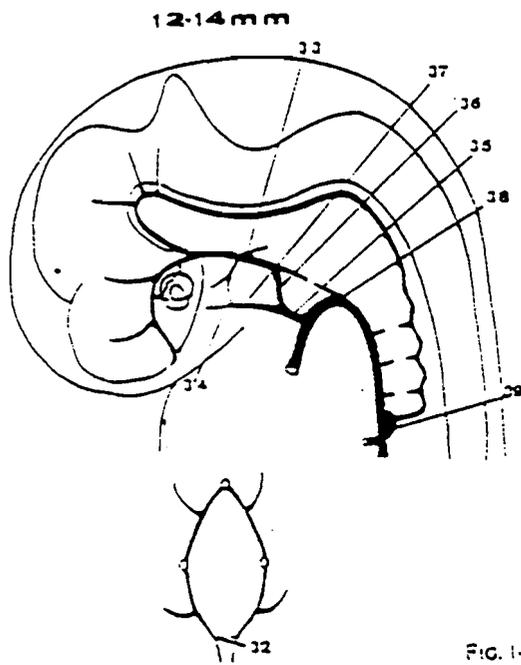


FIG. 14

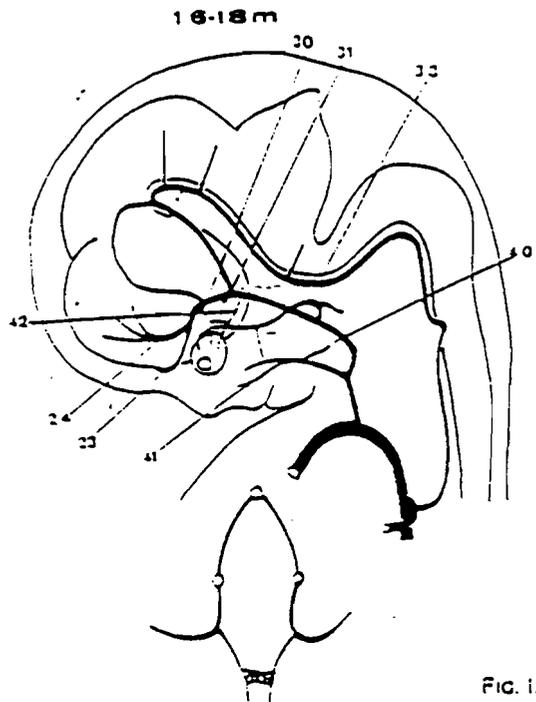


FIG. 15

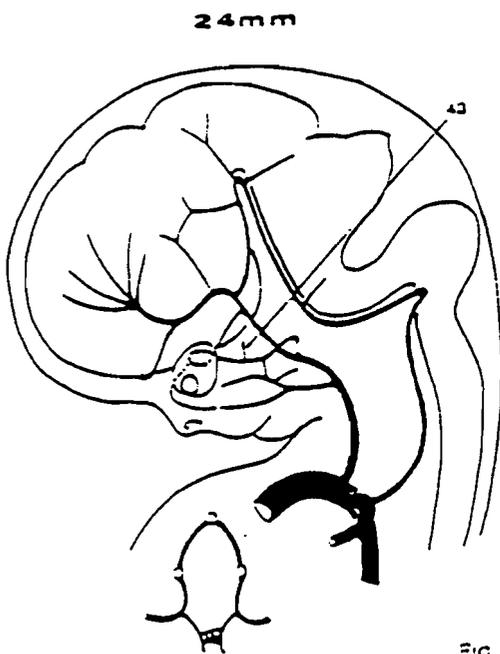


FIG. 16

- FIG. 14, 15 et 16
- 23 - a. cérébrale antérieure
  - 24 - a. cérébrale moyenne
  - 30 - a. ophtalmique ventrale
  - 31 - a. ophtalmique dorsale
  - 32 - a. communicante antérieure
  - 33 - 17 - a. stapédienne
  - 34 - a. maxillaire interne
  - 35 - a. carotide primitive
  - 36 - a. carotide interne
  - 37 - a. carotide externe
  - 38 - crosse de l'aorte
  - 39 - a. sous-clavière
  - 40 - a. occipitale
  - 41 - a. faciale
  - 42 - a. ophtalmique
  - 43 - a. mésentérique moyenne.

Figure n° 28  
 Mise en place du système artériel de l'encéphale  
 Stades IV, V et VI de PADGET  
 (D'après LAZORTHES)

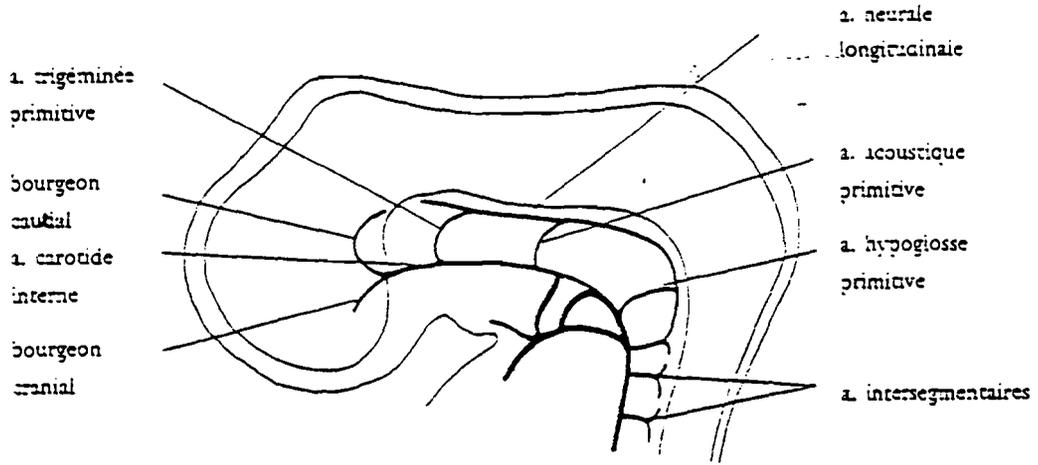


Figure n° 29  
 Artères crâniennes chez l'embryon de 5 mm  
 (d'après LAZORTHES )

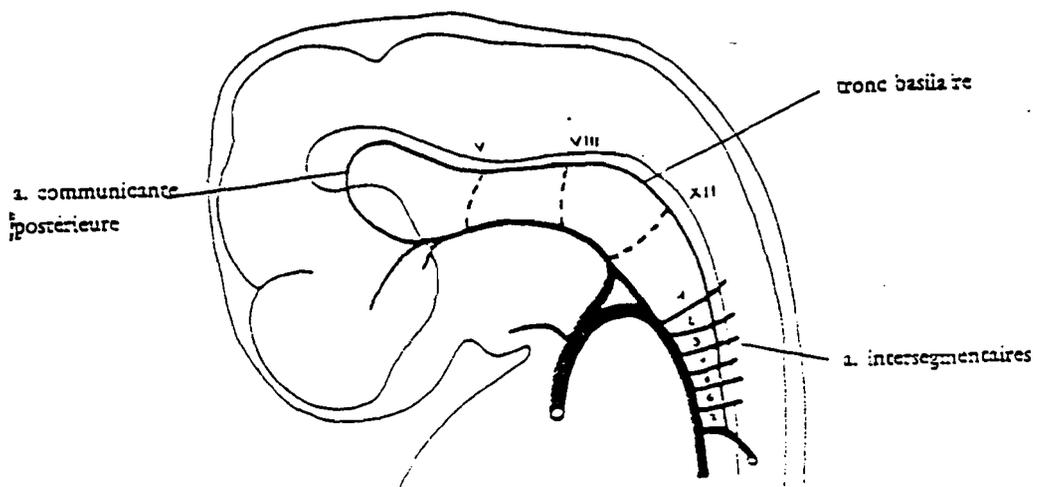


Figure n° 30  
 Artères crâniennes chez l'embryon de 7 mm  
 (d'après LAZORTHES )

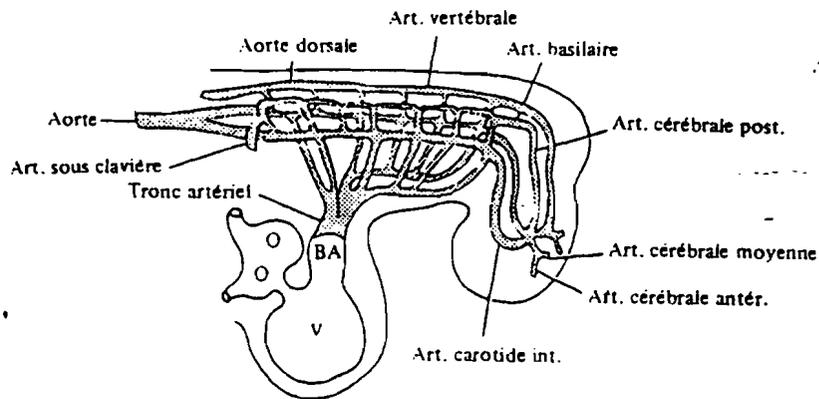


Figure n° 31  
**Artères se développant dans la région céphalique  
 du jeune embryon**  
 (d'après BEN PANSKY 1986)

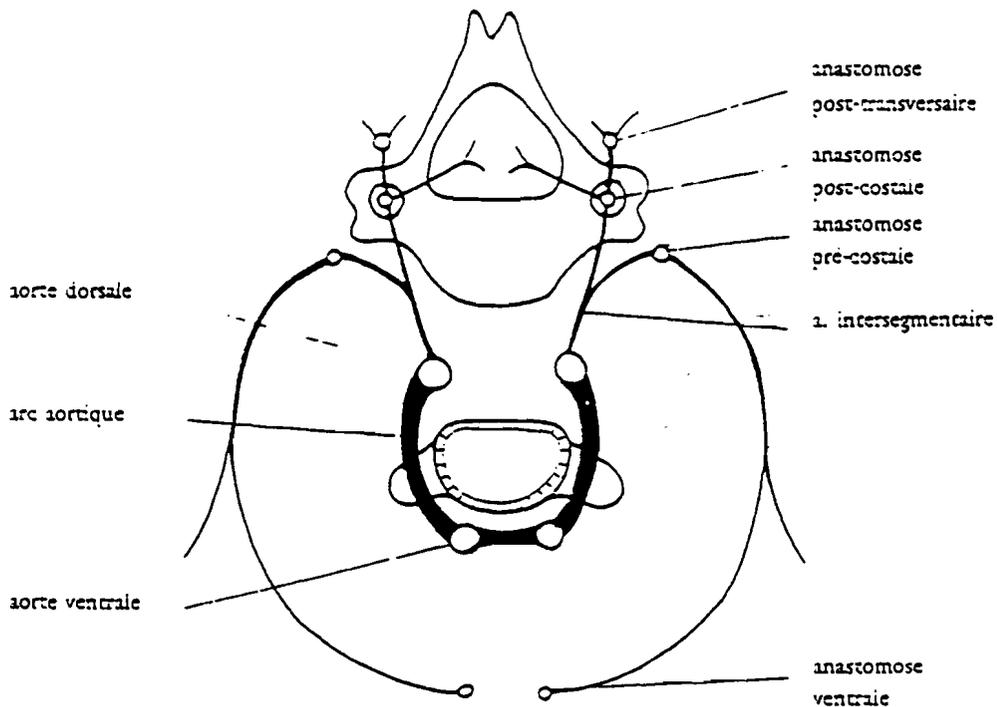


Figure n° 32  
**Distribution des artères intersegmentaires  
 dans la région cervicale inférieure**  
 (d'après HAMILTON 1944)

On peut donc remarquer que la mise en place des artères vertébrales est le fait de remaniements successifs qui vont rendre compte des multiples variations et anomalies de ce système.

### **I-1-3- Variations anatomiques**

La disposition anatomique des artères vertébrales présente de nombreuses variations qu'il est important de connaître en raison de leur intérêt médico-chirurgical et radiologique. Ces variations vont en effet modifier les rapports des différents segments de l'artère.

#### **I-1-3-1- Variations d'origine**

La vertébrale est classiquement la première collatérale de l'artère subclavière. Mais cette origine sur l'artère subclavière est souvent variable. (Fig. n° 33,34)

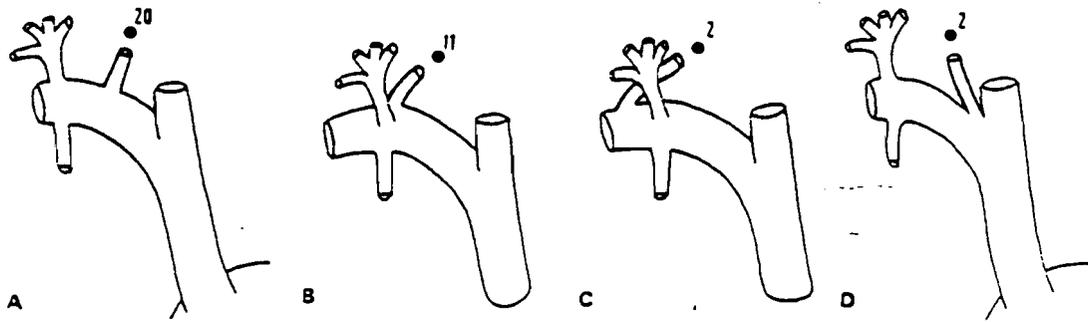
Elle peut être plus proximale, intrathoracique à gauche ou proche de la bifurcation du tronc artériel brachio-céphalique à droite: 7 fois sur 693 observations pour DASELER et ANSON (1959); 2 fois sur 35 pour FRANCKE J.P. (1971). Elle peut également être plutôt distale.

L'artère vertébrale peut naître directement de la crosse de l'aorte, surtout à gauche: 247 fois sur 629 observations de la littérature revues par FRANCKE J.P (1971), soit 4% des cas. Cette origine se fait alors en général entre les artères carotide et subclavière gauche. VIDEAU J. (1967) l'a même vu naître en amont de la carotide gauche, et CAYOTTE J.L. (1968), en aval de la subclavière gauche.

Exceptionnellement, l'artère vertébrale peut naître de la carotide primitive, du même côté qu'une artère subclavière retro-oesophagienne, c'est-à-dire presque toujours à droite.

Cette origine peut enfin être bifide ou multiple, surtout lorsqu'elle se fait au niveau de l'aorte ou d'une artère subclavière rétro-oesophagienne.

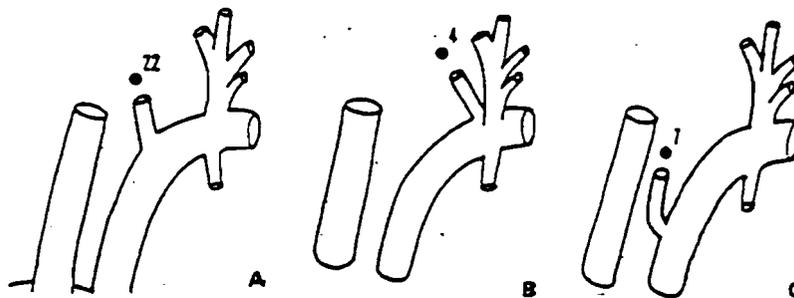
SKOPAKOFF en 1964 (cité par 102) rapporte 21 observations où l'artère vertébrale naissait par deux racines. La racine accessoire proviendrait alors de la subclavière, la thyroïdienne inférieure, la carotide primitive, du tronc artériel brachio-céphalique ou de l'aorte et serait liée à la persistance des artères intersegmentaires correspondantes.



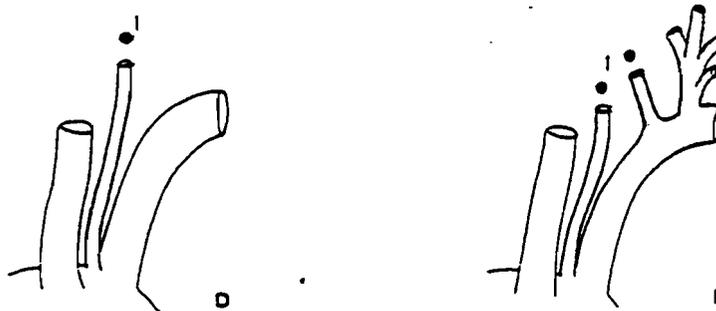
Naissance de l'artère sous-clavière droite = 33 cas.

A : Segment moyen de la portion préscalénique = 20 cas. B : Au même niveau que le tronc thyro-bicervico-scapulaire = 11 cas. C : En aval du tronc thyro-bicervico-scapulaire = 2 cas. D : Naissance du tronc brachio-céphalique = 2 cas.

Figure n° 33  
**Origine de l'artère vertébrale droite**  
 (d'après FRANCKE J.P. 1971)



1° - Naissance de l'artère sous-clavière gauche = 33 cas. A : Origine normale à la jonction des segments vertical et horizontal = 22 cas. B : Origine haute = 4 cas. C : Origine basse = 7 cas.



2° - Naissance de la crosse aortique : 1 cas.

Deux origines : 1 cas.

Figure n° 34  
**Origine de l'artère vertébrale gauche**  
 (d'après FRANCKE J.P. 1971)

Ces différentes variations d'origine vont expliquer certains échecs de l'angiographie vertébrale par cathétérisme sélectif de l'artère subclavière. Elles peuvent également faire porter à tort le diagnostic d'occlusion d'artère vertébrale.

### **I-1-3-2- Variations de calibre**

Le calibre des artères vertébrales est variable d'un individu à un autre, (LAZORTHES a trouvé des variations de 2 à 7 mm), mais également entre les vertébrales droite et gauche d'un même individu.(Fig. n° 35)

La disposition typique en "vertébrales équivalentes" n'est pas la plus fréquemment rencontrée : 26 % des cas selon KRAYENBUHL et YASARGIL (1957), 48 % selon FRANCKE J.P. (1971).

Il existe le plus souvent une asymétrie de calibre des deux artères, généralement au dépens de la droite. On a donc une artère volumineuse dite "dominante" et une artère plus petite dite "dominée" ou "mineure" qui peut parfois être très grêle voire hypoplasique, non fonctionnelle, ou totalement absente.

Cette différence de calibre en faveur de la vertébrale gauche est probablement, selon BOURDIOL (1987), une conséquence de la différenciation préférentielle gauche foetale observée aux étages cérébraux.

### **I-1-3-3- Variations de trajet**

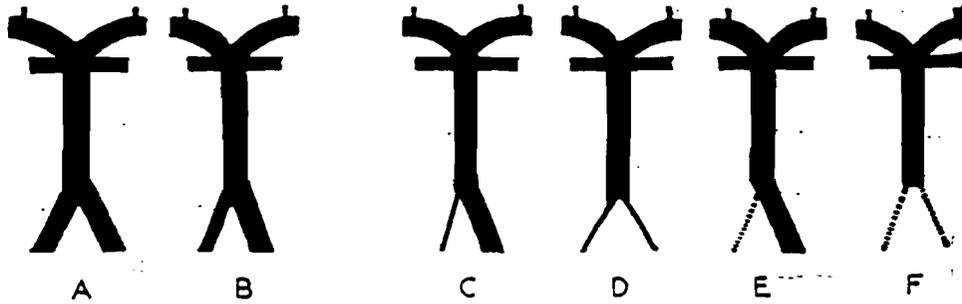
Ces variations se font surtout au niveau du point de pénétration et d'émergence du canal transversaire.

Cette pénétration se fait en C6 dans environ 90% des cas mais peut varier de C7 à C3, conditionnant la longueur du segment inaccessible ou plutôt difficilement accessible à la chirurgie. On a vu des cas rarissimes où l'artère n'a pas de trajet intratransversaire.

Les variations d'origine conditionne également les variations de trajet: par exemple lorsque l'artère vertébrale gauche naît directement de l'aorte, elle rejoint en général le canal transversaire en C5 ou en C4.

Quant à l'émergence de l'artère de ce canal, il existe des cas où l'artère évite le foramen transversaire de C1 comme s'il existait une imperfection.

Enfin le segment V3 peut cheminer dans un canal osseux réalisé par une ossification du toit de la gouttière de l'artère sur l'atlas.



Variation de calibre de l'a. vertébrale (d'après KRAYENBUHL et LASARGIL, 1957). a) Dans 26 % des cas les a. vertébrales sont de calibre égal. b) Asymétrie de calibre. L'a. vertébrale la plus grosse est la gauche dans 42 %, la droite dans 32 % des cas. c) Une artère est filiforme. C'est la droite dans 6,2 %, la gauche dans 4,5 % des cas. d) Les deux artères sont filiformes, dans 0,75 % des cas. e, f) L'absence d'une ou des deux a. vertébrales n'a pas été observée dans cette série.

Figure n° 35  
Variation de calibre de l'artère vertébrale  
(D'après KRAYENBUHL et LASARGIL, 1957)

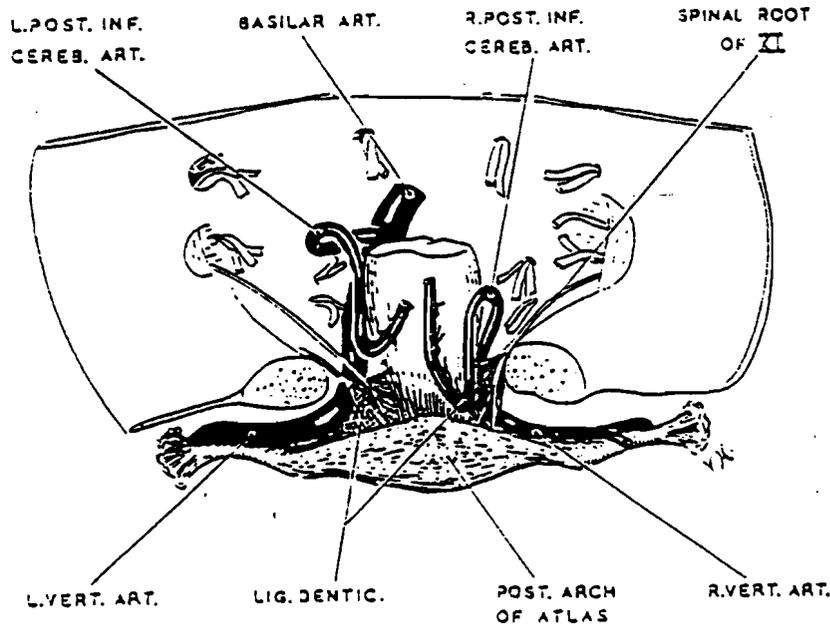


Figure n° 36  
Cas de non-union des artères vertébrales  
(d'après Mc MINN 1953)

#### **I-1-3-4- Variations de terminaison**

Une des artères, souvent celle de plus petit calibre peut s'épuiser sous la base du crâne ou se terminer en artère cérébelleuse postérieure et inférieure.

Elle ne participe donc pas à la formation du tronc basilaire qui continue alors la vertébrale le plus volumineuse.

Mc MINN en 1953 (118) rapporte un cas rarissime de non-union des artères vertébrales, découvert au cours de travaux pratiques de dissection.

Mais cette entité est déjà connue depuis longtemps, BATUJEFF, cité par (118) en parlait déjà en 1889.

L'artère vertébrale gauche née de façon anormale vers le milieu de la subclavière avait à l'origine un calibre de 6 mm, son trajet cervical était normal mais dans le crâne elle se continuait directement pour former l'artère basilaire.

La droite avait une origine et un trajet cervicale normale avec un calibre à l'origine de 2,8 mm, mais elle se continuait dans le crâne par l'artère cérébelleuse postérieure et inférieure droite alors que la gauche naissait normalement de la vertébrale gauche.

Il n'y avait pas de communication directe entre les deux artères vertébrales.(Fig. n° 36)

#### **I-1-3-5- Persistance d'artères segmentaires**

C'est la persistance d'une disposition embryonnaire réunissant le système artériel vertébral et le système carotidien. L'artère trigémisée est la plus souvent rencontrée.(Fig. n° 37)

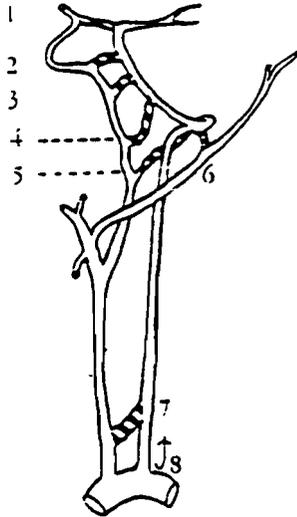


FIG. 167. - Schéma des artères embryonnaires anormales (d'après LIE, 1968).

- 1 : Artère communicante postérieure
- 2 : Artère trigémine
- 3 : Artère optique
- 4 : Artère de l'hypoglosse
- 5 : Artère proantale
- 6 : Anastomose entre l'artère vertébrale et l'artère occipitale
- 7 : Persistance d'une artère intersegmentaire cervicale
- 8 : Remplissage de l'artère vertébrale par voie rétrograde

Figure n° 37  
 Persistance d'artères segmentaires  
 ( d ' a p r è s L I E 1 9 6 8 )

L'artère vertébrale assure la vascularisation des quatre premiers segments de la moelle cervicale, les premières racines cervicales, une grande partie de la moelle allongée et la face inférieure du cervelet.

Par l'intermédiaire du tronc basilaire et des artères cérébrales postérieures, son territoire s'étend au tronc cérébral et au cerveau postérieur.

En plus du fait des anastomoses larges avec le système carotidien, elle participe à l'ensemble de la circulation cérébrale qui constitue un tout dont elle ne peut être séparée.

Il convient de dire un mot sur ces anastomoses de sécurité reliant système vertébro-basilaire et systèmes carotidien et subclavier.(Fig. 38)

#### Le système intrinsèque vertébro-basilaire:

Il est composé par le réseau vertébro-basilaire formé par l'anastomose de convergence des deux artères vertébrale donnant le tronc basilaire et par les branches métamériques osseuses et musculaires, et par le réseau cortico-méningé constitué par les artères cérébelleuses.

L'anastomose de convergence constitue un système de maintien de la charge de perfusion du tronc unique à un niveau élevé et un appareil permettant de rééquilibrer les charges des affluents qui la constitue. (106)

#### Le système vertébro-carotidien :

Il est constitué par le cercle artériel (de WILLIS) avec parfois la persistance d'artères présegmentaires ( trigéminée, hypoglosse, acoustique), et par les branches carotidiennes, à savoir les branches de la carotide externe surtout et accessoirement celles de la carotide interne.

#### Le système vertébro-subclavier

Il est constitué par les anastomoses entre les artères cervicales ascendante et profonde et les branches du tronc thyro-bicervico-scapulaire par l'intermédiaire des rameaux radiculaires et musculaires.

Les deux artères vertébrales sont donc fonctionnellement unies: l'obstruction ou la thrombose de l'une entraîne automatiquement la suppléance par l'autre, à condition que cette dernière soit fonctionnelle, d'où l'importance des petites collatérales naissant de son segment cervical.

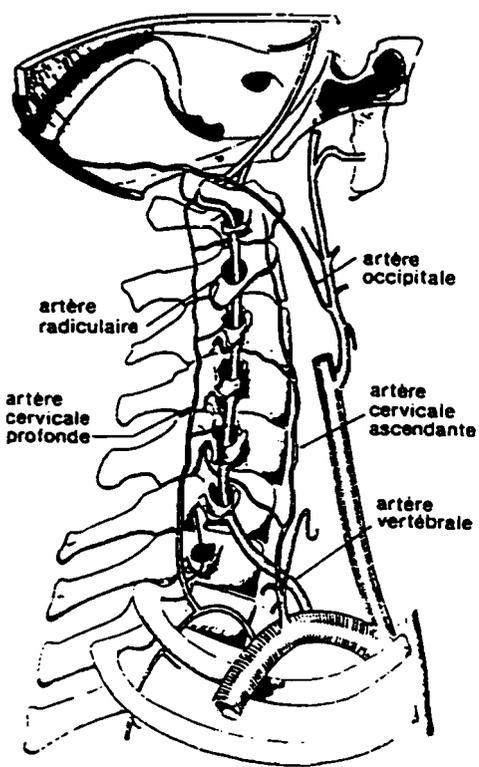


Figure n° 38  
Anastomoses de la voie vertébro-basilaire  
(d'après LAZORTHES 1976)

## **I-3- Structure histologique de l'artère vertébrale**

Au cours de son trajet, l'artère vertébrale modifie sa structure, probablement pour répondre aux contraintes qui diffèrent selon les différents segments. Différents auteurs ont travaillé sur sa nature, essayant de la classer.

Pour ARGAUD (1909) qui a été l'un des premiers auteurs à l'étudier et pour DUBREUIL et LACOSTE (1931), c'est une artère musculaire.

Par contre BARGMAN en 1968 la classe dans les artères élastiques.

BENNINGHOFF (cité par 169) quant à lui n'a classé dans les artères élastiques que le segment initial prévertébral.

Pour LANG (95), chaque segment de l'artère est d'un type différent: le segment prévertébral est de type « intermédiaire », le segment sus-jacent de type musculaire et le segment intracrânien de type « cérébral ». Mais au total, il la classe dans les artères élastiques, rejoignant BARGMAN.

### **I-3-1- Rappel sur la structure des artères en général**

Les artères sont des conduits partant du cœur, qui se ramifient au fur et à mesure en s'en éloignant, augmentant en nombre et diminuant en calibre.

La structure de leur paroi dépend pour une part de la pression exercée sur elle par le courant sanguin. Les niveaux de pression sont plus élevés au niveau des vaisseaux proximaux qu'au niveau des vaisseaux périphériques et leur structure reflète ce changement de pression.

Les structures destinées à maintenir une pression systolique élevée et à conserver une pression diastolique suffisantes sont les plus élaborées dans les grosses artères qui reçoivent le sang du ventricule gauche (aorte et ses grosses branches). Ce sont des artères élastiques.

En aval on constate une diminution du tissu élastique et une augmentation proportionnelle du constituant musculaire.

Les artères sont ainsi classées en fonction de leur structure mais également de leur calibre et de leur fonction en trois ou quatre types selon les auteurs:

- 1) Artères de gros calibre de type élastique, assurant la collection et la propulsion du sang.

- 2) Artères de moyen calibre de type musculaire, assurant la distribution du sang.
- 3) Artères de petit calibre de type musculaire.
- 4) Artères de transition à la fois musculaires et élastiques.

### **I-3-1-1- Structure de base des artères**

Elle comprend trois tuniques concentriques constituées de l'intérieur vers l'extérieur par l'intima, la média et l'adventice.

**1) L'intima:** C'est la mince couche interne de la paroi, constituée d'un endothélium et d'une couche sous-endothéliale.

L'endothélium est un épithélium pavimenteux simple reposant sur une lame basale. C'est le constituant essentiel et permanent de l'intima, tapissant la surface interne des parois de tout le système circulatoire. Il est fait de cellules très aplaties, jointives, et allongées selon la direction du courant sanguin.

Ces cellules sont très sensibles aux agressions mécaniques, infectieuses et virales ... Le traumatisme et les réactions de l'endothélium jouent un rôle important dans le développement de l'athérosclérose, la thrombose et les artériopathies oblitérantes.

La lame basale est composée d'un réseau de filaments très fins, fait de collagène de type IV, enrobé d'une matrice composée de glycoprotéines adhésives et de protéoglycanes. Elle intervient comme barrière structurale, support des cellules et guide lors de la régénération endothéliale.

La couche sous-endothéliale, pratiquement inexistante chez le nouveau-né, se développe avec l'âge au niveau des grosses artères et dans certaines artères soumises aux tractions. Elle contient des fibres de collagène de type III, des fibrilles élastiques, des glycoprotéines de structure, des myocytes, des petites cellules myo-intimales de Langhans et des macrophages.

**2) La média:** C'est la tunique moyenne de la paroi vasculaire, très développée dans les artères.

Elle est constituée de myocytes lisses et d'éléments conjonctifs extracellulaires à savoir des fibres collagènes et élastiques ainsi que des substances

amorphes et microfibrillaires. La cellule musculaire lisse est une cellule cylindrique ou fusiforme, oblique par rapport à l'axe du vaisseau.

La distribution entre artère de type élastique et artère de type musculaire est essentiellement basée sur l'architecture de la média.

**3) L'adventice:** C'est la tunique externe dont l'épaisseur varie selon le calibre du vaisseau.

Elle est faite d'un tissu conjonctif lâche et contient des fibroblastes, différentes cellules en nombre variable à savoir macrophages, mastocytes, lymphocytes et plasmocytes, de larges trousseaux de collagènes de type I surtout, des fibres élastiques, du tissu adipeux, des fibres nerveuses (nervi vasorum) et des vaisseaux sanguins et lymphatiques (vasa vasorum).

**4) La périladventice:** Couche conjonctive très lâche reliant l'artère aux tissus voisins et qui rend possible les mouvements pulsatiles.

Il est à noter que certaines artères s'adaptent aux exigences particulières de l'organe qu'elles vascularisent. Ainsi, les artères cérébrales et dures, peu extensibles, ont une paroi mince et une adventice pauvre en fibres élastiques.

### **I-3-1-2- Artères musculaires et artères élastiques**

(Fig. n° 39)

#### **1) Artères élastiques**

Ce sont les artères les plus grosses et les plus proches du cœur. Elles reçoivent la quasi totalité du débit sanguin et doivent donc résister à des pressions élevées pendant la systole et maintenir des pressions adéquates pendant la diastole.

Leur média est très épaisse et constituée essentiellement de fibres élastiques disposées en lames concentriques occupant le tiers de son volume. Ces lames sont épaisses, fenêtrées et imbriquées les unes dans les autres.

Entre elles, les espaces interlamaires sont de largeur constante et contiennent des cellules musculaires lisses ou cellules rameuses et des fibroblastes, dans une matrice composée de fibres de collagène de types III, IV et V, de fibrilles élastiques, de glycoprotéines adhésives et de glycosaminoglycanes.

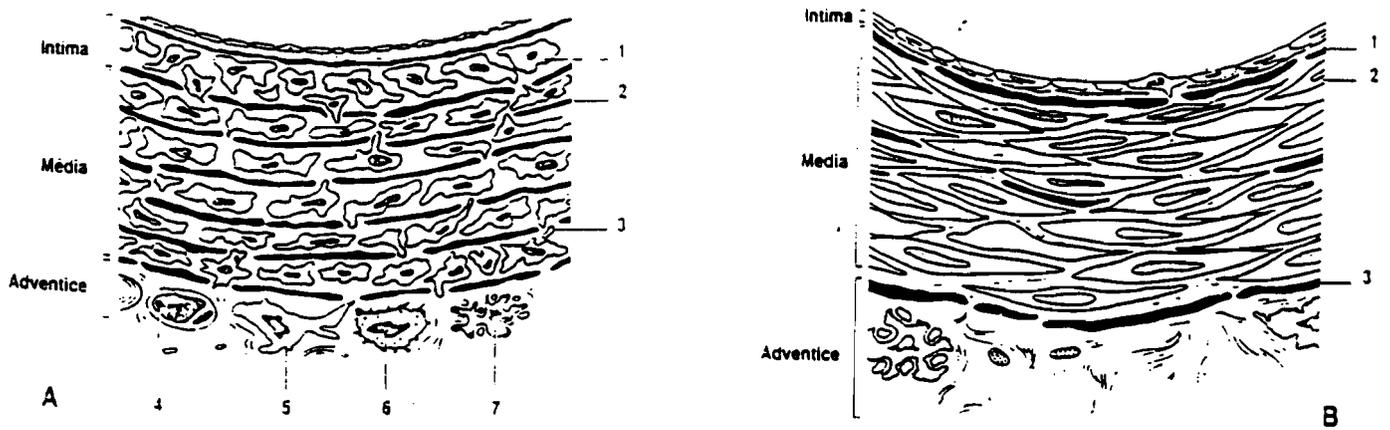


Figure n° 39  
**Schéma d'une paroi artérielle**  
 A. de type élastique. B. de type musculaire  
 (D'après DADOUNE J.P. 1990)

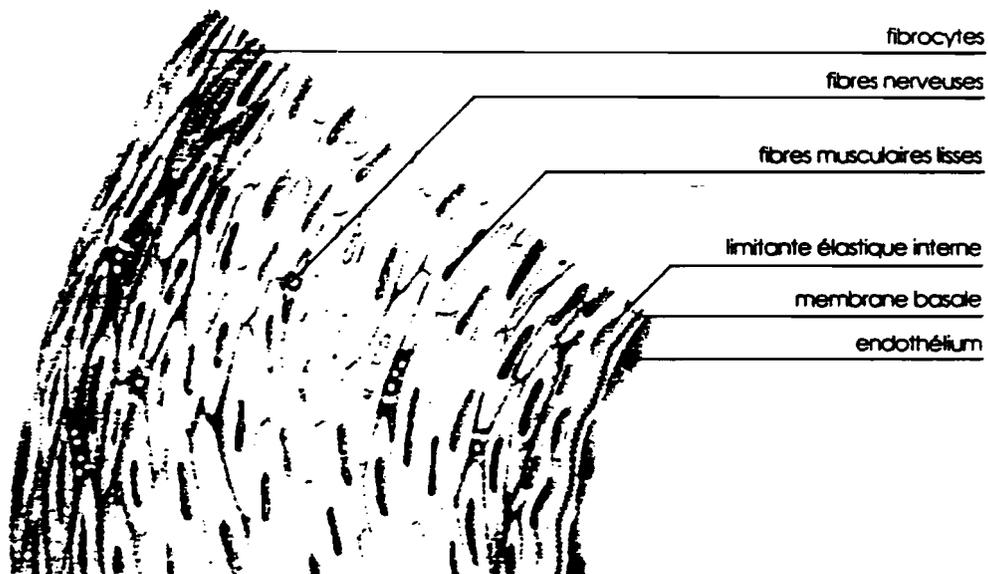


Figure n° 40  
**Structure d'une grosse artère intracrânienne**  
**extracérébrale**  
 (d'après VERON)

## 2) Artères musculaires

Les grosses artères élastiques se transforment progressivement en artères musculaires en perdant la majeure partie des lames élastiques de la média.

Leur média est presque entièrement constituée de muscle lisse; 10-40 couches de myocytes à orientation spiralée, séparées par de minces travées conjonctives comprenant des fibres de collagène, de réticuline et élastiques, réparties dans une substance fondamentale amorphe.

Ce sont des artères très contractiles. Le tissu élastique est considérablement réduit.

### **I-3-2- Sur la structure des artères à destinée cérébro-spinale**

La structure microscopique de ces artères se modifie après leur entrée dans le crâne et dans le canal vertébral. Elles ont une paroi plus fine que leurs homologues de même calibre. Ceci est lié à une diminution de l'épaisseur de l'adventice et de la média qui perdent des fibres élastiques. (Fig. n° 40)

FANG (1958) identifie les principales différences histologiques entre les grosses artères de la base du cerveau et leurs homologues extracrâniennes. Il note: (Fig. n° 42)

- une réduction de l'adventice des artères intracrâniennes liée à la présence de couches de fibres de collagène plus fines et à la diminution ou à l'absence de fibres élastiques.
- une diminution des fibres élastiques au niveau de la média.
- une prédominance de la limitante élastique interne (LEI)

RATINOV (1964) publie une étude détaillée de la portion intracrânienne de l'artère carotide interne, comparant la paroi avant et après la perforation de la dure-mère à la base du cerveau.

- l'adventice est plus épaisse au niveau intracrânien extradural qu'au niveau intracrânien mais intradural

- la limitante élastique externe (LEE) bien visible avant la traversée au niveau de l'os pétreux commence à disparaître au niveau du sinus caverneux et n'existe plus au niveau intradural.

Pour BRICE et CROMPTON (1964) les artères intracrâniennes sont dépourvues de vasa vasorum au niveau de la média et de l'intima, des défauts de la média apparaissent avec l'âge et la LEI est le siège de fenestration.

WILKINSON (1971) a trouvé qu'à l'état physiologique, la paroi des artères cérébrales s'amincit après leur pénétration durale; la LEE disparaît, l'adventice devient plus mince et la média contient moins de fibres élastiques.

### **I-3-3- sur la structure de l'artère vertébrale**

Les travaux concernant la structure de l'artère vertébrale et ses modifications au cours de sa traversée méningée sont rares. Certaines études sont assez complètes.

WILKINSON (1972) fait un remarquable travail qui le conduit à la constatation suivante: " A son entrée dans le crâne, l'artère vertébrale va connaître une réduction significative de l'épaisseur de l'adventice et de la média avec disparition de ses fibres élastiques. Ces modifications sont plus marquées dans les 0,5 derniers cm extraduraux mais ne sont pas encore complètes avant 0,5 cm après la perforation durale." Il travaille sur 20 artères vertébrales et remarque: (Fig. n° 41)

- la même structure de l'artère de son origine jusqu'à un point situé 1 cm avant la perforation dure-mérienne: à ce niveau, l'adventice est bien développée avec de nombreuses fibres collagènes et une LEE épaisse, la média est musculaire avec présence de fibres élastiques, la LEI est également bien définie, la structure de l'intima est plus difficile à définir à cause des modifications dégénératives.

- puis jusqu'à l'union avec son homologue controlatérale, les modifications sont les suivantes: les fibres collagènes sont moins marquées au niveau de l'adventice, la LEE est plus ou moins absente, la média est plus fine avec peu ou pas de fibres élastiques, la LEI et l'intima ne sont pas modifiées.

- aux alentours de ce qu'il appelle « le point d'attache dural », il existe sur 8 artères en coupe longitudinale, une modification du tissu élastique au niveau de l'adventice et de la média, une diminution brutale et importante du nombre de fibres élastiques au niveau de la média, 1 cm avant la traversée durale et une diminution de la densité de la LEE; et que cette réduction continue jusqu'au niveau de la traversée, jusqu'à ce qu'il ne reste que peu ou plus de fibres élastiques avec disparition de la LEE au niveau intradural.

PIFFER et ZORZETTO (132) ont étudié l'artère dans ses segments suboccipital et intracrânien et ont conclu à une structure musculaire.

- Au niveau suboccipital, l'intima est épaisse avec des fibres élastiques longitudinales qui se condensent pour former une LEI épaisse et fenêtrée, la média est fine, faite de faisceaux de fibres musculaires traversés par des fibres élastiques fines, plus nombreuses vers l'extérieur où elles forment la LEE, l'adventice est épaisse, faite de fibres élastiques circulaires et de fibres de collagène plutôt longitudinales.

Il font partie des rares auteurs qui vont décrire la structure de l'artère au moment de sa traversée.

- Au moment de la traversée, la couche la plus externe de l'adventice est renforcée par de volumineux faisceaux de fibres collagènes provenant des méninges et disposés circulairement. Ils font partie des rares auteurs qui vont décrire la structure de l'artère au moment de sa traversée.

-Au niveau intracrânien, l'intima ne change pas, la LEI est encore évidente.

Selon WINCKLER (171), cette modification de structure a une signification fonctionnelle:

Avant la traversée, la structure plutôt élastique de l'artère permet son élongation et favorise le retour passif à un calibre et une longueur de base; alors que après, l'artère devient contractile, pouvant ainsi mieux réagir aux modifications de pressions sanguines. A ce niveau, elle n'est plus soumise à des mouvements de grande amplitude.

Table 1.—Comparison of Histological Features in Two Segments of the Vertebral Artery.

Histological Feature	Origin of Artery to a Point 1 cm Proximal to Dural Perforation	Point 1 cm Distal to Dural Perforation
Adventitial collagen layer	Thick	Thin
External elastic lamina	Present	Absent
Medial muscular layer	Thick	Thin
Elastic fibers in media	Present	Absent or very sparse

Table 2.—Thickness of Adventitial and Medial Coats of Vertebral Artery\*

	Point 1 cm Extradural	Point of Dural Attachment	Point 1 cm Intradural
Thickness of adventitia	0.9	0.6	0.5
Thickness of media	1.7	1.0	0.9

\* Mean results of study of eight arteries, expressed as a ratio of the thickness of the media at the point of dural attachment.

Figure n° 41  
 Histologie comparative des segments extra et intracranien de l'artère vertébrale  
 (d'après WILKINSON 1972)

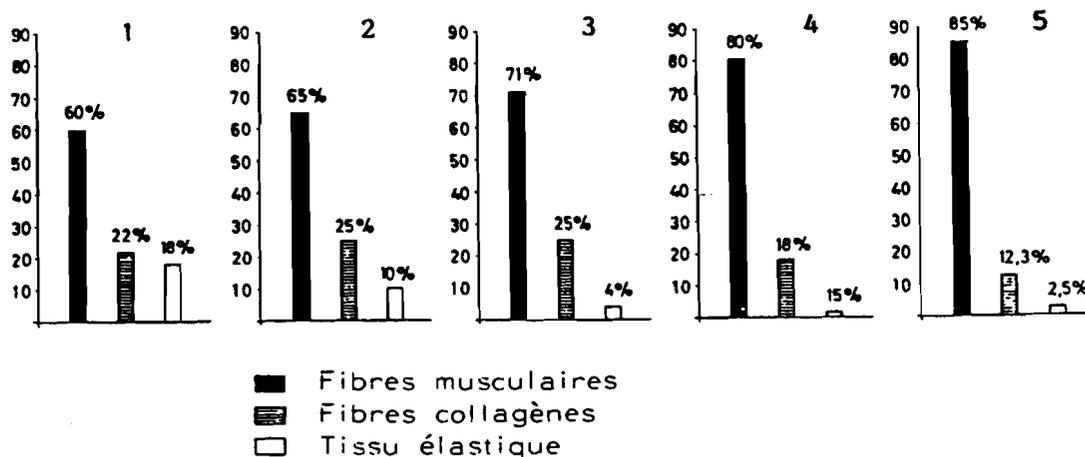


Figure n° 42  
 Composition de l'artère vertébrale dans ses différentes parties  
 (d'après LANG 1966)

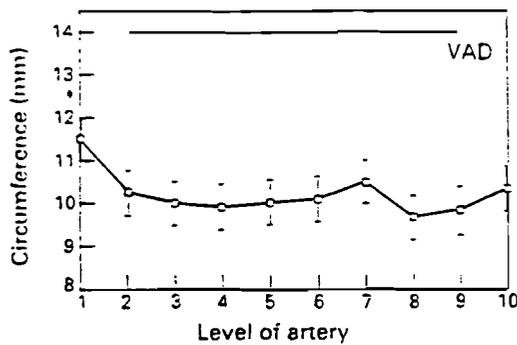


Figure 2 Graph showing circumference plotted against level of artery. VAD represents measured value in dissected vertebral artery.

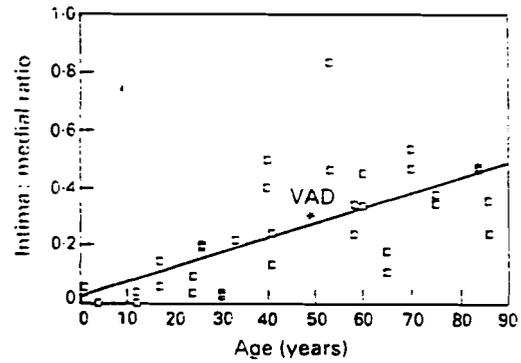


Figure 4 Graph showing intima:medial area ratio plotted against age of subject. VAD represents measured value in dissected vertebral artery.

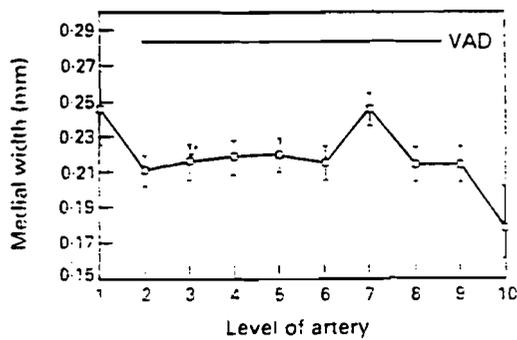


Figure 3 Graph showing medial width plotted against level of artery. VAD represents measured value in dissected vertebral artery.

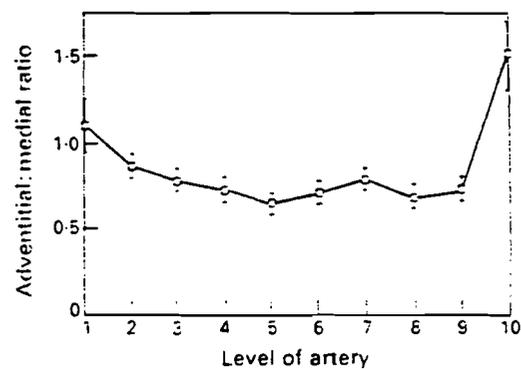


Figure 5 Graph showing adventitial:medial area ratio against level of artery.

Figure n° 43  
 Distribution des différentes couches  
 de la paroi artérielle de l'A.V. dans ses différents segments  
 (d'après JOHNSON 1993)

---

## II- LES MENINGES

---

Dans le canal osseux crânio-rachidien qui l'entoure de toute part et le protège, l'axe cérébro-spinal est entièrement enveloppé par trois membranes superposées, les méninges. (« Méninge » dérive d'un mot grec signifiant membrane). De l'extérieur vers l'intérieur, on distingue la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère qui délimitent les espaces épidual, subdural et subarachnoïdien.

Les vaisseaux ainsi que les nerfs crâniens ou spinaux sont donc obligés de traverser ces différentes membranes. Il est intéressant de savoir comment se fait cette traversée.

Les méninges sont par définition des tissus qui enveloppent et protègent le SNC, participent à la circulation veineuse encéphalique et pallient à l'absence de système lymphatique au niveau du tissu nerveux. On les sépare en pachyméninge ou « méninge dure » à savoir la dure-mère, et leptoméninge ou « méninge molle » constituée par l'arachnoïde et la pie-mère.(Fig. n° 45)

### II-1- Embryologie des méninges

L'origine embryologique des différentes méninges n'est pas tout à fait certaine. On pense que le mésenchyme mou entourant le tube neural se condense très tôt et constitue une enveloppe ou membrane appelée méninge primitive et que les cellules internes de cette couche auraient pour origine les crêtes neurales.

La leptoméninge dériverait de l'ectomésenchyme fourni par les crêtes neurales dont la couche la plus interne va s'appliquer directement sur le tissu nerveux alors que celle située en dehors va engainer les vaisseaux.

La dure-mère quant à elle dérive du mésenchyme ordinaire et va se différencier après les premières.

Dans une étude publiée en 1967 LAZORTHES (103) rapporte les conclusions de SCHALTENBRAUD qui pensait que méninges molle et dure étaient toutes d'origine mésenchymateuse, ainsi que les travaux de HARVEY et

BURR (1926) qui ont prouvé que la leptoméninge proviendrait plutôt des crêtes ganglionnaires.

SCHALTENBRAUD a noté sur un embryon de 13 mm (41 jours) une ébauche de différenciation du mésenchyme entourant le tube neural et la crête ganglionnaire en feuillets externe et interne. Le feuillet externe est à l'origine de la dure-mère alors que le feuillet interne donne les leptoméniges.

HARVEY et BURR (78) greffent sur un embryon (batracien, oiseau) un tube neural et la crête ganglionnaire adjacente: la leptoméninge se développe alors normalement. Mais sans la crête neural, elle ne se développe pas.

Pour LAZORTHES (103), la leptoméninge serait donc un feuillet mixte présentant les caractéristiques d'un mésenchyme, tout en étant d'origine neuro-ectoblastique: mésectoderme ou ectomésenchyme.

O'RAHILLY et MULLER (123) d'après une étude actualisée ont abouti aux hypothèses suivantes: (Fig. n° 44)

1) La plaque préchordale est le site idéal pour contribuer à la formation de la tente du cervelet.

2) Le mésoderme para-axial non segmenté (parachordal) paraît participer à la formation de la méninge primitive.

3) Le mésoderme para-axial segmenté (sōmitique) apporte une importante contribution à la formation des méninges spinales ( ce qui n'est pas sûr pour la région occipitale).

4) Les cellules de la crête neurale (mésectoderme) contribuent à la formation de la pie-mère du cerveau postérieur et peut-être de la moelle. Le périoste des os frontaux et le septum nasal (dérivant peut-être de la crête neurale) forme la faux du cerveau et la méninge adjacente.

5) Les neurolemnocytes forment les gaines des nerfs périphériques dérivant de la crête neurale.

6) Rien ne prouve que des cellules du tissu neural puissent donner des éléments méningés.

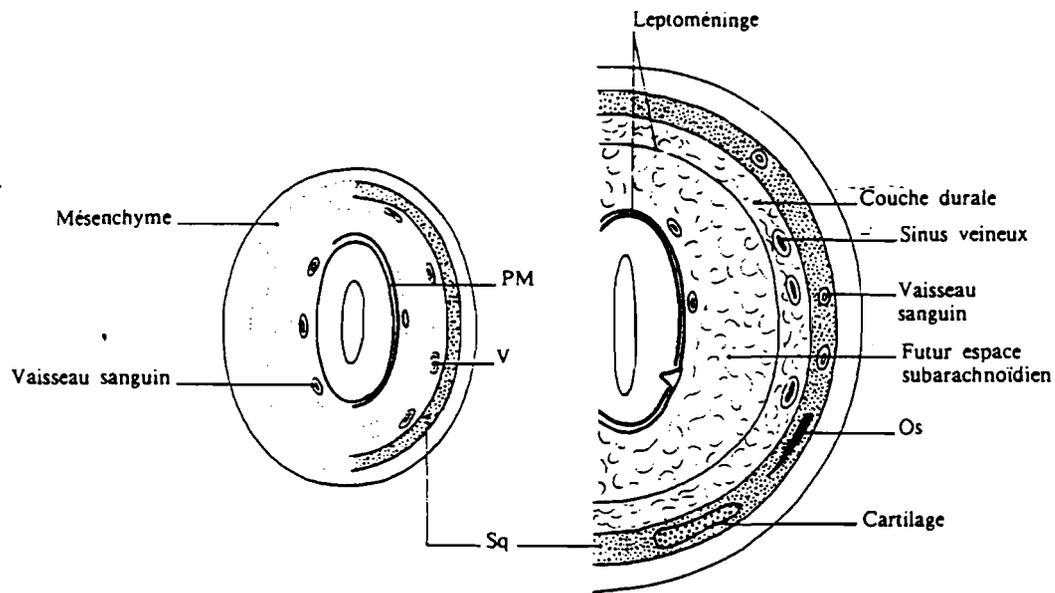


Figure n°44  
 Développement des méninges crâniennes  
 (d'après O'RAHILLY, F. MULLER, 1986)

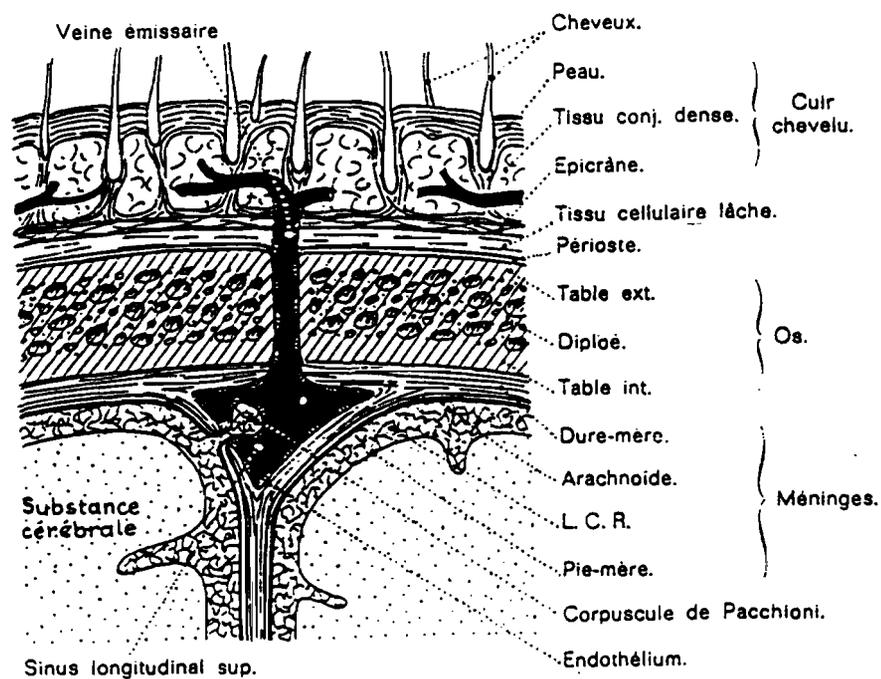


Figure n° 45  
 Constitution des méninges  
 (d'après LAZORTHE 1967)

## **II-2- Structure des méninges**

### **II-2-1- La pie-mère**

C'est la membrane la plus interne, constituée par une lame de tissu conjonctif. Elle enveloppe le tissu nerveux en s'appliquant étroitement contre lui, suivant le moindre de ses reliefs.

Elle est très fine, aréolaire, et contient dans son épaisseur un réseau anastomotique d'artérioles et de veinules. C'est la membrane nourricière du système nerveux.

Au niveau encéphalique, elle s'invagine dans les ventricules pour réaliser les plexus choroïdes, et accompagne les vaisseaux perforants dans leur segment intraparenchymateux.

Au niveau spinale elle donne les ligaments dentelés et le septum cervical intermédiaire.

### **II-2-2- L'arachnoïde**

Membrane moyenne appartenant à la leptoméninge, dont la structure fait l'objet de controverse.

De nombreux auteurs considèrent l'arachnoïde comme une membrane séreuse dont le feuillet pariétal est la membrane de la dure-mère, tandis que le feuillet viscéral est l'arachnoïde proprement dite, tapissée sur sa face externe par un endothélium. La cavité close circonscrite par cette double membrane serait une cavité séreuse virtuelle.

Chacun est cependant d'accord pour attribuer ce nom à la membrane conjonctive très mince qui recouvre toute la face profonde de la dure-mère et dont elle est séparée par l'espace subdural.

Mais de cette fine membrane conjonctive partent des travées de même structure qui cloisonnent l'espace subarachnoïdien en allant s'attacher à la pie-mère. L'arachnoïde épouse donc par sa face superficielle la forme de la dure-mère qui la recouvre mais par sa face profonde, elle passe en pont sur les reliefs du tissu nerveux recouvert de pie-mère.

Elle est comme la dure-mère traversée par des nerfs et des vaisseaux et comme elle, se poursuit harmonieusement avec leur gaine ainsi qu'avec les fibres dure-mériennes.(123)

### **II-2-3- La dure-mère**

Membrane externe fibreuse, épaisse, résistante, enveloppant totalement le SNC en l'isolant de la face profonde de la boîte crânienne et du canal vertébral:

Elle est faite de faisceaux de fibres parallèles (peu de fibres élastiques) donnant un aspect feuilleté à la coupe.

LAZORTHES (1967) en accord avec SCHALTENBRAUD décrit une structure faite de plusieurs plans stratifiés de fibres collagènes séparées les unes des autres par des cellules allongées; ces fibres étant orientées différemment d'un plan à l'autre donnant à l'ensemble une structure plus résistante et inextensible; avec très peu ou pas de fibres élastiques.

Elle est très richement vascularisée, avec de nombreuses artères visibles sur la face superficielle et de nombreuses veines superficielles formant un plexus important au sein même de la dure-mère.

Ces artères méningées constituent un rapport important de la face externe de la dure-mère car d'un grand intérêt chirurgical.

Elle forme également la paroi des sinus veineux de la dure-mère.

#### **1) Au niveau encéphalique**

Elle recouvre la paroi osseuse, crée des cloisons à l'intérieur de la cavité crânienne, et participe à la formation des sinus veineux.

#### **- Elle recouvre la paroi osseuse**

La dure-mère adhère à cette paroi en se fixant par de multiples prolongements fibreux, créant un espace extra-dural virtuel ne devenant effectif qu'en condition pathologique. Cette adhérence est variable d'un endroit à l'autre, très solide au niveau de la base et des sutures de la voûte, devenant plus fragile au niveau temporal et occipital (zone décollable de GERARD MARCHANT).

LAZORTES (1967) décrit des variations régionales d'épaisseur de la dure-mère allant de 0,3 à 1 mm.(Fig. 50)

Les principaux vaisseaux méningés courent entre les deux couches de la dure-mère en creusant des sillons au dépens de la face profonde de l'os.

- Au niveau des orifices de la base, elle se continue par sa couche endostéale avec le périoste des os voisins alors que sa couche méningée se poursuit avec les enveloppes des structures nerveuses ou vasculaires qui traversent l'orifice. TILLAUX (1897) avait déjà décrit cette disposition.

Au niveau de la voûte, sa couche endostéale est le périoste.

Elle ménage au niveau de la face latérale du corps du sphénoïde le sinus caverneux.

#### - Elle crée des cloisons

En se clivant en ses deux couches, la dure-mère émet des prolongements qui cloisonnent la cavité crânienne. Ce sont:

la faux du cerveau

la tente du cervelet

la tente de l'hypophyse

la faux du cervelet

la tente du bulbe olfactif

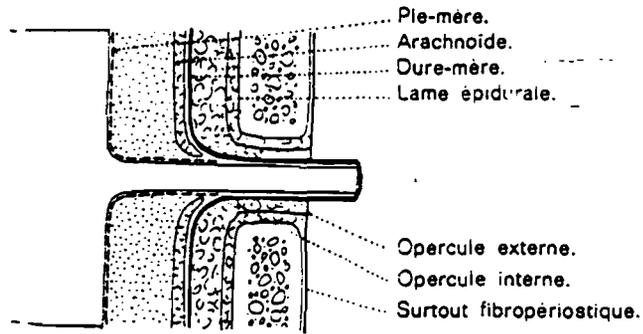
la tente du nerf optique

## 2) Au niveau spinal

La dure-mère spinale succède à la dure-mère crânienne à partir des berges du foramen magnum.(Fig. n° 48)

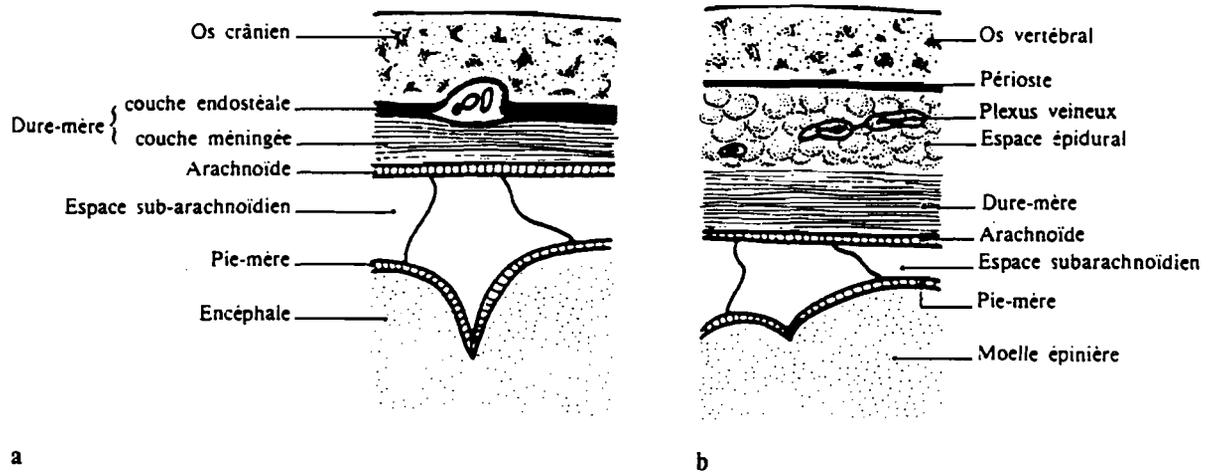
A ce niveau, elle n'est constituée que par sa couche profonde c'est-à-dire méningée, sa couche endostéale correspondant ici au périoste vertébral.

Les observations de BEASLAY et KUHLENBECK (cités par 59) chez le nouveau-né leur ont permis de constater qu'à ce niveau de la charnière, la dure-mère ne présente pas la structure bilamellaire classique, mais un nombre variable de lames étroitement unies et imbriquées. Les plus internes forment une première couche mal définie, qui se poursuit avec la dure-mère spinale, alors que les plus externes forment une couche externe qui se poursuit avec le périoste externe de l'occipital et les différents moyens d'union de la charnière.

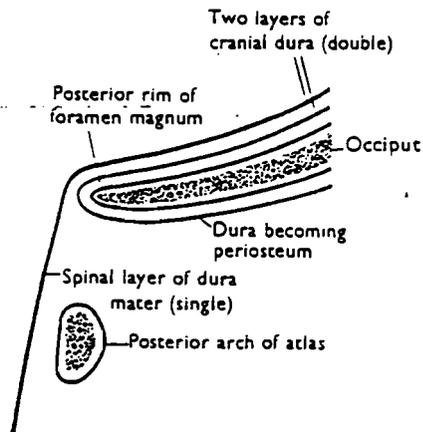


*Le canal de conjugaison et les méninges : coupe frontale.*

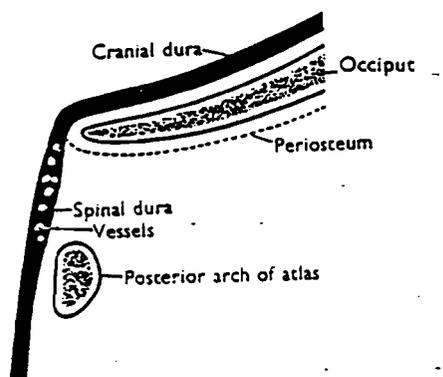
**Figure n° 46**  
**Méninges et canal de conjugaison**  
 (d'après LAZORTHE 1967)



**Figure n°47**  
**Enveloppes méningées au niveau crânien et rachidien**  
 (d'après J. ROLAND 1990)



Text-fig. 1. Diagrammatic representation of the arrangement of the dura mater at the cranio-vertebral junction according to some well known text-books of anatomy.



Text-fig. 2. Diagrammatic representation of the arrangement of the dura mater at the cranio-vertebral junction as revealed by our observations.

Figure n° 48  
**Dure-mère de la charnière crânio-rachidienne**  
 (d'après ROGER L. C. et PAYNE E. E. 1961)

MANELFE C. (1971) trouve cependant à ce niveau une variation d'épaisseur de la dure-mère de 0,8 à 1 mm alors qu'il trouve au niveau crânien une moyenne de 0,45 mm et au niveau rachidien une moyenne de 0,50 mm.

Il décrit également à la partie postérieure, deux feuillets créant un espace interdural décollé ou décollable dans 50 % des cas, formant un véritable plan de glissement qui assure, au cours des mouvements de flexion-extension de la tête, les déplacements et la tension de cette partie de la dure-mère.

il a été décrit dans la littérature des variations d'épaisseur anormales de la dure-mère au niveau du foramen magnum. Ce sont des hypertrophies (brides durales) qui entrent très souvent dans le cadre d'une pathologie malformative de la charnière cervico-occipitale et s'accompagnent généralement d'hypertrophie du ligament atlanto-occipital postérieur.

DRIESEN (1960) rapporte les résultats de 25 interventions chirurgicales pour malformation de la charnière où il constate 15 cas d'épaississement postérieur de la dure-mère soit une fréquence de 60 %.

Elles sont de découverte opératoire mais peuvent dans un certain nombre de cas constituer un facteur compressif non négligeable des structures nerveuses et artérielles au niveau du foramen magnum.

La dure-mère peut alors avoir une épaisseur supérieure ou égale à 2 mm, alors que le ligament peut passer de 2 mm d'épaisseur à 8 à 10 mm environ.

La dure-mère paraît reliée aux parois du canal seulement en avant par l'intermédiaire des ligaments épiduraux qui l'attachent au ligament longitudinal postérieur.

Elle est traversée par de multiples éléments vasculaires ou nerveux dont l'artère vertébrale.

A chaque espace intervertébral les racines nerveuses spinales traversent la dure-mère qui les accompagnent en une sorte de manchon jusqu'au foramen intervertébral puis se fusionne avec l'épinèvre du nerf spinal entraînant de se former. Les vaisseaux dorso-spinaux suivent les racines nerveuses dans leur traversée.

La dure-mère spinale reçoit sur sa face profonde les attaches discontinues des ligaments dentelés venant de la pie-mère.

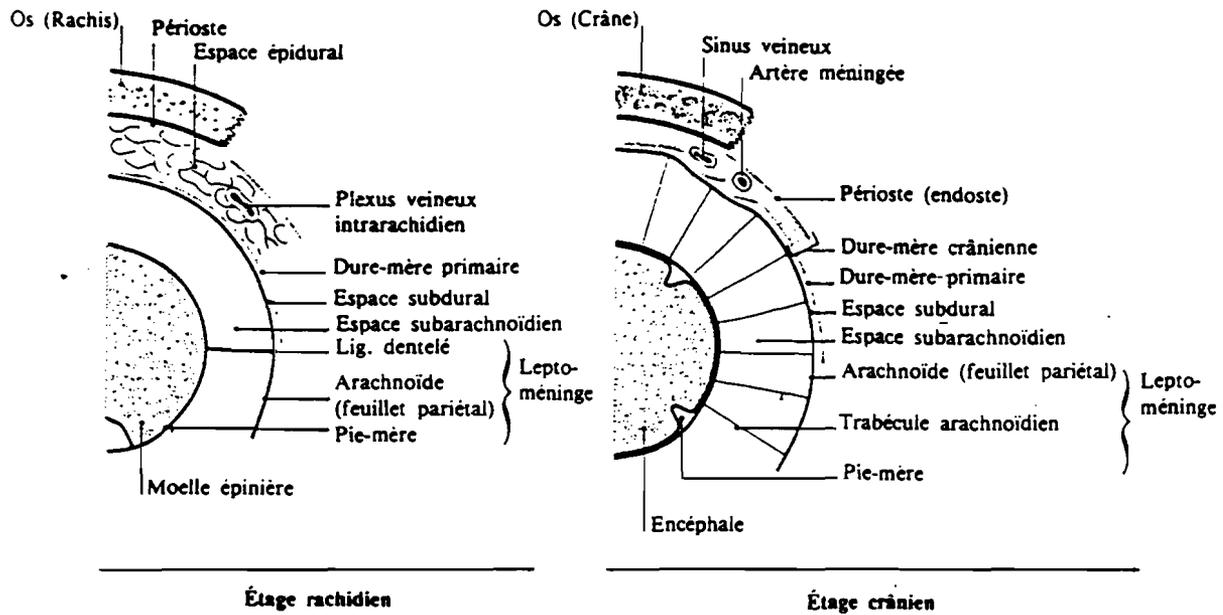


Figure n°49  
 Comparaison de la protection des centres nerveux  
 aux étages crânien et rachidien  
 (d'après J. ROLAND 1990)

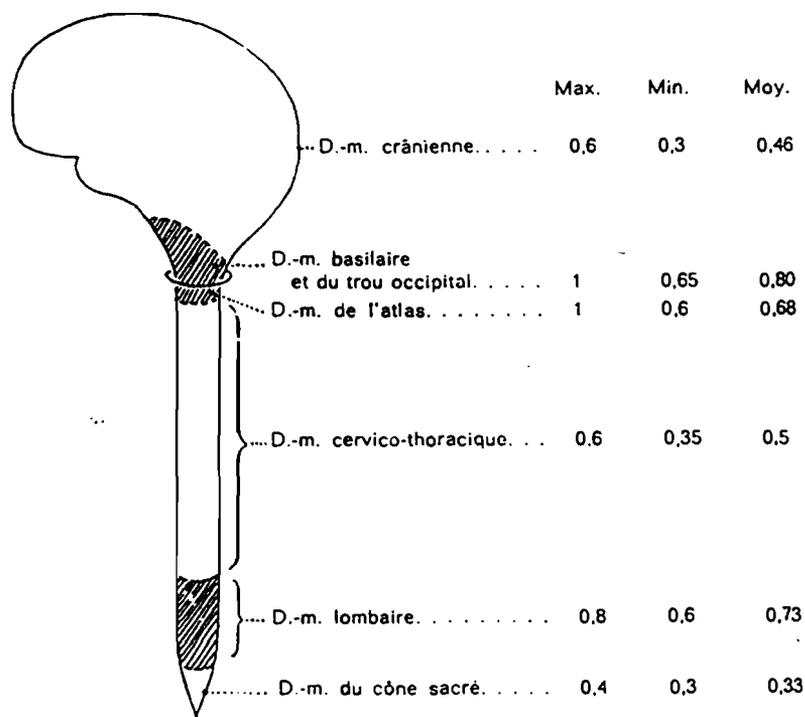


Figure n°50  
 Variation d'épaisseur normale de la dure-mère  
 (d'après LAZORTHES et Coll. 1953)

## **II-3- Les espaces interméningés**

### **II-3-1- Espace épidural**

C'est l'espace compris entre l'os et la dure-mère, physiologique au niveau spinal, rempli par un tissu adipeux; virtuel au niveau de la cavité crânienne. Des plexus veineux parcourent l'espace épidural du canal rachidien sur toute sa longueur et se prolongent en haut avec les plexus sub-occipitaux et les sinus de la base.

### **II-3-2- Espace subdural**

Espace virtuel correspondant à l'accolement entre arachnoïde et dure-mère. Il ne contient dans les conditions physiologiques qu'un film d'un liquide séreux, et peut être traversé par des travées conjonctives reliant dure-mère et arachnoïde et par des vaisseaux anastomotiques des systèmes vasculaires méningés et corticaux.

### **II-3-3- Espace subarachnoïdien**

C'est l'espace liquidien compris entre arachnoïde et pie-mère et où circule le liquide céphalo-rachidien. Il forme les citernes, confluent, lacs, flumina, et rivi.

## **II-4- Innervation et vascularisation de la dure-mère**

La dure-mère crânienne reçoit son innervation de toutes les branches du trijumeau (V), en particulier les rameaux ethmoïdaux du nerf naso-ciliaire, du vague (X) et des premiers nerfs cervicaux.

La dure-mère spinale est innervée par des rameaux méningés des nerfs sinu-vertébraux dont un contingent est sympathique et l'autre sensitif, venant du nerf spinal (XI).

La vascularisation est assurée au niveau crânien par les artères dure-mériennes venant du système carotidien externe (artère méningée moyenne et branches des artères pharyngienne ascendante et occipitale) et des systèmes carotidien interne et vertébro-basilaire.

Les veines sont satellites des artères ou ont leur disposition propre.

## II-5- Rôle des méninges

-Rôle de contention et de protection (protection mécanique antichoc)

-Rôle vasculaire: La leptoméninge accompagne les vaisseaux qui pénètrent dans le tissu nerveux formant une gaine qui s'arrête au niveau capillaire directement en contact avec les cellules névrogliques.

-Rôle de nettoyage et d'élimination des déchets.



**CHAPITRE III**

**LA TRAVERSEE  
DURE - MERIENNE**

La dure-mère est la méninge la plus externe qui recouvre tout le système cérébro-spinal, tapissant toute la base du crâne et se prolongeant par le foramen magnum vers le canal rachidien.

Les artères vertébrales qui naissent de la subclavière et se dirigent vers le cerveau en remontant dans le cou vont à un moment donné être obligées de traverser cette dure-mère.

De nombreux anatomistes ont décrit l'artère vertébrale, mais leurs descriptions font à peine allusion à cette portion de l'artère qui sépare les segments V3 et V4, à savoir suboccipital et intracrânien.

---

## I - DESCRIPTIONS MACROSCOPIQUES

---

### I -1- Revue de la littérature

Les différents auteurs utilisent le plus souvent les termes « pénétre » et « perfore » sans plus de détail pour décrire cette traversée.

Elle se fait à des niveaux différents selon les auteurs, à travers le ligament atlanto-occipital et/ou la dure-mère, tantôt au niveau du canal rachidien un peu avant de pénétrer dans le crâne par le foramen magnum, tantôt au niveau de ce foramen ou plutôt directement dans le crâne.

Les premiers anatomistes étaient moins précis:

Selon SAPPEY (1876), « après avoir décrit ces deux courbures..., la vertébrale traverse la dure-mère entre l'arc postérieur de l'atlas et l'occipital, contourne le bulbe ... »

Pour POIRIER (1896), elle « perfore les ligaments atloïdo-occipitaux postérieurs et la dure-mère, entre l'arc postérieur de l'atlas et l'occipital, et pénétre ainsi dans la cavité crânienne... »

Pour TILLAUX (1900), « Elles (les deux artères vertébrales) pénètrent (ensuite) dans la cavité crâniennes, se portent sur la gouttière basilaire... »

Pour TESTUT (1900), « La vertébrale traverse la dure-mère entre l'arc postérieur de l'atlas et le trou occipital et pénètre dans le crâne à travers ce dernier orifice. »

Toujours selon POIRIER mais avec CHARPY (1902), l'artère vertébrale « perfore la dure-mère entre l'atlas et l'occipital, pénètre dans le crâne par le trou occipital et gagne la gouttière basilaire. »

Pour BELLOCQ (cité par 59), « ...plongeant, à ce moment au travers de ce ligament (occipito-atloïdien postérieur) et de la dure-mère, doublée de la séreuse arachnoïdienne, elle gagne la cavité rachidienne... »

Des auteurs plus récents se sont montrés également peu précis. C'est le cas de DELMAS J. et LAUX G. (1951) pour qui l'artère vertébrale « perfore (ensuite) la dure-mère, pénètre dans le trou occipital et se porte sur la face latérale du bulbe. »

ROUVIERE (1959) est plus précis:

Pour lui l'artère vertébrale « traverse le ligament occipito-atloïdien postérieur au dessus du premier nerf cervical et se porte en avant, un peu en haut et en dedans, sous la dure mère qu'elle traverse immédiatement en avant du ligament dentelé, et au dessous de la digitation supérieure de ce ligament »

« Elle monte ensuite très obliquement en haut et en dedans et pénètre dans la cavité crânienne par le trou occipital, en passant en avant de la première digitation du ligament dentelé et au dessous du grand hypoglosse. »

Il décrit la membrane atlanto-occipitale (ligament occipito-atloïdien postérieur) comme « une lame fibreuse, étendue du bord postérieur du trou occipital à l'arc postérieur de l'atlas » et qui « s'unit latéralement à la capsule des articulations occipito-atloïdiennes » et « limite avec une partie de celle-ci un orifice en regard duquel on voit passer l'artère vertébrale et le premier nerf cervical. »

Pour PATURET (1964), « quittant la gouttière que lui offre l'atlas, l'artère vertébrale traverse la dure-mère obliquement de dehors en dedans et d'arrière en avant, au niveau de l'espace occipito-atloïdien »

WALIGORA et PÉRLEMUTER (128) sont aussi assez précis:

(fig.n° 51,53)

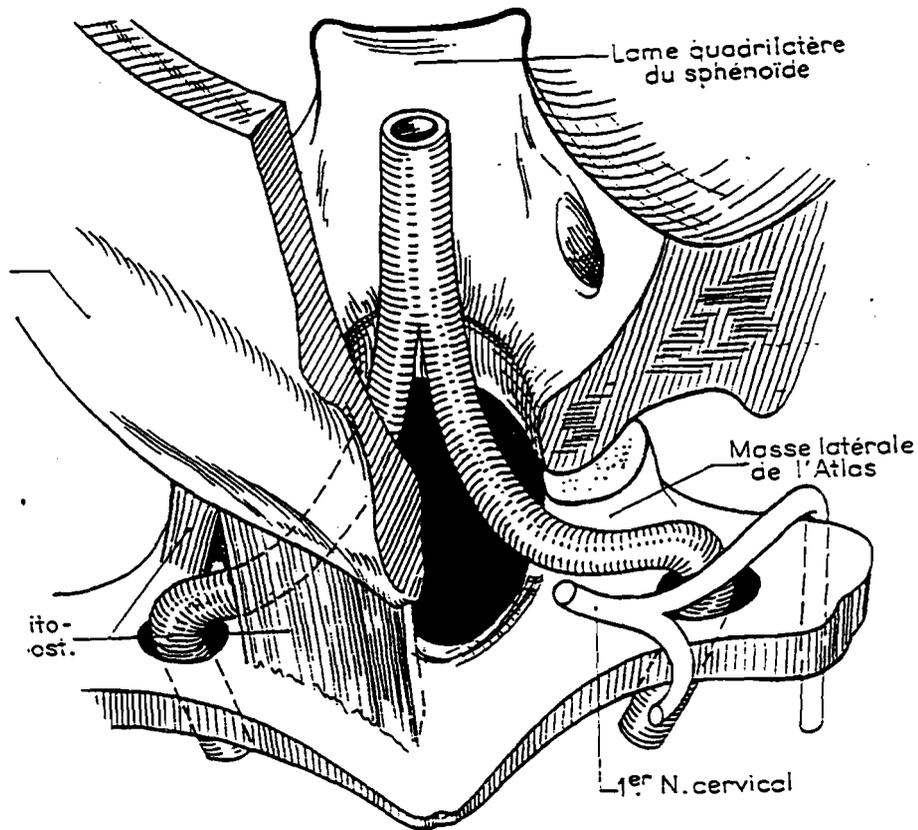


Figure n° 51  
**Rapports de l'A.V. à la pénétration dans le foramen magnum**  
 (selon WALIGORA et PERLEMUTER 1976)

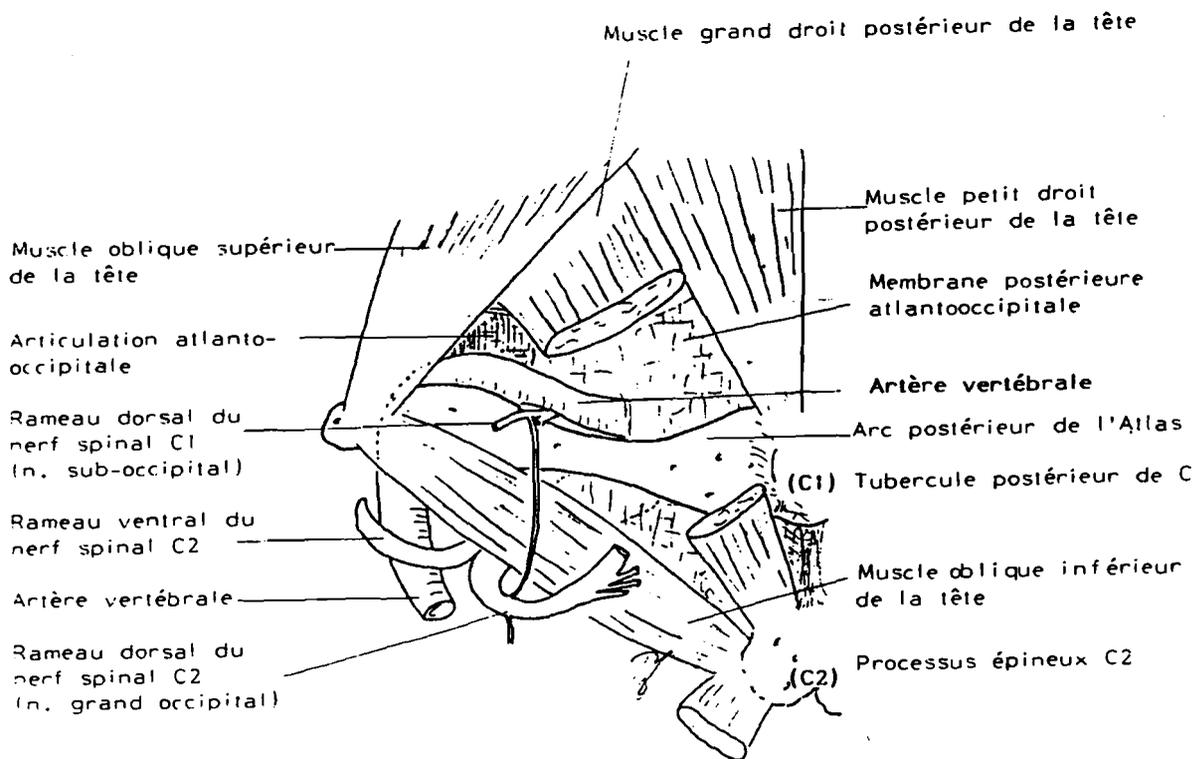


Figure n° 52  
**Artère vertébrale avant la traversée méningée**  
 (d'après FOULON P. 1991)

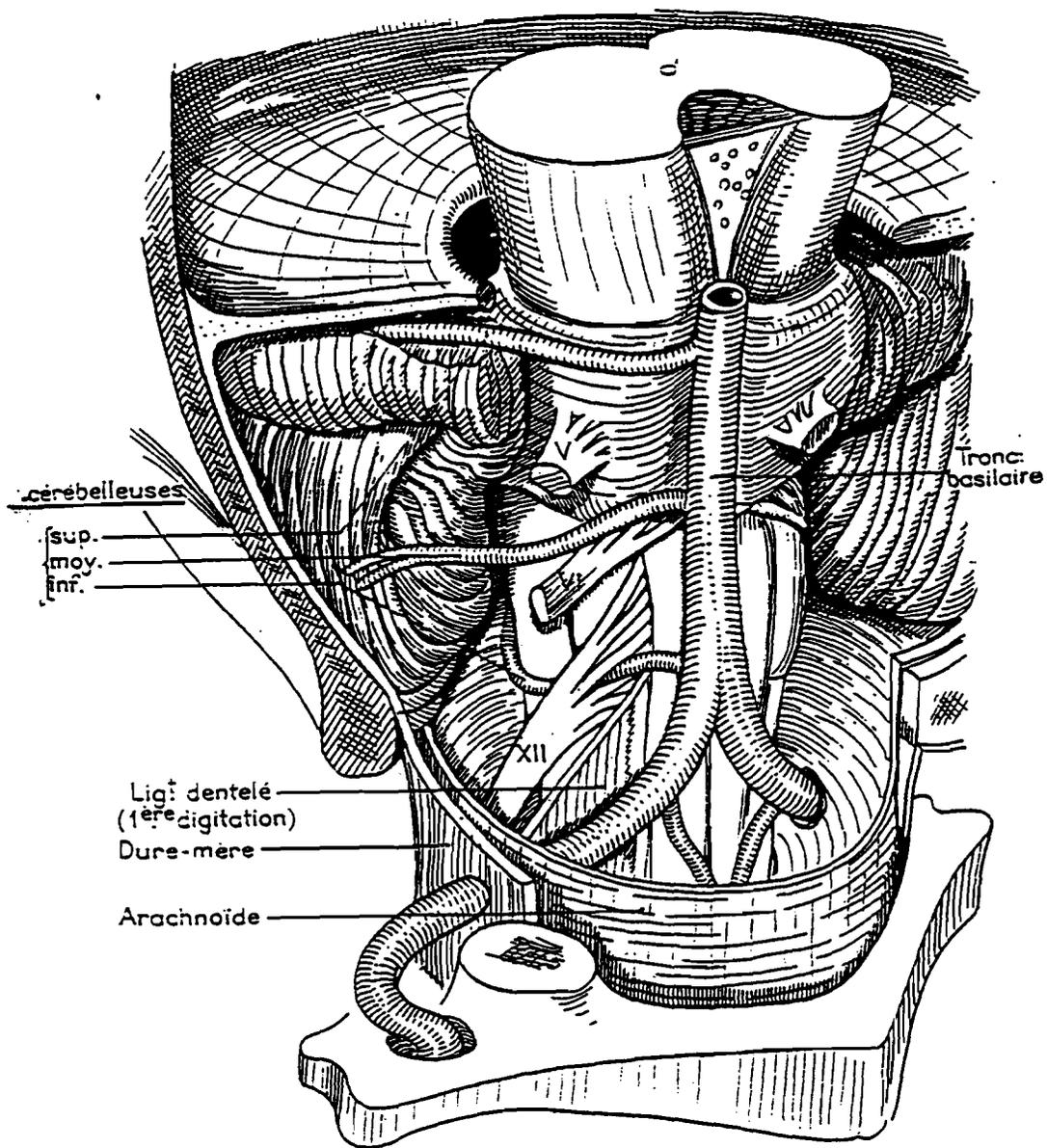


Figure n°53  
 Rapports de l'A.V. dans l'étage postérieur  
 de la base du crâne  
 (WALIGORA et PERLEMUTER 1976)

« L'artère vertébrale pénètre dans le canal rachidien en perforant le ligament occipito-atloïdien postérieur puis la dure-mère et l'arachnoïde, à 1 cm environ en dehors de la ligne médiane, au dessus du premier nerf cervical. »

Elle « pénètre dans le crâne par le trou occipital, oblique en haut, en avant et en dedans... »

Pour LAZORTHES (1967), « Elles vont (ensuite) contourner l'arc postérieur de l'atlas et glisser sur la face supérieure de cette vertèbre pour venir perforer l'épaisse dure-mère occipito-vertébrale et se terminer de part et d'autre du bulbe où elles cheminent à l'intérieur du trou occipital. »

FISHER (1961): « l'artère se redresse pour perforer la dure-mère rachidienne sous le trou occipital. »

DEROUESNE (1967), parlant des artères vertébrales, « Elles s'en dégagent en C2 (des foramen transversaires) et contournent les masses latérales de l'atlas pour pénétrer dans le crâne par le trou occipital »

Plus près de nous:

FRANCKE J.P. (1971): « L'artère vertébrale traverse la dure-mère obliquement en haut, en avant et en dedans, à environ 12 à 15 mm de la ligne médiane, dans un plan horizontal légèrement inférieur à celui passant par le sommet de l'apophyse odontoïde. »

FRANCKE J. P. et collaborateurs (1980): « La traversée de la dure-mère atlanto-occipitale s'effectue à 10 à 15 mm de la ligne médiane, en regard de l'articulation atlanto-occipitale, à son contact ou séparée d'elle par les anastomoses du sinus veineux atlanto-occipital avec le plexus veineux du trou occipital et le plexus veineux basal. »

« Immédiatement avant la traversée proprement dite, il est possible d'individualiser un court segment épidual où PARKE et VALSAMIS en 1967 décrivent une structure ampullo-glomérulaire, complétée d'un fin plexus nerveux qui interviendrait dans la régulation de la circulation artérielle. »

« Immédiatement après la traversée, l'artère se redresse, franchit le trou occipital dans la citerne latéro-bulbaire de l'espace sous-arachnoïdien (cavum subarachnoïdale). »



Pour GEORGE B. (1992), se basant sur les travaux de FRANCKE J.P et DIMARINO (61), ainsi que sur ceux de son collaborateur LAURIAN C. :

« L'artère chemine dans une gouttière de l'arc postérieur de l'atlas en contournant la masse latérale, puis elle se redresse vers le haut et l'avant pour pénétrer la dure-mère de la partie latérale du trou occipital, entourée d'un plexus veineux vertébral contenu dans une gaine périostée qui se prolonge directement avec la dure-mère lorsque l'artère vertébrale la traverse »

« La gouttière osseuse de l'arc postérieur est toujours présente, plus ou moins profonde, pouvant même se transformer en un canal osseux complètement fermé. »

## I-2- Rapports de l'artère au niveau de la traversée

Selon FRANCKE J.P.(1971), immédiatement avant sa traversée dure-mérienne, l'artère vertébrale traverse un espace prismatique triangulaire: c'est son segment épidural.

Cet espace est limité en dedans par la dure-mère, en avant par la face postéro-interne de la masse latérale de l'atlas, en arrière par les ligaments occipito-atloïdiens et en bas par l'arc postérieur de l'atlas. Il est rempli d'un tissu cellulo-graisseux lâche.

De cet espace peuvent naître, l'artère cérébelleuse inférieure et postérieure, l'artère spinale postérieure ainsi que l'artère méningée postérieure.

Ces différents éléments vasculaires accompagnent l'artère, de façon constante ou non, accolés à elle par un tissu conjonctif dense, avec le 1er nerf rachidien cervical et ses filets antérieurs et postérieurs.(Fig. n° 58,59)

LAZORTHES et Coll. (1953) qui ont étudié la dure-mère latérale du foramen magnum ont décrit une gaine durale de l'artère vertébrale:

L'artère vertébrale « atteint la dure-mère, la traverse, la refoule et l'entraîne avec elle dans le canal rachidien, en une sorte de fourreau qui se continue sur elle, sur plusieurs millimètres (4 à 6) et se confond progressivement avec son adventice. Cette gaine est plus nette en dedans qu'en dehors. » (Fig. n° 56,57)

« Entre l'artère et sa gaine durale, on peut enfoncer un stylet de dehors en dedans sur 4 à 6 mm environ. »

« L'artère, dirigée obliquement en haut, en avant et en dedans, traverse la dure-mère à environ 12 à 15 mm de la ligne médiane, dans un plan horizontal inférieur à celui passant par le sommet de l'apophyse odontoïde. »

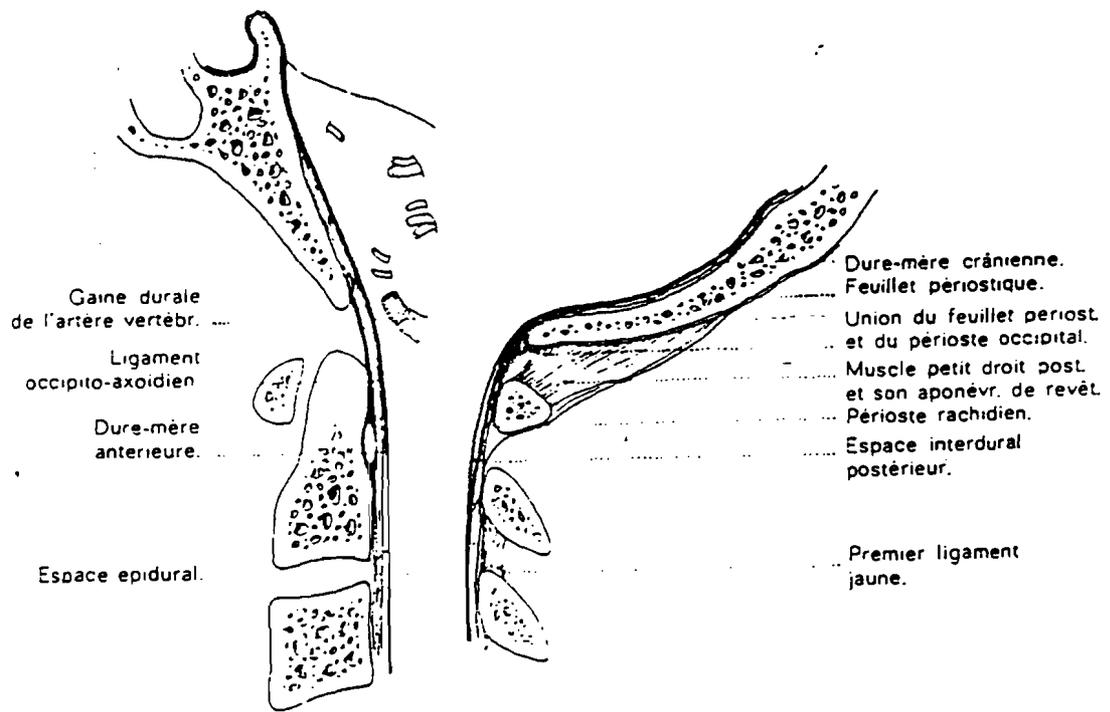


Figure n° 56  
 Dure-mère au niveau de la jonction crânio-rachidienne  
 (d'après LAZORTHE 1953)

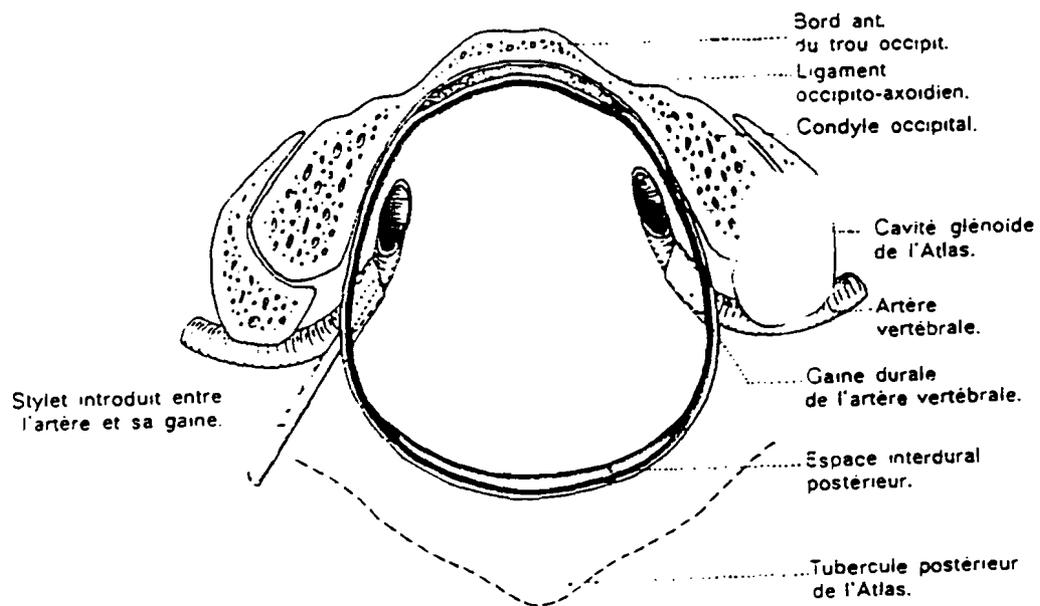


Figure n° 57  
 Dure-mère au niveau de la charnière crânio-rachidienne  
 (d'après LAZORTHE 1953)

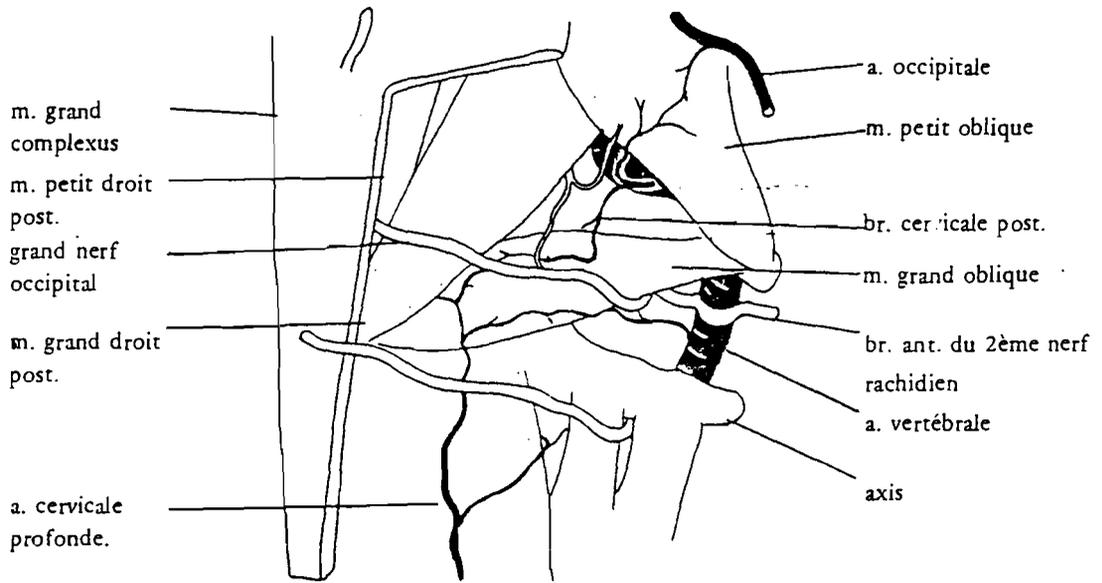


Figure n° 58  
**Rapports postérieurs du segment V3 de l'A. V.**  
 (d'après FRANCKE J. P. 1971)



Figure n° 59  
**Rapports du segment V4 de l'A. V.**  
 (d'après FRANCKE J. P. 1971)

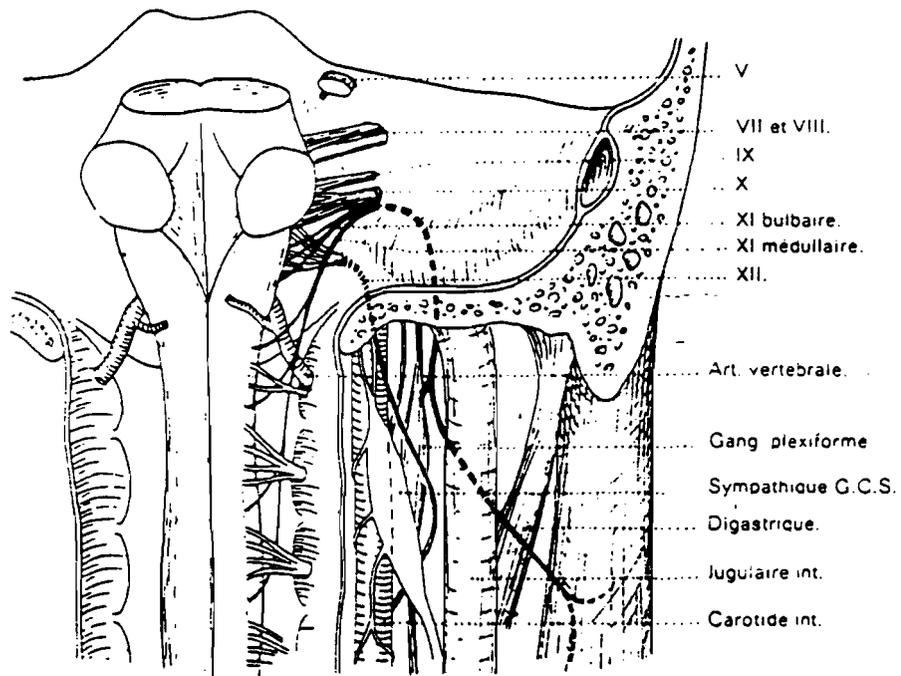


Figure n° 60  
Partie crânienne de l'artère vertébrale  
(d'après LAZORTHE 1981)

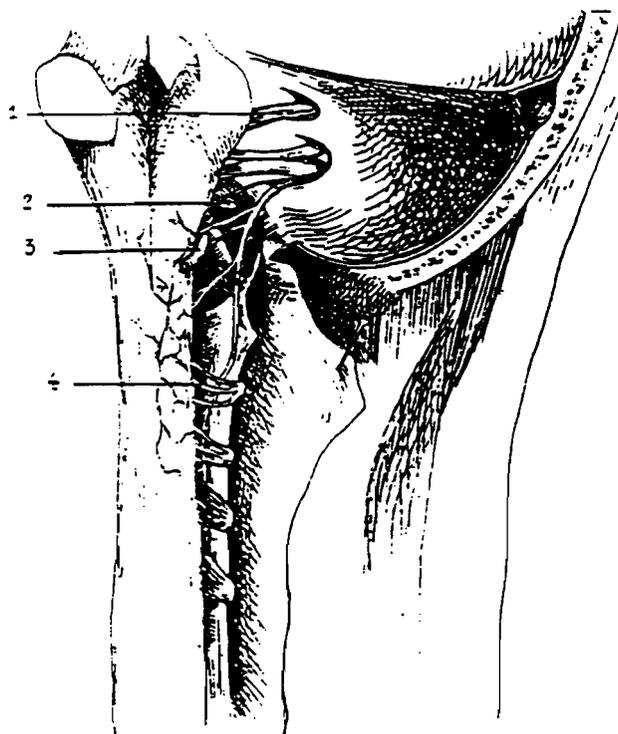


Figure n° 61  
Rapports nerveux de la partie crânienne de l'A.V  
(d'après HOVELACQUE 1926)

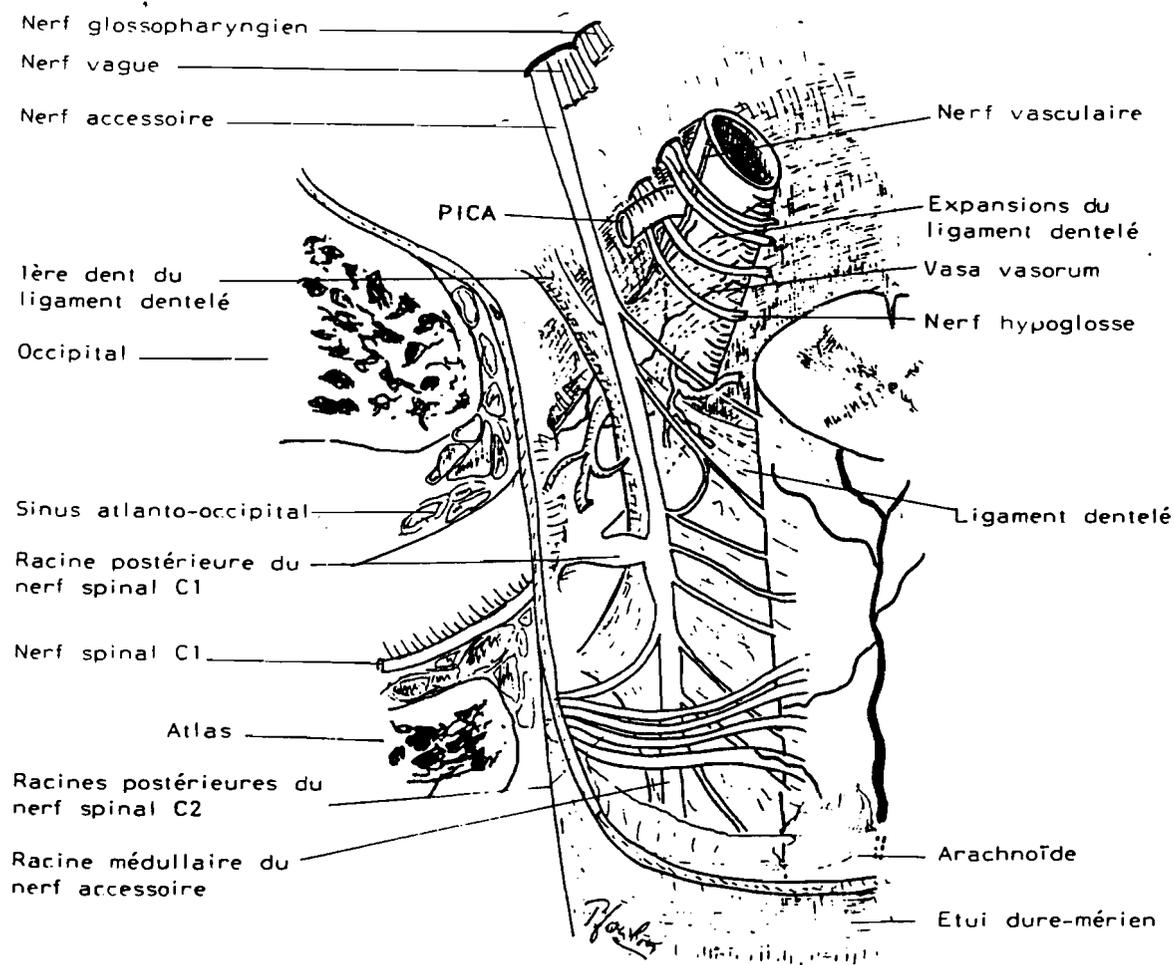


Figure n° 62  
 Partie crânienne de l'artère vertébrale  
 (d'après FOULON P. 1991)

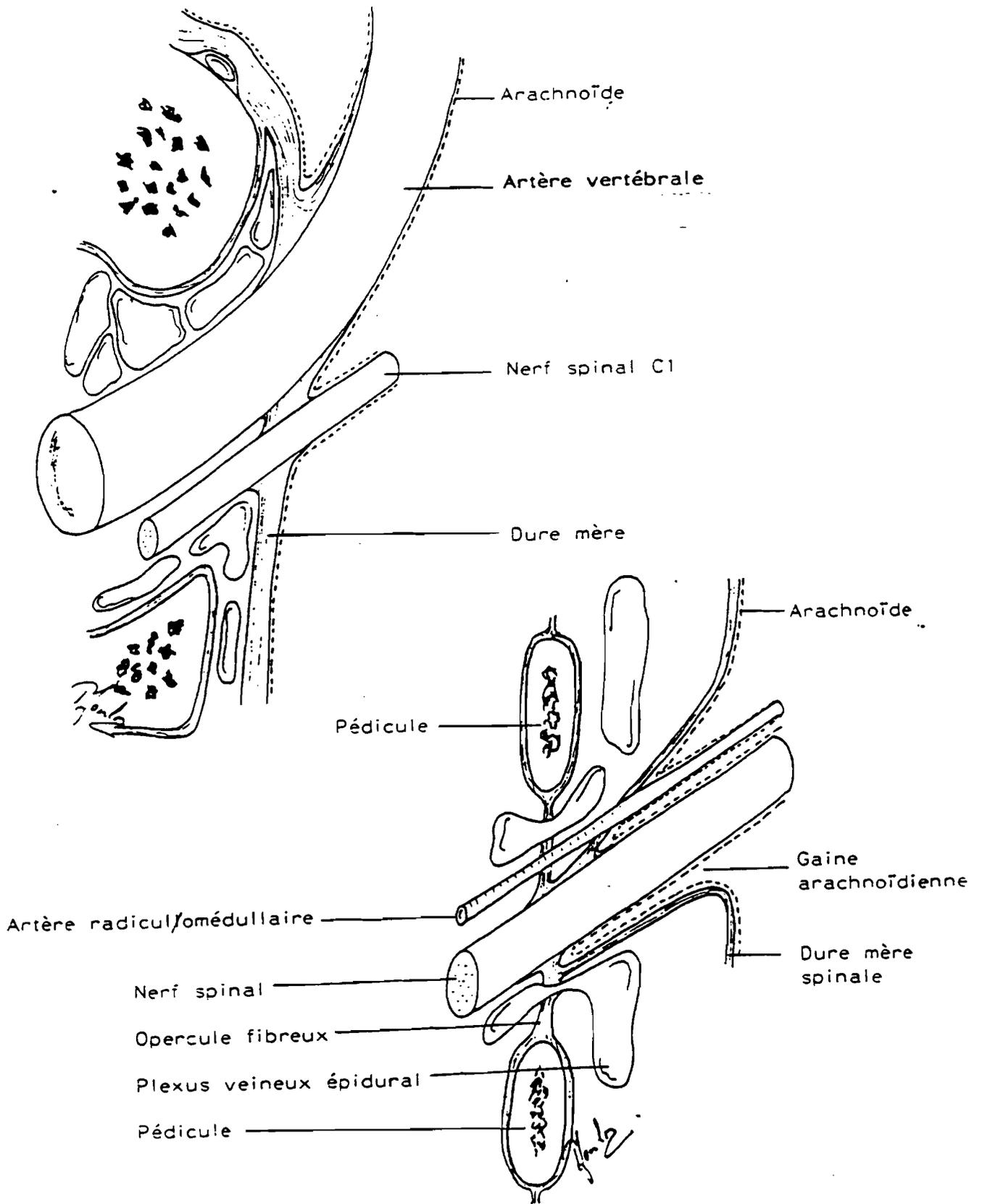


Figure n° 63  
**Les traversées méningées**  
 (d'après P. FOULON 1991)

Selon WINCKLER (171) , après avoir traversé le ligament occipito-atloïdien à côté du premier nerf cervical, «l'artère vertébrale traverse d'abord l'espace épidual, puis la dure-mère cervicale à laquelle elle adhère. Elle traverse ensuite l'espace subdural et enfin l'arachnoïde pour arriver dans l'espace sous arachnoïdien cervical en dessous du trou occipital. »

---

## II - ETUDES MICROSCOPIQUES

---

Aux alentours de ce qu'il appelle le point d'attache dural, WILKINSON (1972) qui a particulièrement étudié le site de pénétration dural de l'artère vertébrale, constate sur 8 coupes longitudinales d'artères vertébrales, les caractéristiques suivantes:

Une modification du tissu élastique au niveau de l'adventice et de la média, qui se traduit par une baisse brutale et importante du nombre de fibres élastique au niveau de la média, 1 cm avant la traversée durale, ainsi que de la densité de la limitante élastique externe.

Puis cette réduction se poursuit jusqu'au niveau de la traversée, jusqu'à ce qu'il ne reste que peu ou pas de fibres élastiques au niveau de la média avec disparition de la limitante élastique externe dans la portion intradurale .En moyenne , cette diminution se fait 3,5 mm avant la traversée et il n'y a plus de tissu élastique 6 mm après.

Il note que pour l'adventice, la diminution d'épaisseur est d'interprétation difficile car à ses fibres collagènes se mêlent celles de la dure-mère.

LANG (1966) a lui aussi noté cette diminution d'épaisseur.

PIFFER et ZORZETTO (1980) ont précisé que lorsque l'artère vertébrale perfore la dure-mère et l'arachnoïde pour occuper l'espace subarachnoïdien, la couche la plus externe de l'adventice est renforcée par de volumineux faisceaux de fibres collagènes venus de ces méninges , disposés circulairement et incorporés aux faisceaux de cette tunique, lui conférant une plus grande résistance.



Quant à ALCOLADO (1988), il a montré comment la dure-mère fusionne avec l'adventice de l'artère et comment l'arachnoïde se réfléchit sur la surface du vaisseau pour tapisser sa portion intracrânienne, avant de fusionner avec l'adventice et de se poursuivre comme revêtement externe de l'artère dans l'espace subarachnoïdien .

JOHNSON (1993), dans une étude histomorphométrique, a noté que l'adventice de l'artère vertébrale était épaisse à deux endroits: près de son origine subclavière et au moment de la traversée où cette variation était probablement la conséquence d'un renforcement de l'adventice par des fibres de collagène venant de la dure-mère.

Au total, la structure de l'artère vertébrale au niveau de sa traversée durale est la suivante:

- **L'intima** est épaisse et constituée de fibres élastiques circulaires ou longitudinales au sein desquelles sont dispersées quelques fibres musculaires lisses et des fibres collagènes. La limitante élastique interne est très développée et sinueuse. (171)

- **La média** est fine, constituée de fibres élastiques fines et rares, formant en dehors une limitante élastique externe, mince et sinueuse, faite de fibres élastiques éparses, presque absente. (169)

- **L'adventice** est très mince, se composant d'une couche profonde de fibres élastiques circulaires parmi des faisceaux de fibres collagènes, la plupart longitudinaux, d'une couche moyenne faite d'épais faisceaux de fibres collagènes unis par de fines fibres élastiques, et enfin d'une couche superficielle de faisceaux de fibres collagènes.(95, 132)

### III- VARIATIONS ANATOMIQUES DE LA TRAVERSEE

Des cas de traversée anormale de l'artère vertébrale ont été décrits. Cette traversée se fait alors de façon ectopique le plus souvent entre C1 et C2.

REWATI (138) en 1993 rapporte un cas rare de compression de la racine rachidienne C2 par une anomalie ectopique de l'artère vertébrale; la traversée se faisait au niveau de l'espace interlaminaire C1-C2, l'artère vertébrale ne passant pas au niveau du foramen transversaire de C1.

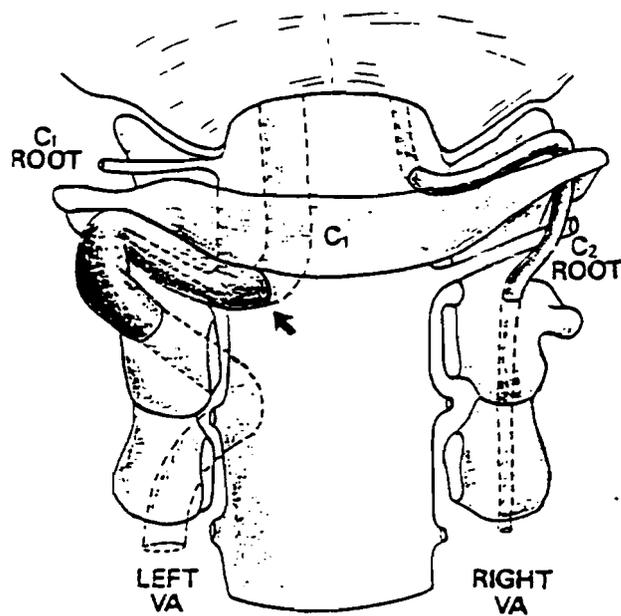


FIG. 3. Schematic diagram (dorsal view) showing the anomalous course of the left ectatic vertebral artery (VA) presenting in the C1-2 interlaminar space and piercing the dura below the posterior arch of the atlas (arrow).

Figure n°66  
 Traversée méningée anormale de l'A.V  
 (d'après REWATI 1993)



---

# I- MATERIEL ET METHODES

---

## I-1- Matériel

Nous avons prélevé sur 20 cadavres du laboratoire d'Anatomie et Organogénèse de la Faculté de Médecine d'Amiens 20 paires d'artères vertébrales. 17 cadavres étaient formolés, conservés grâce à l'injection d'un mélange à base de formol à 10% et d'éthanol. 3 ont été disséqués frais. Les sujets étaient tous âgés de plus de 65 ans sans distinction de sexe.

10 paires d'artères vertébrales ont également été prélevées chez des sujets frais lors d'autopsies au Laboratoire d'Anatomie Pathologique du CHU d'Amiens. Il s'agissait d'adultes jeunes pour la plupart et de fœtus de 30 à 40 semaines environ.

## I-2- Méthodes

Les cadavres du laboratoire d'Anatomie ont été prélevés après dissection de la partie suboccipitale de l'artère, suivi d'un abord crânien. Lors des autopsies, nous nous sommes contentés d'un abord crânien.

### I-2-1- Abord cervical

La dissection de la partie atloïdienne de l'artère a été quasiment impossible chez les sujets formolés, du fait de l'hyperlordose cervicale physiologique du sujet âgé associée à la position cervicale prise lors de l'embaumement, les sujets étant injectés en décubitus dorsal, la tête à plat sur la table. Nous avons cependant réussi à mettre à jour ce segment après avoir complètement décapité la région. L'arc postérieur de l'atlas a dû être réséqué.

Chez les sujets frais, la dissection plan par plan a été plus aisée. Les sujets étaient en décubitus ventral, un billot sous les épaules, la tête hyperfléchie.

### I-2-2- Abord de la partie crânienne de l'artère

Elle s'est faite grâce à une craniotomie horizontale classique après décalottage du scalp, puis ablation de l'encéphale sectionné au niveau de la

moelle allongée. Les artères vertébrales alors mises à jour ont pu être étudiées puis prélevées.

### **I-2-3- Prélèvement**

Après avoir précisé les rapports des artères vertébrales au niveau de leur traversée elles ont été prélevées grâce à une section au niveau du segment atloïde en prenant soin de conserver un carré de dure-mère.

Ces prélèvements étaient plus laborieux lors des autopsies car nous ne nous sommes contentés que d'un abord crânien. Les portions atloïdiennes prélevées en sont plus courtes mais tout aussi exploitables.

Sur deux foetus, nous avons prélevés toute la base du crâne avec l'atlas.

Dans tous les cas, les pièces prélevées ont été conservées dans une solution de formol à 10 %, pendant 48 heures pour les pièces autopsiques.

### **I-2-4- Examen histologique**

Sur les pièces prélevées comportant un morceau de segment atloïde la traversée et un morceau de segment intracrânien, nous avons, au Laboratoire d'Anatomie Pathologique, procédé à des prélèvements pour examen histologique.

Les artères des 20 sujets de dissection ont été coupées longitudinalement dont 6 après prélèvement transversal avant et après la traversée. Celles de 4 sujets d'autopsies ont été coupées l'une transversalement, l'autre longitudinalement, pour chaque élément de la paire. Les autres ont été coupées longitudinalement.

Puis les différents prélèvements ont été post-fixés 48 heures au liquide de BOUIN puis déshydratés dans des bains d'alcool et enfin « éclaircis » au toluène. Des blocs d'inclusion de paraffine ont alors été réalisés avec les prélèvements soigneusement orientés, puis refroidis au congélateur.

Des séries de coupes de 3  $\mu$ m ont alors été réalisées sur les blocs jusqu'à l'obtention d'un plan de coupe satisfaisant. Les lames histologiques ont alors été montés puis colorées par l'Hématéine Phloxine Safran (HPS), l'Orcéine (méthode de coloration des fibres élastiques) et par la technique d'imprégnation réticulinique de WEIGERT pour la mise en évidence des fibres collagènes.



**Photo n° 1 : Craniotomie Horizontale classique**



**Photo n° 2 : Traversée méningée des artères vertébrales**



**Photo n° 3 : Craniotomie horizontale.**

Les lames ont été examinées au photomicroscope POLYVAR de REICHERT et photographiées.

---

## II- RESULTATS

---

### II-1- Dissection

La traversée durale de l'artère se faisait classiquement à hauteur de l'articulation crânio-rachidienne, en arrière de celle-ci. Nous n'avons pas trouvé de cas de traversée ectopique entre C1 et C2.

Après sa sortie du foramen transversaire de C1, l'artère se porte en dedans, dans la gouttière que lui offre le bord supérieur de l'arc postérieur de l'atlas, au sein d'une atmosphère cellulo-graisseuse contenant des plexus veineux d'aspect ampullaire que nous sommes obligés de réséquer pour découvrir l'artère.

Puis elle perfore latéralement la membrane atlanto-occipitale qu'on distingue par ses fibres verticales tendues de l'os occipital à l'arc postérieur de l'atlas.

Dans la plupart des cas, nous avons été obligés de ruginer cet arc postérieur, entraînant avec lui la membrane atlanto-occipitale.

Nous pouvons ainsi mieux voir l'artère qui vient perforer la dure-mère latéralement, un peu en dessous du foramen magnum (environ 0,5 cm), légèrement oblique en avant et en haut, avant de se redresser franchement, immédiatement après la traversée pour pénétrer dans la crâne en passant en avant de la première digitation du ligament dentelé.

Elle est accompagnée dans cette traversée par de fins éléments nerveux et vasculaires à sa face inférieure. Un de ces éléments est quasi constant, c'est la racine antérieure du premier nerf cervical qui participe à son innervation. Il perfore la dure-mère avec l'artère vertébrale, accolé à sa face postéro-inférieure.

Immédiatement après sa traversée elle est nettement libre de cette atmosphère cellulo-graisseuse qu'elle abandonne en exocrânien et son calibre semble diminuer.



Photo n°4 :

Traversée atloïdo-crânienne  
(vue dorsale)



Photo n° 5 :

Coupe horizontale de  
la traversée atloïdo-crânienne



Photo n° 6 :

Rapports de la traversée  
durale de l'AV



Photo n°7  
Traversée méningée

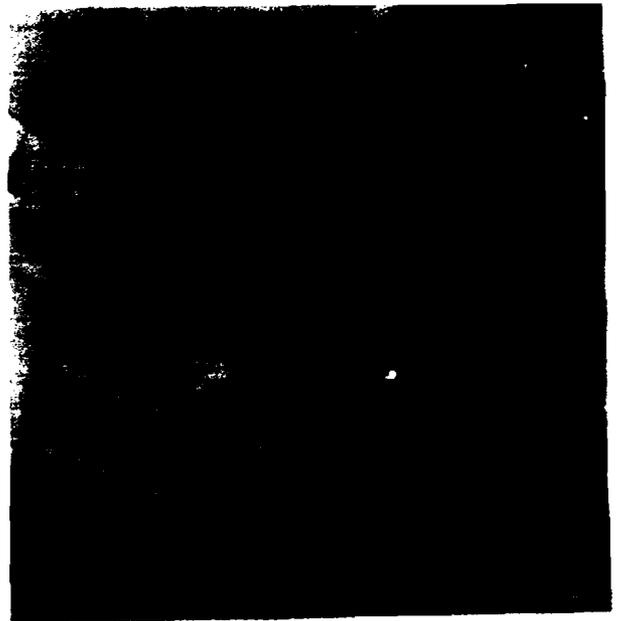


Photo n°8  
Hypoplasie de l'AV droite



Photo n° 9  
Artère vertébrale gauche  
(dilatations ampullaires)



Photo n° 10  
Rapports de la partie crânienne

## **II-2- Examen histologique**

L'examen histologique n'a pas été satisfaisant dans 29 cas. En effet on observait des lésions athéromateuses détruisant la paroi artérielle dans 11 cas dont 1 cas au niveau de la traversée empêchait d'observer la structure histologique à ce niveau. Dans 28 cas, le plan de coupe ne passait pas exactement par l'orifice de traversée durale.

Dans 18 cas, nous avons pu observer des relations identiques dans tous les cas entre la dure-mère et la paroi de l'artère vertébrale au moment de la traversée.

### **En coupe longitudinale, on observe deux aspects différents:**

Sur la face postéro-inférieure, là où l'artère est accompagnée par le 1<sup>er</sup> nerf cervical, les fibres de la dure-mère viennent se mêler aux fibres de l'adventice et paraissent former une gaine périadventicielle uniquement endocrânienne. A ce niveau, on voit des fibres issues de cette gaine pénétrer dans la média de façon perpendiculaire comme pour servir de système d'arrimage de la paroi artérielle.

Sur l'autre versant, là où l'artère n'est pas accompagnée du nerf, on voit la dure-mère s'ouvrir comme un livre sur les versants endocrânien et exocrânien de l'artère. Il n'y a pas de contact aussi intime entre la dure-mère et l'adventice ni de pénétration de la média par le tissu fibreux dural. La dure-mère semble venir se poursuivre avec l'adventice, augmentant son épaisseur sans s'y confondre.

Dans 2 cas où le plan de coupe passait exactement dans le prolongement du nerf, la dure-mère venait s'ouvrir sur lui comme un livre, avec un feuillet intracrânien et un feuillet exocrânien.

### **Sur les coupes transversales:**

Avant la traversée, l'intima est fine, parfois détruite ou absente, la limitante élastique interne est faite d'un feuillet linéaire peu plissé de fibres élastiques, la média comporte des fibres musculaires lisses relativement peu denses, séparées par un tissu conjonctif lâche. La limitante élastique externe est quasi absente et l'adventice épaisse.



**Photo n°11**  
**Prélèvement pour examen**  
**histologique**



**Photo n°12**  
**Traversée méningée de l'AV :**  
**microscopie**



**Photo n°13 et 14**  
**Rapport de la paroi artérielle avec la méninge au niveau du passage**  
**du premier nerf cervical**



**Photo n°15 :**  
**Coupe horizontale avant la traversée**



**Photo n°16 :**  
**Coupe transversale après la traversée**

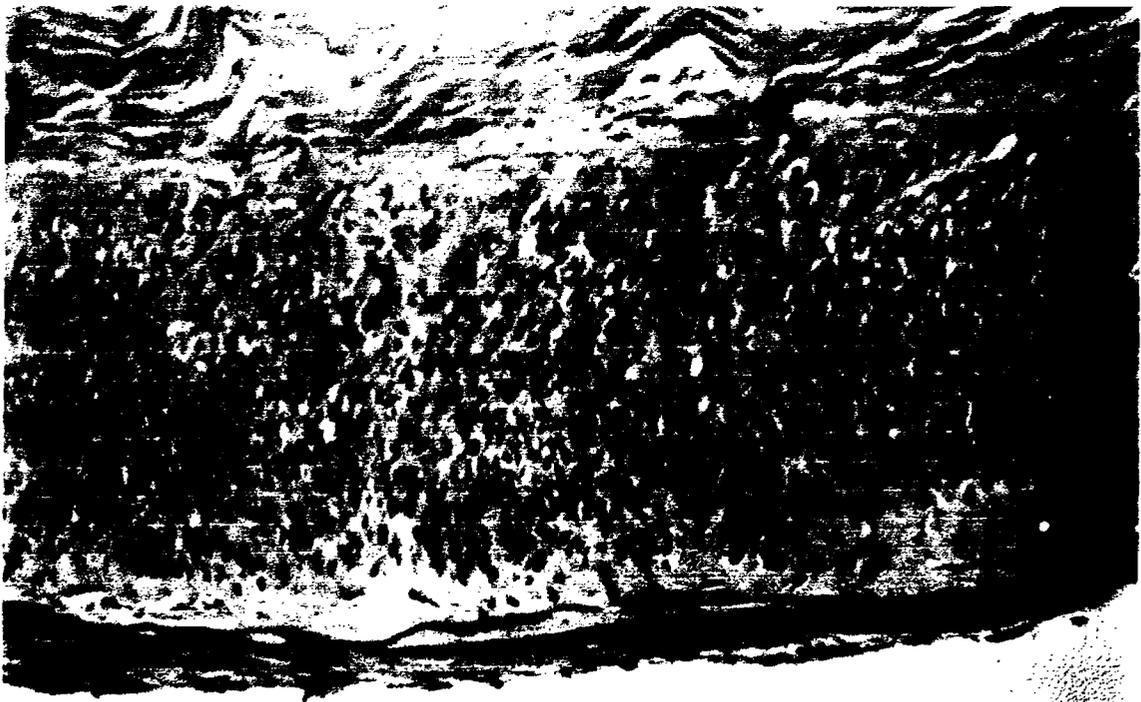


Photo n° 17 et N° 18

**Pénétration des fibres  
de collagène de la dure-mère dans la média**

Après cette traversée, des fibres élastiques épaisses renforcent la média où les fibres musculaires lisses sont plus serrées.

Au moment de la traversée, les coupes n'ont pas été satisfaisantes car faites ou trop basses, ou trop hautes, ne laissant pas voir cet aspect ou les fibres de la dure mère viennent pénétrer dans l'adventice puis la média.

---

## III - DISCUSSION

---

### III-1- Macroscopie

La traversée durale de l'artère vertébrale représente la limite entre les segments V3 et V4 de l'artère classiquement décrits. Son siège prête à controverse et de nombreux auteurs la situe au niveau du foramen magnum ou, comme GEORGES B. (1992), directement dans le crâne.

Ceci peut se comprendre si on considère le foramen magnum comme une région plutôt que comme la zone très limitée d'intersection entre les parties crânienne et rachidienne de la charnière.

Cette région, selon GEORGES B. (1993), s'étendrait de la partie inférieure du clivus jusqu'à l'articulation C1-C2. C'est une zone de passage entre le crâne et le rachis, en forme d'entonnoir asymétrique à sa partie supérieure intracrânienne, et cylindrique dans sa portion inférieure cervicale, incluant donc au niveau crânien le tiers inférieur du clivus en avant, les condyles occipitaux et les tubercules jugulaires latéralement, et le rebord antérieur de l'écaille occipitale en arrière.

Au niveau du rachis, elle inclue l'arc antérieur de l'atlas (C1) et l'odontoïde en avant, les articulations atlanto-occipitale et atlanto-axoïdienne latéralement et l'arc postérieur de l'atlas ainsi que le bord supérieur de l'arc postérieur de l'axis (C2) en arrière.

Mais cette définition du foramen magnum est arbitraire et d'un intérêt plutôt pathologique. Elle permet de définir les lésions de la région qui comptent tenu de leur nature et de leur développement débordent les limites du foramen magnum anatomique.

Le foramen magnum est un orifice, donc une zone bien limitée en hauteur. C'est la limite entre le crâne et le rachis cervical, délimitée par la pointe du clivus en avant, les condyles occipitaux latéralement et l'extrémité inférieure de l'échelle occipitale en arrière.

Avec cette définition, nous sommes d'accord avec ceux qui comme TESTUT depuis 1900, pensent que la traversée méningée de l'artère vertébrale se fait un peu au dessous du foramen magnum, à environ 0,5 à 1 cm au dessous; en arrière de l'articulation atlanto-occipitale, donc au niveau du canal rachidien, avant de se redresser pour pénétrer dans le crâne.

La mise en évidence de l'artère dans la région suboccipitale n'a pas été facile, surtout chez les sujets formolés où le sacrifice des rapports vasculo-nerveux et musculaires n'a pu être empêché.

L'artère vertébrale dans cette région est profondément située, et masquée par les différents éléments vasculo-nerveux.

L'apophyse transverse de l'atlas qui constitue un repère, est repérable en dessous du bord antérieur de la mastoïde. L'artère vertébrale après avoir traversé son foramen transversaire, va en effet se porter en arrière et en dedans. Nous la retrouvons alors, entourée par son plexus veineux important, fait de nombreuses petites veines, mieux visibles sur le sujet formolé par leur aspect violacé et ampullaire, mais moins facile à disséquer, serrées les unes contre les autres, masquant complètement l'artère.

ZOLNAI en 1964 (cité par 60) a appelé ce plexus veineux le sinus atloïdo-occipital, par analogie avec le sinus cavernéux de l'artère carotide interne.

Il correspond (60) à la racine postérieure des veines vertébrales, la racine antérieure constituant la veine condylienne antérieure.

Puis abandonnant ce plexus dans la région suboccipitale, l'artère vertébrale traverse la membrane atlanto-occipitale puis la dure-mère presque immédiatement, accompagnée par le premier nerf cervical qui chemine en dessous et un peu en arrière d'elle.

C'est le plus souvent sa racine ventrale seule qui est concernée, la racine dorsale étant inconstante.

OLIVEIRA (cité par 69), a trouvé dans une étude, que 7 fois sur 50 la racine postérieure était absente et que, 15 fois sur 50 elle était présente.

Dans certains cas , l'artère vertébrale était accompagnée par des rameaux vasculaires. Ces rameaux correspondent soit à l'artère spinale postérieure, soit à l'artère méningée postérieure.

FRANCKE J.P. (1971) a décrit un segment épidual difficile à mettre en évidence mais existant cependant.

Ce point de traversée est un point d'attache fixe. L'artère à ce niveau ne peut être mobilisée sans que la méninge le soit. C'est également un point étanche.

GEORGES B. (1993) décrit, en accord avec LAZORTES (107) une gaine périostée entourant l'artère, continue de C6 au foramen occipital où elle se prolonge avec la dure-mère. Cette gaine s'invaginerait dans la dure-mère, formant un fourreau sur quelques millimètres, fixé sur l'adventice de l'artère.

Effectivement, le paquet vasculo-nerveux vertébral est comme tout paquet vasculo-nerveux contenu dans une gaine périadventicielle. Mais ce serait plutôt la dure-mère qui viendrait se prolonger avec la périadventice de l'artère, dans la région intracrânienne, donnant l'impression de former un fourreau.

On ne distingue en effet pas de limite macroscopique entre dure-mère et paroi artérielle dans le segment intracrânien.

Sur le versant extracrânien, la présence du sinus veineux rend difficile la mise en évidence des rapports exacts entre dure-mère et paroi artérielle. La tentative de le faire provoquerait un décollement, pouvant expliquer pourquoi LAZORTES (107) a pu y introduire un stylet.

La traversée se fait obliquement, en dedans, en haut et en avant. L'artère, d'abord presque horizontale, va effectuer un coude pour se retrouver dans une direction oblique en haut et en dedans.

Elle est alors située en avant de la première digitation du ligament dentelé. Le 12ème nerf crânien émergeant de son sillon bulbaire par ses différentes racines passe en arrière d'elle. Nous n'avons pas rencontré de cas où ces racines passent de part et d'autre de l'artère, comme il est rare de le voir.

Nous n'avons pas non plus, sur 30 cadavres, trouvé de traversée anormale. Les variations de niveau de pénétration en hauteur (au niveau C1-

C2) sont rares. TOKUDA (1985) dans sa série de 300 angiographies vertébrales n'a trouvé que 2-3 % de cas.

La traversée se faisait toujours de dehors en dedans, bien que des cas de traversée antéro-postérieure ont été décrits.(60)

Mais ses variations sont rares et ne peuvent s'observer que sur des séries importantes.

### III-2- Microscopie

Sur 52 coupes longitudinales, seules 24 ont été satisfaisantes et nous avons dû refaire des séries de coupes sur 6 blocs.

Nous nous rendons compte de l'intérêt du prélèvement pour l'examen histologique. Les coupes longitudinales doivent être soignées et bien orientées si l'on veut avoir un plan de coupe satisfaisant et exploitable.

En plus nos sujets étaient le plus souvent âgés, d'où l'importance des cas d'athérome modifiant la structure pariétale de l'artère qui devient alors fibreuse dans son ensemble. Heureusement, seulement un cas d'athérome était à cheval sur la traversée dure.

Il serait plus intéressant d'avoir plus de pièces provenant d'autopsie où les sujets sont plus jeunes. Mais là encore le prélèvement est moins aisé.

Les différentes études se rapportant à la région de la traversée méningée de l'artère vertébrale avait déjà noté le renforcement de l'adventice de la paroi de l'artère par des fibres de collagène provenant de la dure-mère.

Cependant, la plupart des études sont contradictoires quant à la structure de la paroi de l'artère et ses différentes modifications.

Nous avons pu observer une relation quasi constante de la méninge avec la paroi de l'artère, qui n'avait jusque là pas encore été précisée. P. FOULON (59) dans son travail sur cette traversée, en parle.

Selon nos constatations, deux types de rapports sont à retenir:

Un premier type où les fibres de la dure-mère s'incrument jusque dans la média, perpendiculairement à la lumière du vaisseau ou obliquement, prolongeant la direction avec laquelle la dure-mère arrive sur lui, ce du côté où passe également le 1<sup>er</sup> nerf cervical; et un deuxième type semblant concerner le reste du pourtour du vaisseau, où les fibres dures s'ouvrent comme un livre

sur les versants endo et exocrânien de l'artère, parallèles à celles de l'adventice, et s'y confondant progressivement.

La dure-mère viendrait (de part et d'autre du passage du nerf), s'enfoncer dans la paroi artérielle pour constituer un système d'amarrage et renforcer sa résistance au niveau de ce point d'attache, assurant l'étanchéité tout autour du vaisseau.

Le fourreau dural décrit par LAZORTHE (107) n'a pas non plus été retrouvé sur les coupes histologiques. Les fibres de la dure-mère arrivant sur l'adventice artérielle s'y confondent presque immédiatement.

Le versant exocrânien se reconnaît par la présence de plexus veineux et de tissu adipeux. Parfois, nous avons pu voir des rameaux artériels accompagner le nerf dans la traversée.

La structure de la paroi de l'artère de part et d'autre de la traversée est très variable en ce qui concerne la distribution des différents éléments et l'épaisseur des différentes couches et nous n'avons pas pu faire de séparation catégorique entre les deux segments. Nos observations en effet sont moins évidentes que la plupart des auteurs.

Pour PIFFER et ZORZETTO (132), l'intima est épaisse, faite de fibres élastiques, avec une LEI évidente, épaisse, fenêtrée avant la traversée, plutôt sinueuse après. WILKINSON (169) lui, n'a pu définir la structure de l'intima à cause des modifications dégénératives.

Nous avons trouvé une LEI où les caractères « fenêtrée » ou « plissée », se retrouvait aussi bien avant qu'après la traversée. L'intima, souvent détruite ou décollée, était plutôt mince, épaisse à certains endroits, le plus souvent sur le versant exocrânien, mais d'une épaisseur globale variable d'un versant à l'autre.

La média est faite de fibres musculaires lisses, parsemées de fibres élastiques, fines avant la traversée et plus épaisses et sinueuses après.

PIFFER et ZORZETTO (132) ont trouvé que son épaisseur était plus faible avant la traversée, contrairement à WILKINSON (169).

La LEE est plus ou moins absente pour WILKINSON (169), et nous sommes d'accord avec lui: les fibres élastiques de la média se disposent de façon éparses et irrégulières à la périphérie de la média, n'étant visible qu'à de plus forts grossissements. PIFFER avait noté une LEE évidente.

L'adventice est également développée selon PIFFER (132) qui comme la plupart des autres auteurs a noté une augmentation de son épaisseur, à l'opposé de WILKINSON (169).

Nous pensons comme WINCKLER (171) que cette modification de structure de l'artère vertébrale avant et après sa traversée serait effectivement liée à l'exigence des contraintes qui diffèrent dans ces deux segments. En effet, avant sa traversée durale, l'artère est soumise aux mouvements de la charnière crânio-rachidienne ainsi qu'à ceux de la colonne cervicale, et ses impératifs sont déformabilité et élasticité. Mais après, elle doit plutôt résister aux variations brutales et importantes de pressions qui protègent le cerveau d'un déséquilibre éventuel. La baisse de calibre que nous avons observée pourrait avoir la même signification.

Ces observations contradictoires s'expliqueraient donc certainement par la grande variabilité structurelle de l'artère vertébrale qui semble s'adapter selon ses contraintes fonctionnelles, variables selon les individus; mais peut-être également par les insuffisances des différents travaux.

Un travail plus poussé utilisant des techniques d'examen plus sophistiquées permettrait certainement de faire la part des choses.



Les incidences pathologiques de la circulation artérielle vertébrale ont été longtemps mal connues. Mais aujourd'hui, il est possible d'individualiser un syndrome relatif à l'atteinte d'une ou des deux artères, car le territoire propre à l'artère vertébrale est très particulier, à cheval sur le tronc cérébral inférieur et la moelle épinière supérieure. Aussi le syndrome d'insuffisance vertébrale est difficilement détachable de celui d'insuffisance vertébro-basilaire dont on parle le plus souvent.

L'artère vertébrale comme nous l'avons vu, est sujette tout le long de son trajet à une grande variété tant dans sa morphologie, ses rapports, ses branches collatérales, que dans sa structure histologique. Sa pathologie également s'en ressent, différant d'un segment à l'autre, tant du point de vue de son type même que de sa prévalence et ses manifestations. Cette pathologie s'inscrit dans le cadre des sténoses et thromboses vasculaires encéphaliques et dans celui des syndromes lésionnels du rachis cervical.

L'artériographie vertébrale, de technique plutôt aisée de nos jours permet de visualiser et de localiser ces anomalies. L'IRM de flux et le scanner hélicoïdal sont des techniques intéressantes à prendre en compte.

Les étiologies sont avant tout l'athérosclérose, l'arthrose cervicale (uncodiscarthrose) et les traumatismes du rachis cervical.

Le territoire d'irrigation de l'artère explique la symptomatologie de son atteinte. Il est complexe et formé par les différents territoires vascularisés par ses différentes branches.

Mieux que sa pathologie et sa chirurgie même, l'intérêt de bien connaître les rapports de l'artère vertébrale au niveau de sa traversée méningée réside surtout dans la nécessité de son contrôle lors de la chirurgie des tumeurs de la base du crâne, plus particulièrement les tumeurs du foramen magnum.

---

## I- SEMEIOLOGIE ET PATHOLOGIE DE L'ARTERE VERTEBRALE

---

### I-1- Lésions anatomiques

#### I-1-1- Lésions intrinsèques

Ce sont les lésions de la pathologie artérielle générale.

1) L'athérosclérose est la plus fréquente. Elle atteint surtout les segments V1 et V4 qui vient au second rang de fréquence. L'atteinte de V4 est souvent associée à celle du tronc basilaire d'où l'intérêt de faire des angiographies complètes comportant des séries intracrâniennes. V3 est presque toujours épargné et sera le siège de revascularisation dans les lésions sous-jacentes.

2) La dysplasie fibro-musculaire est plus rare et siège exclusivement au niveau de V2 et V3. Sa forme est habituellement occlusive, réalisant l'aspect caractéristique en « collier de perle », et plus rarement anévrysmale. Elle se complique de dissection, de fistule artério-veineuse ou de thrombo-embolie.

3) Les traumatismes ouverts, fermés ou iatrogènes, siègent le plus souvent au niveau de V2 et V3.

4) Les anévrysmes et dissections spontanée sont d'origine dysplasique, siégeant préférentiellement au niveau de V3, ou athéroscléreuse.

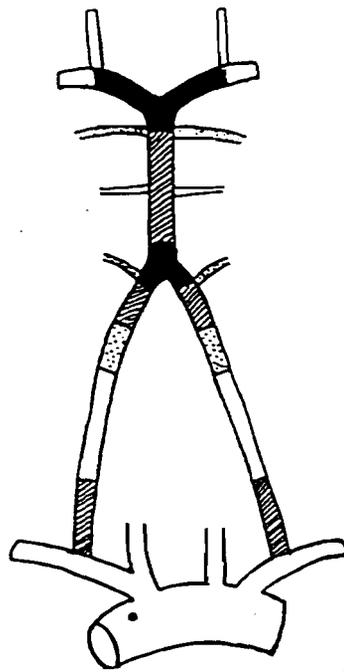
5) Les fistules artério-veineuses spontanées sont encore plus rares et se rencontrent toujours au niveau de V2 et V3

### **I-1-2- Compressions extrinsèques**

Elles sont liées aux rapports étroits de l'artère avec le rachis et les éléments musculo-ligamentaires. Au niveau V3, l'adventice de l'artère adhère intimement aux berges de la gouttière osseuse de C1; les compressions sont relativement rares et se voient dans les anomalies ostéo-articulaires congénitales ou acquises. Au niveau de la jonction V3-V4, l'adhérence se fait avec la membrane atlanto-occipitale et la dure-mère qu'elle traverse, et les compressions sont exceptionnelles.

Deux mécanismes entrent en jeu: les positions anormales et prolongées de la tête et du cou ( manoeuvre de MAGNUS KLEYN); et les contusions artérielles responsables de thrombi muraux, de spasmes prolongés et de thrombose.

Elles sont rencontrées dans les cervicarthroses, les traumatismes cervicaux (manoeuvres chiropractiques intempestives, fracture-luxations, traumatisme obstétrical) et dans les malformations de la charnière.



Ordre d'intensité décroissante



Figure n° 67  
 Répartition des lésions athéroscléreuses sur la système  
 vertébro-basilaire  
 (d'après GERAUD J. 1967)

## **I-2- L'insuffisance vertébrale**

### **I-2-1- Deux mécanismes de l'insuffisance vertébrale**

Le mécanisme hémodynamique est le plus fréquent suivi par le mécanisme thromboembolique lié presque toujours à une lésion intimale. Trois ordres de facteurs favorisent l'apparition des symptômes:

- facteurs anatomiques réalisant l'isolement du système vertébro-basilaire par rapport au système carotidien

- facteurs hémodynamiques généraux, cardiaques (insuffisance, troubles du rythme ou de la conduction), posturaux (hypertension artérielle orthostatique) ou rhéologiques (anémie)

- Sensibilité particulière du territoire vertébro-basilaire à l'ischémie.

### **I-2-2- Syndrome d'insuffisance circulatoire vertébrale ou syndrome intermittent de l'artère vertébrale**

C'est un tableau clinique précis qu'il faut différencier du syndrome d'insuffisance vertébro-basilaire (IVB).

Il apparaît en général chez des sujets de la cinquantaine avec fréquemment des prodromes à type de dérobement des membres inférieurs pendant six mois à deux ans. On distingue des signes majeurs et des signes mineurs.

#### **I-2-2-1- Signes majeurs**

1) Les signes cochléo-vestibulaires: Ce sont des étourdissements, des sensations vertigineuses, des acouphènes, accompagnés de nausées, vomissements et diarrhées et de troubles neurovégétatifs diffus. La marche est titubante, ataxique avec latéro-pulsion. Un nystagmus et un signe de ROMBERG avec déviation des index sont retrouvés à l'examen.

2) Les troubles visuels sont très fréquents, à type de brouillard, de scotome, de cécité transitoire et d'amputation du champ visuel.

3) Les troubles moteurs avec hémiparésie et «drop attacks», ce sont des épisodes brutaux et transitoires de para ou tétraparésie avec chutes, sans altération de la conscience, et récupération dans les minutes qui suivent.

### **I-2-2-2- Signes mineurs**

Ce sont des troubles variés de la conscience, des nerfs crâniens, ou un syndrome cérébelleux.

## **I-3- Pathologie de l'artère vertébrale**

### **I-3-1- Les sténoses**

Elles peuvent siéger sur tout le trajet de l'artère. Elles sont segmentaires dans 15,7 % des cas touchant V3 et V4.

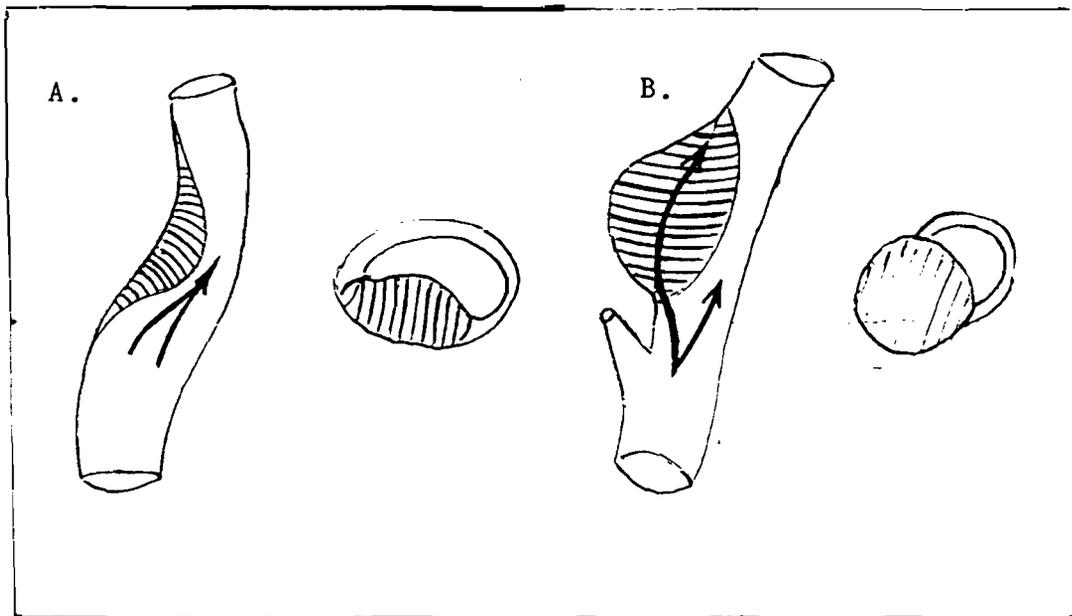
### **I-3-2- Les dissections anévrismales**

Les dissections de l'artère vertébrale ont une place importante en pathologie neurovasculaire. Mais leur fréquence est sous-estimée en raison des formes peu-cisymptomatiques et de leur gravité à l'origine de diagnostics post-mortem.

Elles ont été reconnues dès 1554 par JEAN FERNEL dans son « universa medicina » (cité par 59). En 1826 déjà, LAENNEC crée le terme d'« anévrisme disséquant ». Mais c'est depuis les années 80 qu'elles prennent une place importante en pathologie vasculaire neurologique, avec les moyens actuels d'imagerie. Les dissections du système vertébro-basilaire représentent 40 % de l'ensemble des dissections intracrâniennes. Ce sont des poches intrapariétales développées dans la paroi de l'artère par clivage de la média par un hématome. Ce clivage peut être d'étendue variable, et communiquer ou non avec la lumière. Leur siège préférentiel est V3 et V4 à cause du brusque changement mécanique dans cette zone de transition histologique. L'aspect est différent selon qu'on se trouve en intra ou extracrânien en raison de la variation de structure histologique.

MAS (116) a rapporté un cas de dissection au niveau du segment atloïde s'arrêtant juste au niveau de la traversée méningée. Serait-ce dû à la plus forte résistance de la média à ce niveau?

Dans la partie extracrânienne l'adventice est respectée, la dissection est sous-intimale entraînant une sténose ou pouvant communiquer avec la lumière dans 60 % des cas par une déchirure intimale (30), ou sous-adventitielle augmentant le calibre apparent de l'artère avec double chenal et pouvant évoluer vers un anévrisme, alors que en intracrânien, la rupture de l'adventice est possible, responsable d'hémorragie subarachnoïdienne.



A. Dissection sous-intimale

B. Dissection sous-adventicielle

Figure n°68  
Différents types de dissections artérielles  
(d'après J. D'ANGLEJAN 1991)

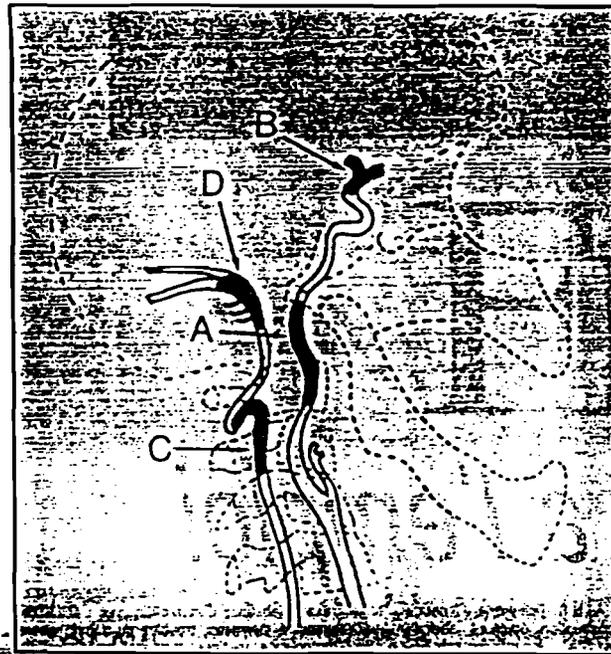


Fig. 1. Sièges les plus fréquents des dissections : A. Artère carotide extracrânienne ; B. Artère carotide intracrânienne ; C. Artère vertébrale extracrânienne ; D. Artère vertébrale intracrânienne.

Figure n°69  
Siège des dissections des artères  
vertébrale et carotide interne  
(d'après J. D'ANGLEJAN 1991)

Pour CAPLAN (22), la finesse des couches externes des artères intracrâniennes expliquerait cette tendance à la rupture. Nous pensons plutôt que le plexus veineux périartériel extracrânien protège l'artère.

BAHRAM MOKRI (8) a trouvé 2/3 de dissections extracrâniennes au niveau C2-C1, environ 20 % à la fois extra et intra crâniennes et 14 % uniquement intradurales.

La symptomatologie est polymorphe, avec une hémorragie méningée dans 50 % des cas, un accident ischémique transitoire dans 33 % des cas et dans 10 % des cas l'association des deux ou un syndrome tumoral de la fosse postérieure.

L'artériographie est l'élément-clé du diagnostic lorsqu'elle est réalisée précocement, permettant d'affirmer le diagnostic, de préciser le type et rechercher une pathologie artérielle générale sous-jacente. Elle doit intéresser tous les axes artériels du cerveau.

### **I-3-3- Les anévrismes**

Ils sont liés à différents facteurs:

- persistance anormale de vaisseaux transitoires lors de l'évolution embryologique responsable d'anévrismes vestigiaux
- existence de fragilisations murales (agénésies ou aplasies des couches vasculaires des parois artérielles) pouvant se décompenser plus ou moins tardivement
- défauts de la média (hypoplasies ou fibroses dégénératives). FORBUS (cité par 59) a étudié l'évolution de la couche musculaire de l'aorte et de ses branches chez 9 embryons et a montré que cette couche évolue de façon indépendante et ne se soude que tardivement; ses défauts de la média siègent au points de bifurcation par absence de fusion des couches musculaires.
- modification de la lame élastique (fragmentation, perte de la structure fibrillaire normale,...)

### **I-3-4- Traumatismes et fistules**

Les atteintes traumatiques sont surtout exocrâniennes et sont responsables de fistules artério-veineuses (FAV) ou de faux anévrismes.

Leur fréquence est relativement rare. Elles sont liées à des plaies ou des traumatismes rachidiens ou peuvent être d'origine iatrogène (angiographie percutanée).

Les FAV sont définies par l'existence d'une communication anormale entre l'artère vertébrale extracrânienne ou l'une de ses branches pariétales ou radiculaires et les veines de voisinage. Elles sont post-traumatiques et intéressent alors essentiellement le niveau C5-C6 ou spontanées, intéressant le segment V3. Elles sont alors liées à des altérations pariétales ou à des modifications circulatoires. Relativement rares (une centaine de cas publiés à ce jour), elles provoquent un hémodétournement, véritable vol vertébo-vertébral au dépens de la vascularisation du tronc cérébral. La vascularisation est alors assurée par les systèmes de suppléance.

Leur traitement fait appel à la radiologie interventionnelle endovasculaire et à la chirurgie.

### **I-3-5- Artères vertébrales et charnière**

L'anatomie normale de la région de la charnière cervico-occipitale indique à l'évidence les rapports étroits qui lient les artères vertébrales aux deux premières vertèbres cervicales et à l'articulation atlanto-occipitale. Sur les quatre segments de l'artère habituellement décrits les deux derniers méritent l'attention.(43)

Au niveau de V4 l'artère présente trois changements successifs de direction laissant un jeu suffisant aux vaisseaux lors des mouvements du rachis cervical. au niveau de C2, elle épouse le canal transversaire, décrivant une première inflexion concave en dehors et en bas, puis entre C1 et C2 elle se porte vers le dehors, concave en haut et en dedans. A sa sortie du foramen transversaire de C1, l'artère contourne par en arrière la masse latérale de cette vertèbre qui sert de support à la cavité glénoïde, reposant sur la face supérieure de l'arc postérieur de la vertèbre appliquée par les faisceaux du ligament atlanto-occipital postérieur.

Au niveau de la jonction V3-V4 elle change de direction pour la quatrième fois avant de franchir la dure-mère au niveau de l'émergence du premier nerf cervical.

A partir du moment où elle quitte le foramen transversaire, elle est donc en connexion intime avec l'articulation atlanto-occipitale, puis dans sa montée vers la fosse postérieure, elle surplombe l'odontoïde toute proche du rebord antérieur du foramen occipital et du clivus.

C'est en 1927 que DE KLEIN et NIEWENHUYSE (cités par 60) démontrent les interrelations dynamiques entre charnière et système vertébro-basilaire, déjà connues depuis GERLACH et GEGENBAUER (1884), (cités par KUNERT (1961).

En 1904, ANDRE-THOMAS et HAUSER, (cités par 43), évoquent l'intervention d'un facteur vasculaire notamment en rapport avec le système vertébral, dans la physiopathologie de la symptomatologie des malformations de la charnière.

A partir du moment où elle quitte le foramen transversaire de l'atlas, l'artère vertébrale est en connexion intime avec l'articulation atlanto-occipitale.

LAZORTHE (106) dans une étude réalisée en 1978 tire les conclusions suivantes:

- La rotation forcée et la flexion associée à la rotation de la tête et du cou, provoquent une compression homonyme de la vertébrale.

- L'extension associée à la rotation entraîne une compression hétéronyme.

On comprend donc que les anomalies de la charnière soient à l'origine de variations de trajets ou de compressions extrinsèques de l'artère, notamment les malformations de la charnière, à l'origine de bouleversements osseux.

Selon LEGRE J. (1967), ces malformations sont également associées à de véritables malformations congénitales des artères vertébrales. Ce sont des dysgénésies à type d'hypoplasie ou d'aplasie, responsables de déséquilibres circulatoires graves.

Ceci vient renforcer l'hypothèse selon laquelle les contraintes fonctionnelles ou pathologiques de l'artère ont bien une influence sur sa structure histologique.

Ces malformations sont principalement l'impression basilaire, l'occipitalisation de l'atlas, la dislocation axo-atloïdienne, les blocs cervicaux type C2-C3 isolé (Syndrome de KLIPPEL FEIL); et accessoirement la malformation d'ARNOLD CHIARI et la syringomyélie.

L'hypertrophie méningée qui les accompagnent souvent peut être la seule cause de la compression.

L'arthrose cervicale (uncodiscarthrose responsable d'ostéophytose) peut également être responsable de compression de l'artère dans son segment V3, siège de prédilection.

Les manipulations cervicales, les positions anormales ou prolongées du cou sont également à l'origine de signes d'atteinte vertébrale.

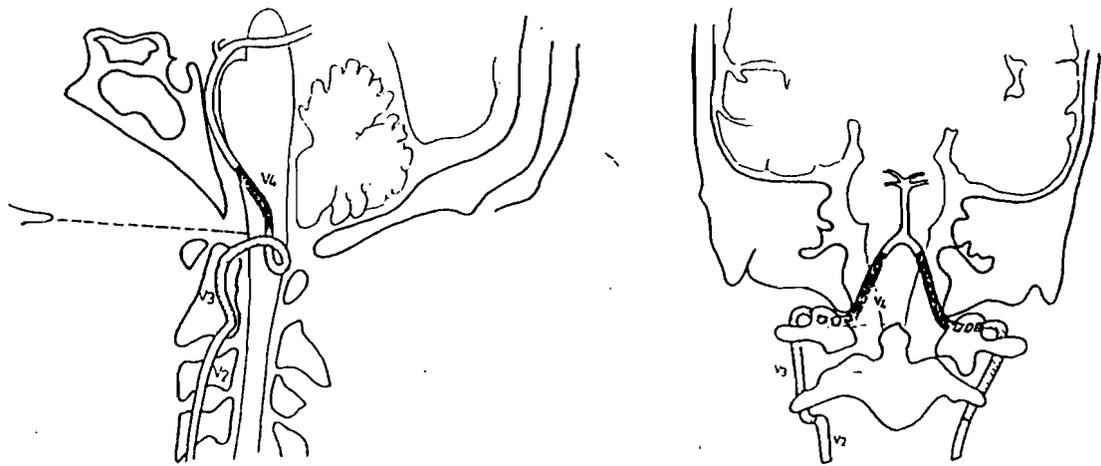


Figure n° 70  
 Segment V2,V3,V4, de l'A.V. normale de profil et de face  
 (d'après DJINDJIAN 1964)

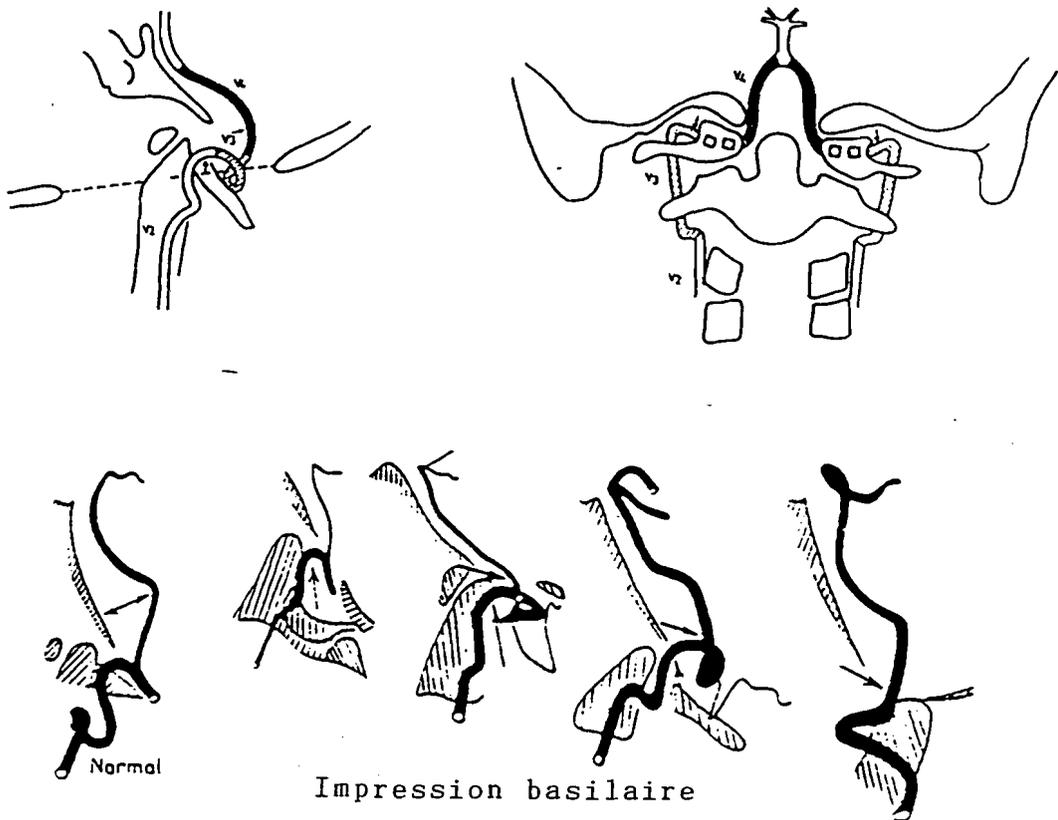


Figure n° 71  
 Schématisation des déformations artérielles dans les  
 malformations de la charnière  
 (d'après DJINDJIAN 1964)

TOKUDA dans une étude réalisée en 1985 a trouvé une fréquence de 2 à 3 % d'anomalies de traversée de l'artère vertébrale sur 300 angiogrammes, dont deux cas où elle se faisait au dessous de l'arc postérieur de C1.

· Ces anomalies sont le plus souvent associées à des malformations de la charnière; La malade de REWATI (138) présentait un syndrome de KLIPPEL-FEIL au niveau C2-C3.

SATOH (1993) a rapporté un cas similaire à celui de REWATI, bilatéral, sans anomalie de la charnière.

---

## II - EXPLORATION

---

Elle est essentiellement représentée par l'artériographie qui garde une place de choix malgré l'avènement de techniques d'imagerie modernes telles que la tomodensitométrie, l'imagerie par résonance magnétique, le Doppler, l'ultrasonographie intravasculaire...

C'est en 1933 que EGAS MONIZ ose et réussit la première exploration radiologique du système vertébro-basilaire, par injection de Thorotrast près de l'origine de l'artère vertébrale. Depuis, les techniques ont évoluées. Mais compte tenu des variations anatomiques très fréquentes, l'artériographie vertébrale ne peut toujours pas être considérée comme un examen simple et anodin.

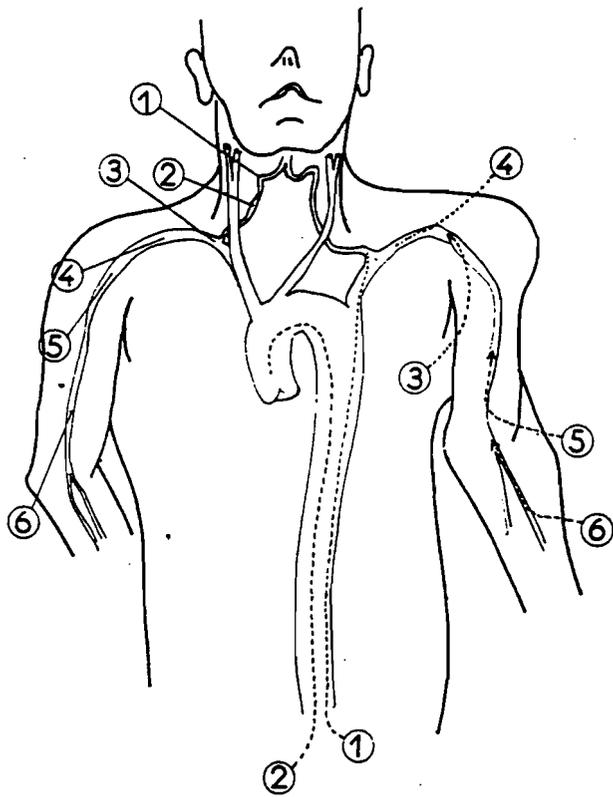
### II-1- L'artériographie vertébrale

Elle a permis l'acquisition de données importantes telles que les trajets artériels, les territoires d'irrigation, l'existence d'anastomoses et de suppléances...

Son intérêt est d'autant plus grand qu'il existe de nombreuses variations prenant en pathologie une valeur qu'il est aisé de concevoir d'où sa place capitale dans l'approche diagnostique de la pathologie vertébrale.

Différentes voies sont utilisées:

- la voie fémorale qui permet un cathétérisme sélectif des deux artères vertébrales
- la voie humérale rétrograde gauche
- la voie humérale rétrograde droite qui a pour inconvénient d'opacifier également la carotide droite créant des superpositions gênantes.
- la ponction directe



*Les principales techniques d'opacification vertébrale.*

*A droite : Techniques par ponction.*

1. Ponction postérieure sous-occipito-atloïdienne.
2. Ponction directe percutanée antérieure.
3. Ponction sous-clavière sus claviculaire.
4. Ponction sous-clavière sous claviculaire.
5. Ponction axillaire.
6. Ponction humérale.

*A gauche : Techniques par cathétérisme.*

1. Seldinger fémoral, opacification vertébrale.
2. Seldinger fémoral, opacification de la crosse.
3. Seldinger sélectif par voie axillaire.
4. Cathétérisme de la sous clavière.
5. Seldinger ou cathétérisme huméral.
6. Cathétérisme radial après dénudation.

Figure n°72  
**Principales techniques d'opacification vertébrale**  
 (d'après J. DUQUESNEL 1967)

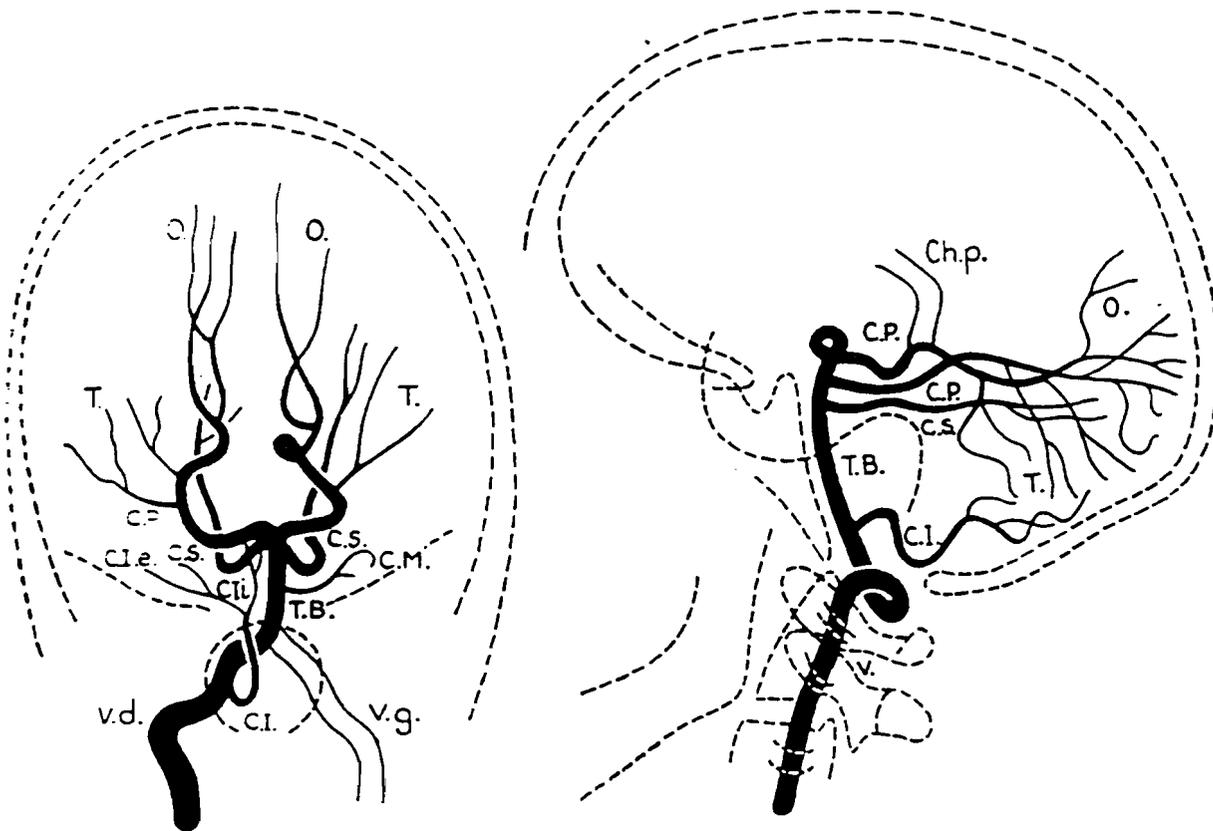


Figure n°73  
**Artériogramme vertébrale normal**  
 (d'après J. GARNIER 1958)



Figure n° 74, n° 75  
Images d'Artérigraphie vertébrale normale: face et profil

Trois périodes sont importantes dans l'histoire de l'artériographie vertébrale (25), dont la première, allant de 1933 à 1950, est celle de la ponction directe.

L'artériographie vertébrale est alors encore à un stade expérimental et rarement pratiquée. Son intérêt est lié au désir de mettre en évidence les vaisseaux de la fosse postérieure et leurs malformations dans les tumeurs, pour une meilleure conduite chirurgicale.

La ponction directe permet d'injecter le produit directement par voie percutanée à l'aide d'une aiguille, soit par voie postérieure au niveau de l'atlas, soit, le plus souvent, par voie antérieure interapophysaire.

Mais la réussite de la ponction directe demande de l'entraînement, et les accidents iatrogènes sont fréquents.

La fin de cette période est marquée par l'apparition des techniques par cathétérismes vers 1947.

Les lésions radiologiques sont dominées par les sténoses, qu'elles soient intrinsèques, athéromateuses ou extrinsèques. Le segment d'artère vertébrale qui nous intéresse représente après l'origine de l'artère, le deuxième siège de prédilection des sténoses athéromateuses. Elles siègent soit au niveau de la boucle, soit au niveau du point de pénétration durale qui se repère souvent par un rétrécissement modéré et régulier. (48)

Les thromboses se traduisent par une absence d'opacification. Les anévrysmes, lorsqu'ils ne se sont pas compliqués de rupture hémorragique, se présentent sous formes de spasmes durables de siège le plus souvent intracrânien.

La traversée méningée se repère par un rétrécissement modéré et régulier.(31)

Les perspectives d'avenir de l'artériographie reposent sur la la digitalisation. L'angiographie numérisée permet grâce à la soustraction électronique, l'injection de quantité faible de produit de contraste.

## **II-2- La tomодensitométrie**

Son intérêt repose essentiellement sur la mise en évidence des lésions parenchymateuse d'origine vasculaire vertébro-basilaire. Elle permet également de visualiser le tronc basilaire et ainsi d'apprécier indirectement les

artères vertébrales; il existe en effet une déviation habituelle du tronc basilaire vers l'artère vertébrale la plus faible en cas d'asymétrie marquée.

Le scanner spiralé et les techniques de reconstruction permettent une meilleure analyse des lésions.

## **II-3- L'Imagerie par résonance magnétique**

Ses possibilités sont multiples dans l'exploration de l'extrémité céphalique grâce à l'utilisation d'antennes de surface adaptées, de coupes d'épaisseur variable, d'études en multicoupes dans les trois plans de l'espace et de séquences d'acquisition différentes en fonction des résultats demandés.

En plus c'est un examen non invasif et reproductible.

Les séquences en spin-écho, en pondération T1 ou T2 permettent de mettre en évidence les lésions parenchymateuses liées à un accident vertébro-basilaire et d'apprécier le flux artériel par l'absence de signal ou la présence d'un hypersignal, ainsi qu'une éventuelle malformation telle qu'une dissection anévrismale.

Les séquences de flux, d'apparition plus récentes, permettent l'étude des flux, lents ou rapides. La reconstruction des vaisseaux permet une meilleure analyse.

## **I-4- Le Doppler**

Le Doppler classique ne permet que l'étude des segments prévertébral et atloïde de l'artère vertébrale. La sonde placée en position sous-mastoïdienne et orientée vers l'orbite controlatérale permet d'enregistrer le flux au niveau atloïdien. On peut ainsi apprécier les troubles circulatoires dans les thromboses et sténoses, mais également mettre en évidence un hémodétournement en cas de syndrome de subclavière voleuse.

Des techniques plus sophistiquées font leur apparition:

- Mesure transcrânienne du débit intracrânien de l'artère par Doppler pulsé

- Ultrasonographie intravasculaire à haute fréquence en temps réel qui utilise une sonde miniature introduite par voie fémorale et permettant une meilleure étude pariétale.

---

## III - CHIRURGIE DE L'ARTERE VERTEBRALE

---

La chirurgie de l'insuffisance vertébro-basilaire commence en 1958 avec la première intervention sur la vertébrale dont DE BAKEY (cité par 89) précise les indications: Sténose athéromateuse de la portion initiale de l'artère.

### III-1- Indications

Les indications opératoires de l'artère vertébrale reposent schématiquement sur trois éléments essentiels (89) :

1) La symptomatologie clinique: dominée par le syndrome d'insuffisance vertébro-basilaire, où les conditions de la chirurgie dépendent de la physiopathologie des symptômes, à savoir mécanisme thromboembolique où la chirurgie n'a pour but que de prévenir une récurrence et mécanisme hémodynamique dont la chirurgie est essentiellement fonctionnelle.

La chirurgie de l'artère vertébrale est également indiquée dans certains cas d'insuffisance carotidienne lorsque la lésion carotidienne est inopérable.

Elle peut également se concevoir à titre préventif en cas de sténose serrée d'une artère unique ou très dominante et en cas d'ischémie du membre supérieur en rapport avec une lésion de l'artère subclavière intéressant l'ostium de la vertébrale.

2) le contexte général: Les contre-indications sont rares et le plus souvent temporaires. Il s'agit de l'infarctus du myocarde de moins de 6 mois, de l'hypertension artérielle non contrôlée et de l'insuffisance cardiaque décompensée. Seuls sont écartés les malades présentant une contre-indication absolue à l'anesthésie générale. La chirurgie de l'artère vertébrale est donc généralement bien supportée.

3) Les lésions anatomiques: Dans l'insuffisance vertébro-basilaire thromboembolique, sont indiquées les lésions emboligènes telles que les anévrismes et plaques athéromateuses irrégulières et les occlusions segmentaires. Dans l'insuffisance hémodynamique, ce sont les lésions bilatérales d'artères vertébrales équivalentes ou les lésions unilatérales d'artère dominante ou unique qui sont indiquées.

## III-2- Voies d'abord

L'abord chirurgical de l'artère vertébrale a longtemps été réputé difficile surtout dans sa partie distale. Les premières interventions ont intéressées d'abord le segment cervical prétransversaire.

Cet abord doit être envisagé segment par segment. La traversée durale n'a pas de pathologie propre nécessitant son abord direct mais certaines lésions du segment V3 débordant sur le segment V4 ou vice-versa peuvent nécessiter son abord. En plus le contrôle de cette portion de l'artère est nécessaire dans la chirurgie tumorale de la base du crâne.

### III-2-1- Abord du segment atloïdo-occipital

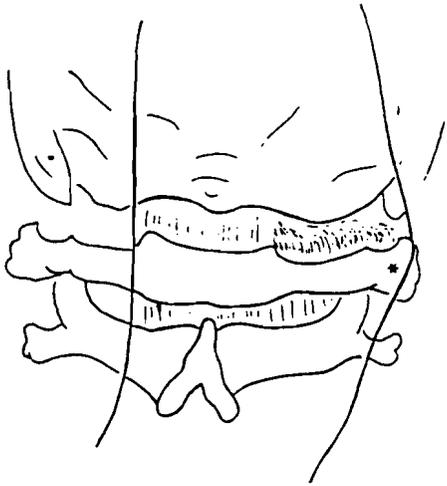
Ce abord est très délicat. Il existe deux voies d'abord principales.

1) La voie antéro-latérale: Le patient est en décubitus dorsal, tête en hyperextension et rotation du côté opposé. L'incision est curviligne, d'abord suivant le bord antérieur du sterno-cléido-mastoïdien, puis recourbé en arrière.

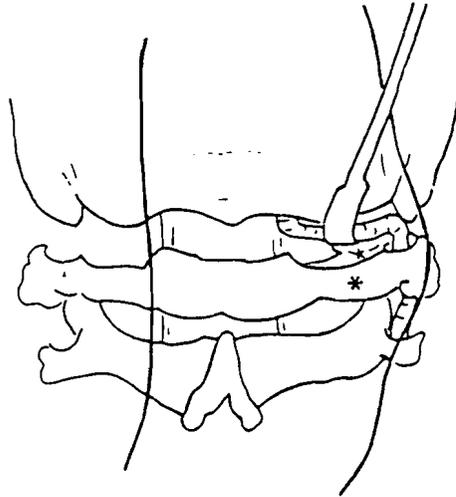
Les insertions hautes de ce muscle, du splenius de la tête et du semi-spinal sont sectionnées après repérage du nerf accessoire. L'artère vertébrale est alors repérée dans l'espace C1-C2 puis suivie au dessus de l'apophyse transverse de C1 dont on a réséqué l'arc postérieur. Elle chemine alors horizontalement au dessus de la moitié latérale de l'arc postérieur, croisée en arrière par le premier nerf cervical et accompagnée de son plexus veineux avant d'entreprendre sa traversée méningée.

2) La voie postérieure: Le patient est en décubitus ventral ou latéral, ou en position assise. L'incision est également curviligne, médiane cervico-occipitale recourbée en haut vers la mastoïde ou paramédiane.

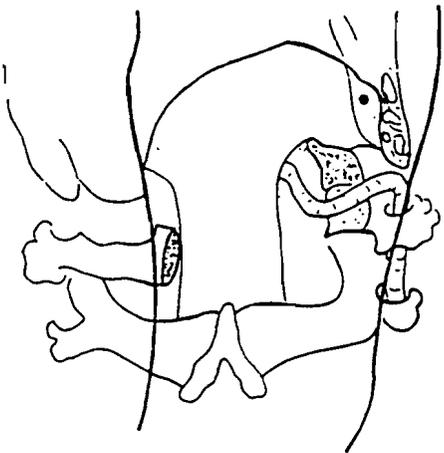
Ces voies sont utilisées pour des opérations de décompression isolée, notamment en présence d'une sténose dans la traversée de la membrane occipito-atloïdienne ou d'une tumeur à cheval sur la fosse postérieure ou le canal rachidien et la région cervicale, car l'exposition peut être facilement complétée par une crâniotomie ou une laminectomie.



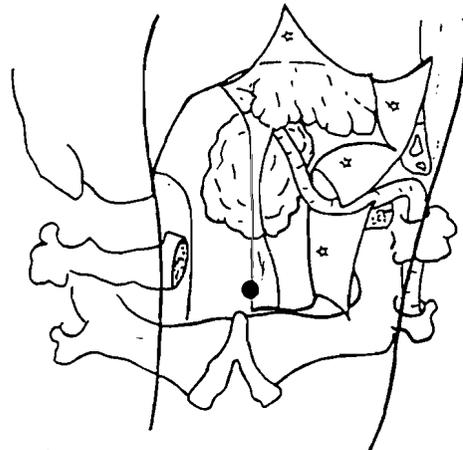
- Abord postérieur classique élargi latéralement jusqu'au tubercule transversaire de C1\*.



- Exposition sous-périostée de l'arc postérieur de C1 \* puis de la gouttière de l'artère vertébrale ★ en soulevant l'artère ; éventuellement, ouverture du trou transversaire de C1.



- Ouverture de l'écaïlle occipitale éventuellement prolongée sur la mastoïde pour exposer la terminaison du sinus sigmoïde \*. Résection de l'arc postérieur de C1 dépassant la ligne médiane et incluant la gouttière de la VA. Puis, fraisage plus ou moins important de l'articulation C0-C1.



- Ouverture durale verticale para-médiane avec refend dans l'axe de la VA et gardant la dure-mère qui recouvre l'axe bulbo-médullaire ●.  
☆ = replis de dure-mère.

Figure n° 76  
Voie d'abord postéro-latérale  
(d'après GEORGES B. 1993)

Elles permettent l'ouverture de la fosse postérieure et donc l'extension du contrôle de la vertébrale dans son 4ème segment. Le point difficile est la libération de l'artère au niveau de sa traversée dure où la gaine périostée se continue directement avec la dure-mère. Il faut donc découper la dure-mère sur quelques millimètres au pourtour de l'artère.

Les indications de l'abord de l'artère vertébrale extracrânienne sont de trois ordres:

- lésions traumatiques du rachis cervical ou traumatismes pénétrants responsables de fistules artério-veineuses
- revascularisation de l'artère
- contrôle préalable de l'artère au cours de l'exérèse de certaines tumeurs.

LAURIAN et GEORGE (1978) ont rapporté leur expérience sur la voie d'abord de ce segment de l'artère vertébrale. Il ont précisé les modifications des rapports de l'artère liées à la position opératoire de la tête du patient: la position opératoire projetant l'apophyse transverse de l'atlas en avant, la vertébrale se recourbe également en avant, presque à angle droit, à la sortie du canal transverse de C2, les deux segments de l'artère au dessus et en dessous de l'arc postérieur de C1 devenant alors horizontaux et presque parallèles.

Pour GEORGE B. (1992) la voie postérieure est plus volontiers indiquée pour le contrôle de l'artère dans la chirurgie tumorale de la base car elle permet en outre un meilleur contrôle de l'axe bulbo-médullaire. Sa série porte sur 63 tumeurs avec en majorité des méningiomes, neurinomes, paragangliomes et tumeurs osseuses.

BERTHELOT (1983) a effectué une étude anatomique et radiologique de la région suboccipitale latérale mettant en évidence l'intérêt de la voie postérieure paramédiane qu'ils ont qualifiée à la fois de simple et sûre et permettant de contrôler correctement l'artère même dans les lésions plus étendues débordant dans la fosse postérieure.

SEN et SEKHAR (1990) ont également rapporté leur expérience d'une voie d'abord latérale extrême avec crâniectomie et mastoïdectomie.

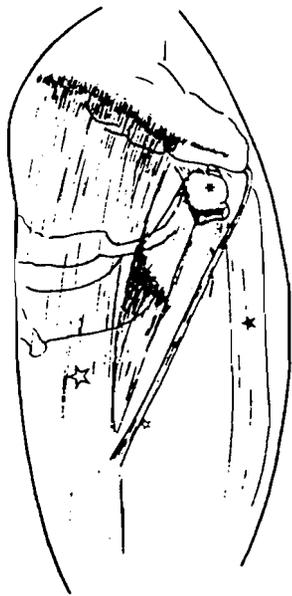


FIG. 1

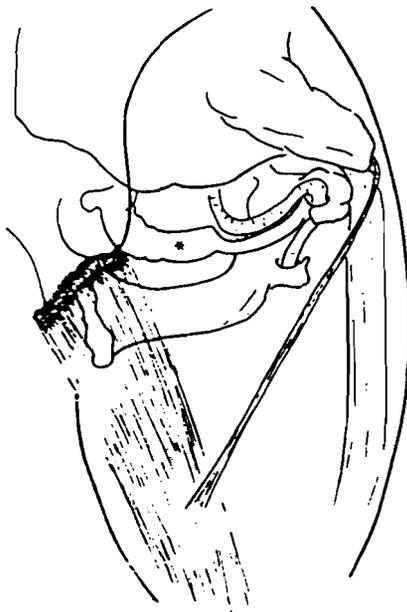


FIG. 2

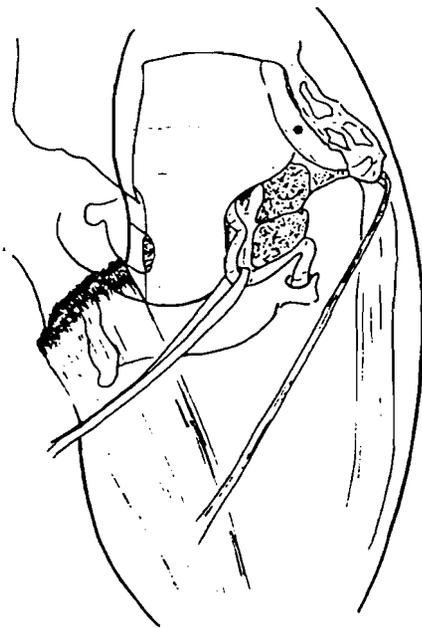


FIG. 3

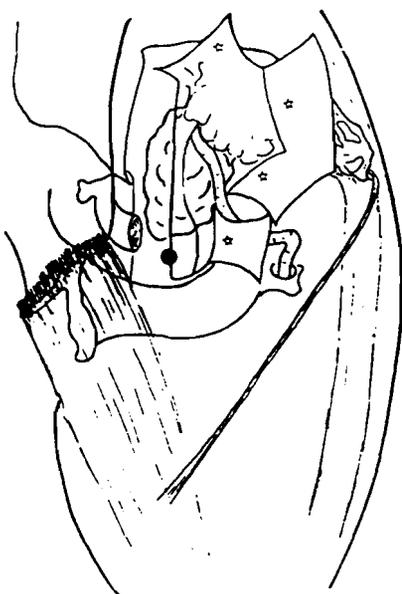


FIG. 4

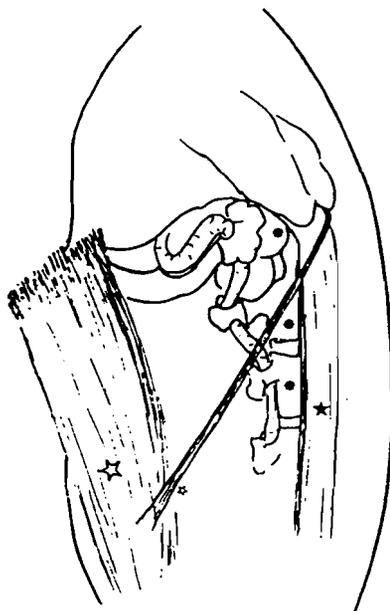


FIG. 5

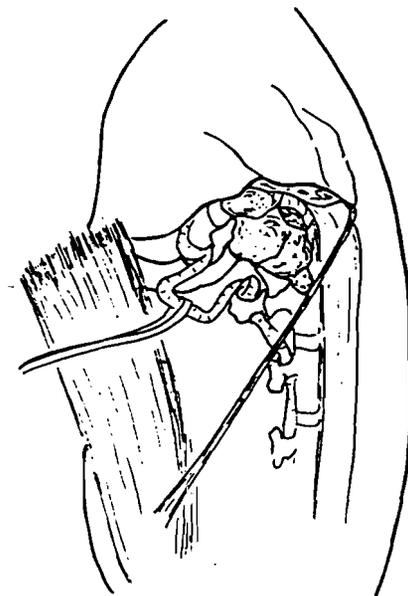


FIG. 6

Figure n° 78  
Voie latérale  
(d'après GEORGES B. 1993)

FIG. 1. — Incision présterno-mastoïdienne. Dissection entre veine jugulaire interne ★ et muscle sterno-mastoïdien (SCM) ☆. Exposition du tubercule transversaire de C1 et dissection du XI ▲.

FIG. 2. — Section des muscles insérés sur C1. Exposition sous-périostée de l'arc postérieur de C1 • puis de l'artère vertébrale (VA) entre C1 et C2 puis au-dessus de l'arc postérieur de C1.

FIG. 3. — Ouverture du foramen transversaire de C1 ; résection de l'arc postérieur de C1 et de l'os occipital. Bascule de la VA en bas et en dedans donnant accès aux articulations C0-C1 et C1-C2 qui peuvent être fraisées. Si besoin, résection mastoïdienne et exposition de la terminaison du sinus sigmoïde \*.

FIG. 4. — Ouverture durale verticale para-médiane avec refend dans l'axe de la pénétration intra-crânienne de la VA. Si besoin, ligature du sinus sigmoïde et ouverture durale latérale vers le trou déchiré postérieur. Notez la conservation de la couverture durale sur l'axe bulbo-médullaire ●.  
▲ = replis de dure-mère.

FIG. 5. — La tête est moins tournée vers le côté opposé que pour l'abord vers la face postéro-latérale. Exposition similaire de la VA en C1-C2 et au-dessus de C1, et prolongée vers C3. Résection des muscles pré-vertébraux montrant la face antéro-latérale des vertèbres C1, C2 et C3 \*.

FIG. 6. — Bascule de la VA après ouverture du foramen transversaire de C1 donnant accès à l'arc antérieur de C1, au corps de C2, à la face latérale de l'odontoïde et aux articulations C0-C1 et C1-C2.

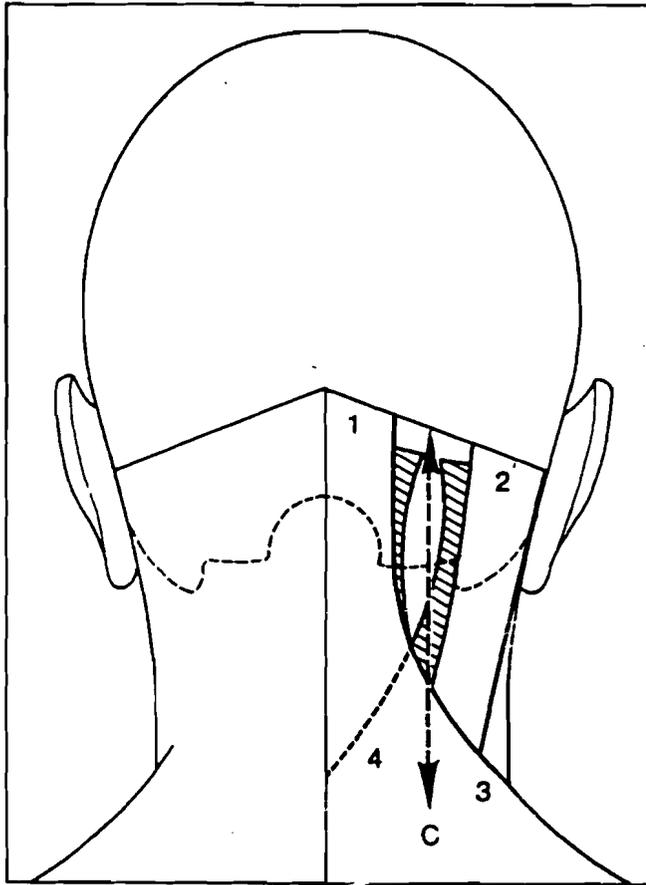


FIG. 1 : Incision cutanée et repères musculaires. 1. *M. trapèze*, 2. *M. sterno-cléido-mastoidien*, 3. *M. grand complexus*, 4. *M. splenius capitis*, C : Incision cutanée

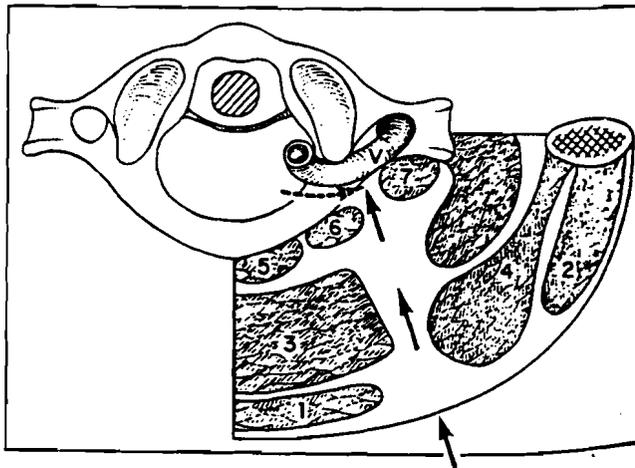


FIG. 3 : 1. *M. trapèze*, 2. *M. sterno-cléido-mastoidien*, 3. *M. grand complexus*, 4. *M. splenius capitis*, 5. *M. petit droit postérieur*, 6. *M. grand droit postérieur*, 7. *M. grand oblique*, 8. *M. petit oblique*, N.A. : Nerf d'Arnold, F. : Artère vertébrale, J.P. : Veine jugulaire postérieure, C.P. : Artère cervicale profonde.

Figure n°79  
 Abord chirurgical du troisième segment  
 de l'artère vertébrale par voie postérieure paramédiane  
 (d'après BERTHELOT 1982)

VALLEE B. (1993) décrit l'intérêt de l'extension latérale juxta ou trans condylienne de la voie d'abord suboccipitale postérieure par fraisage partielle du condyle qui permet d'augmenter l'angle d'approche, de diminuer les risques liés au réclinement du tissu nerveux et de tirer le meilleur parti de la dissection et du contrôle de l'artère vertébrale.

### **III-2-2- Abord du segment intracrânien**

Le patient est en décubitus ventral ou latéral. L'incision est cervico-occipitale, médiane ou latéralisée. Une crâniotomie occipitale latéralisée ouvre le foramen magnum jusqu'à la moitié de l'arc postérieur de C1. Après ouverture méningée, l'artère vertébrale apparaît alors plus ou moins masquée par les radicelles inférieures des nerfs mixtes.

L'intérêt de cette voie tient de l'importance du contrôle des structures artérielles situées à la face antérieure de la moelle allongée (l'artère vertébrale et ses branches, notamment les branches perforantes) qui constituent un haut risque lors de la chirurgie des tumeurs de la base. En plus il existe une prévalence élevée des anévrysmes dans cette région.

Il faut noter que la chirurgie restauratrice de l'artère vertébrale est très délicate et que ses modalités varient avec le segment concerné. Car c'est avant tout une artère à destinée cérébrale, d'accès profond et difficile, de paroi fragile et de petit calibre.

L'abord simultané de ses différentes portions peut être nécessaire par exemple pour le contrôle à distance des lésions. On pratique alors une incision en « L », supraclaviculaire et pré-sterno-cléido-mastoïdienne, prolongée sur la saillie de la mastoïde.

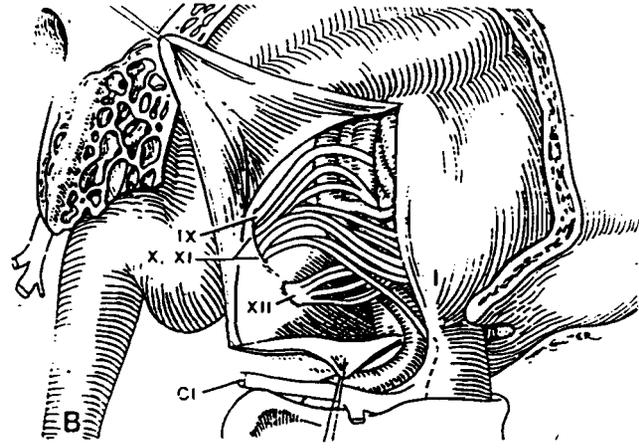
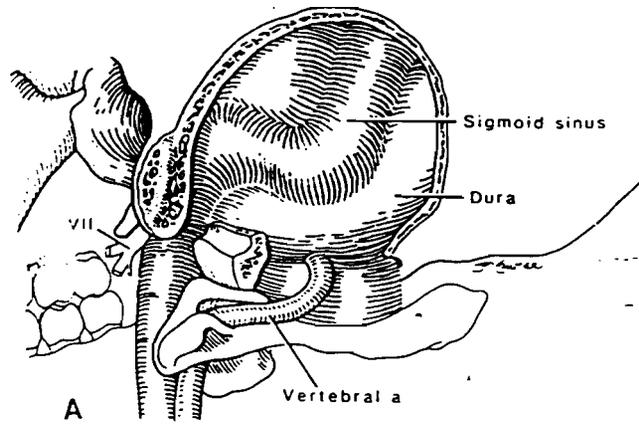


Fig. 80. A, extent of suboccipital craniectomy and mastoidectomy, which is carried forward up to the vertical portion of the facial canal. Part of the occipital condyle has been removed and the jugular bulb is fully unroofed. B, after dural opening, the vertebral artery is exposed from its extradural to the intradural course and the ventral dura at the foramen magnum is seen past the caudal cranial nerves. C, axial view of the spine after removal of the posterior two-thirds of the facet and adjacent lamina; arrows indicate the surgeon's line of vision to the ventral aspect of the spinal cord.

Figure n°80  
 Extension de la voie d'abord latérale de l'artère vertébrale  
 (d'après SEN et SEKHAR 1990)

---

## IV - INTERET DU CONTROLE DE L'A.V. AU NIVEAU DE SA TRAVERSEE : 1 CAS CLINIQUE

---

### IV - 1 - Observation

Mme B. C. âgée de 70 ans est hospitalisée au service de neurochirurgie du CHU d'AMIENS du 4 au 12 Août 1996 pour la cure d'un méningiome du foramen magnum.

La patiente est adressée en consultation par son Médecin pour des paresthésies des membres supérieurs.

Ses antécédents comportent une appendicectomie en 1954, un stripping bilatéral en 1977 pour ses varices, une néoplasie mammaire opérée en 1988 et suivie d'une radiothérapie.

L'histoire neurologique de la patiente remonte à environ quatre ans par l'apparition d'épisodes répétés de paralysies faciales avec dysarthrie et de paresthésies de l'hémiface et de la langue à type d'engourdissement pouvant durer plusieurs heures.

Depuis Novembre 1995, la patiente se plaint de paresthésies de la main gauche qui se compliquent trois mois plus tard d'un déficit global de la main droite précédé de paresthésies, qui regresse spontanément en une journée.

L'examen clinique montre un déficit moteur des muscles intrinsèques de la main et une hypoesthésie C8. Le reste de l'examen neurologique est normal.

Devant ce tableau, la patiente bénéficie d'un électromyogramme qui élimine un syndrome canalaire carpien, puis d'une IRM qui révèle un méningiome du foramen occipital en situation postéro-latérale gauche.

La radiographie pulmonaire est normale.

L'électrocardiogramme montre quelques extrasystoles ventriculaires avec un rythme sinusal normal et des anomalies non spécifiques du segment ST.

Les examens biologiques sanguins et urinaires sont normaux.

La patiente est opérée le 5 Août 1996 par voie postérieure classique élargie latéralement jusqu'au tubercule transversaire de l'atlas. La base d'implantation du méningiome se faisait au contact de la traversée duraie de l'artère vertébrale, en arrière et en dessous, nécessitant son contrôle.

- 134 - POIRIER P.**  
 Traité d'anatomie humaine. Tome II fascicule 2  
Masson Ed., Paris 1896
- 135 - POIRIER P., CHARPY A.**  
 Traité d'anatomie humaine. Tome III fascicule 2 : Système nerveux  
2è Ed. Masson et Cie Paris 1902
- 136 - RADOJEVIC S., NEGOBANOVIC B.**  
 La gouttière et les anneaux osseux de l'artère vertébrale de l'atlas  
Acta Anat., 1963, 55, 186-194
- 137 - RATINOV G.**  
 Extradural intracranial portion of carotid artery  
Arch. Neurol., 1964, 10, 66-73
- 138 - REWATI RS et Coll.**  
 Compression of C2 root by a rare anomalous ectatic vertebral artery  
J. Neurosurg. 1993, 78, 669-672
- 139 - ROGER L.C., PAYNE E.E.**  
 The dura mater at the cranio-vertebral jonction  
J. Anat 1961, 95, 4, 586-591
- 140 - ROLAND J.**  
 Les méninges.  
In BOSSY J. Neuroanatomie. Springer Verlag Paris. 1990
- 141 - ROUGIER JACQUES**  
 Système artériel vertébro-basilare  
 Monte Carlo Labo Dulcis 1968. Leçon d'anatomie et de physiologie  
 ophtalmologique n°45 Ed. Marin
- 142 - ROUVIERE H**  
 Sur les rapports de l'artère vertébrale avec la dure-mère et la première paire  
 rachidienne  
Ann. Anat.Path. 1926, 3, 518-519
- 143 - ROUVIERE H**  
 Anatomie humaine. Tome I : Tête et cou 8è Ed.  
Masson et Cie Ed., Paris 1959
- 144 - ROUVIERE H.**  
 Artères de la tête et du cou.  
Anatomie humaine, Tome I et II, 10ème Edition 1967 Masson
- 145 - ROUVIERE H., DELMAS A.**  
 Anatomie humaine 12ème Edition  
Masson Ed., Paris 1985

- 146 - SALOMON G.**  
Repères fixes du système vertébro-basilaire  
Ann. Radiol. 1967, 10, 765-780
- 147 - SANTOS-FERREIRA (A dos), MARCAL C., LEVY A.**  
Contribution à l'étude de l'artère vertébrale. Note préliminaire.  
Ass. Anat 49ème réunion Madrid 1964 : 1965, 128, 1557- 1564
- 148 - SAPPEY P.C.**  
Traité d'anatomie descriptive  
Vve Adrien Delahaye Ed., Paris 1876
- 149 - SATOH S., YAMAMOTO N., KITAGAWA Y, UMEMORI T., SASAKY T., IIDA T.**  
Cervical cord compression by the anomalous vertebral artery presenting with neuralgic pains.  
Neurosurg. 1993, 2, 283-285
- 150 - SATTAMINI-DUARTE O.**  
Contribution à l'étude de l'artère vertébrale  
Hospital, 1957, 52, 1-26
- 151 - SCHOTT B**  
L'insuffisance vertébro-BASILAIRE  
La revue du Praticien 1967, 17, 19, 2719-2730
- 152 - SCHOTT B., BOUILLIAT G., SAUTAT J., GOUTELLE A.**  
Pathologie artérielle du système vertébro-basilaire.  
Rapport du 63ème Congrès de psychiatrie et neurologie de langue française
- 153 - SEN C. N., SEKHAR L. N.**  
An extreme latéral aproach to intradural lesions of cervical spine and foramen magnum  
Neurosurgery, 1990, 27, 197-204
- 154 - SENSENIG E.C.**  
The early development of the human vertebral column.  
Contribution to Embryology. Carnegie Instit. Washington, 1949, 33, 21-41
- 155 - SERRATRICE G.**  
Le syndrome de l'artère vertébrale  
Entretiens de Bichat (Médecine), 1963, 77-82
- 156 - SERRATRICE G., SOULAYROL R.**  
Le syndrome de l'artère vertébrale  
Concours Médical 1962, 3969-3974
- 157 - SHARMA R.R., PAREKH H.C., PRABHU S., GURUSINGHE N.T., BERTOLIS G.**  
Compression of the C2 root by a rare anomalous ectatic vertebral artery : case report  
Neurosurg. USA 1993, 78, 4, 669-672

- 158 - SHERMAN M.R., SMIALEK J.E., ZANE W.E.**  
Pathogenesis of vertebral artery occlusion following cervical spine manipulation  
Arch. Pathol. Lab. Med., 1987, 11, 851-853
- 159 - SHINTANI A., ZERVAS N.T.**  
Consequence of ligation of the vertebral artery  
J. Neurosurg. April 1972, Vol. 36, 447-450
- 160 - STEVENS L.S., FUKUI M.B., REINMUTH O.M.**  
<<What is normal anatomic variant >> ? Transient left lateral medullary ischemia  
in a patient with a fenestred left vertebral artery  
Neurology, July 1994, 44, 1358-1359
- 161 - TATLOW W. F. T., BAMMER H.G.**  
Syndrome of vertebral artery compression  
Neurology, 1957, 7, 331-340
- 162 - TESTUT L., LATARJET A.**  
Traité d'anatomie humaine. Tome II : Angéiologie SNC  
DOIN et Cie 1948 Paris
- 163 - THEVENET A.**  
Chirurgie de l'artère vertébrale.  
EMC Techniques chirurgicales : Chirurgie vasculaire 43 175-3-21-02.1-20
- 164 - TILLAUX P.**  
Traité d'anatomie topographique avec application à la chirurgie  
Asselin et Houzeau ed., Paris 1897, 9ème Edition
- 165 - TSUKAMOTO S., HOU Y., UTSUMI S., TANIGAKE T., HORUKE N., OTANI R.**  
Proatlantal intersegmental artery with absence of bilateral vertebral arteries.  
J. Neurosurg. 1981, 54, 1, 122-124
- 166 - VALLEE B., BESSON G., HOUIDI K., PERSON H.**  
L'extension latérale juxta ou transcondylienne de la voie sous-occipitale  
postérieure  
Neurochirurgie, 1993, 39, 348-359
- 167 - VIDEAU J.**  
Anomalie de nombre ou d'origine des grosses branches de la crosse aortique  
Bull. Int. Soc. Anthropol. Sud Ouest, 1967, 2, 3-22
- 168 - WALDEYER**  
Sur la situation de l'artère vertébrale  
Ass. Anat 8ème Réunion Bordeaux 1906 : 1906, 83-84
- 169 - WILKINSON I.M.S**  
The vertebral artery : extracranial and intracranial structure  
Arch. Neurol., 1972, 27, 392-396

- 170 - WILLIAMS P.L., WARWICK R., DYSON M., BANNISTER L.H.**  
Gray's anatomy. 37 th Ed  
Churchill Livingstone Ed., Edimburgh. 1987
- 171 - WINCKLER G.**  
Remarque sur la structure de l'artère vertébrale  
. Quat Anat Pract. 1972,28,105-115
- 172 - ZANDER E., FOROGLOV G.**  
Pathologie de l'artère vertébrale. Point de vue du neurochirugien.  
Rapport de neurologie au Congrès de Psychiatrie et Neurologie de Langue  
Française Lausanne 1965.Masson et Cie Ed. Paris 1966

## SERMENT D'HIPPOCRATE

EN PRESENCE DES MAITRES DE CETTE ECOLE ET DE MES  
CHERS CONDISCIPLES, JE PROMETS ET JE JURE, AU NOM DE LETRE  
SUPREME, D'ETRE FIDELE AUX LOIS DE L'HONNEUR ET DE LA PBITE  
DANS L'EXERCICE DE LA MEDECINE. JE DONNERAI MES SOINS  
GRATUITS A L'INDIGENT ET JE N'EXIGERAI JAMAIS DE SALAIRE AU  
DESSUS DE MON TRAVAIL.

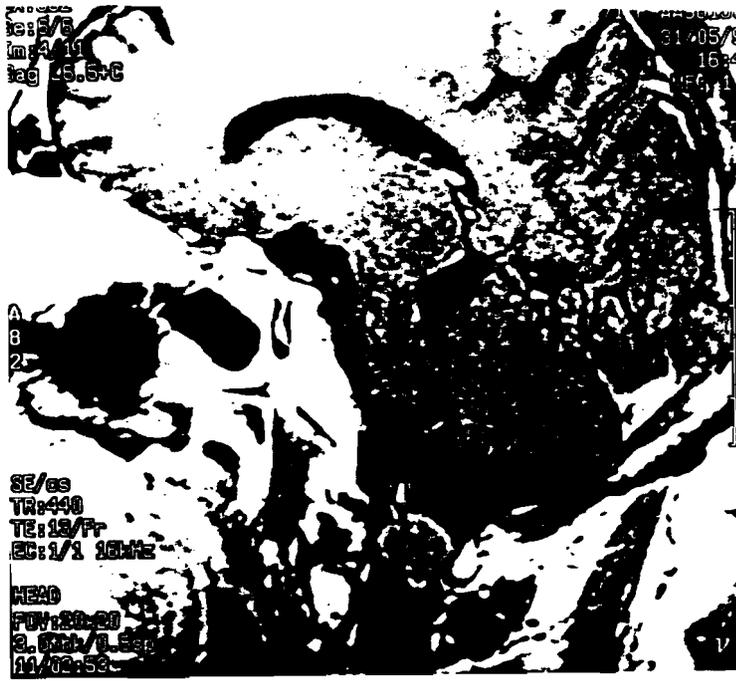
ADMIS A L'INTERIEUR DES MAISONS, MES YEUX NE VERRONT  
PAS CE QUI S'Y PASSE, MA LANGUE TAIRA LES SECRETS QUI ME  
SERONT CONFIÉS ET MON ETAT NE SERVIRA PAS A CORROMPRE LES  
MOEURS NI A FAVORISER LES CRIMES.

RESPECTUEUX ET RECONNAISSANT ENVERS MES MAITRES, JE  
RENDRAI A LEURS ENFANTS, L'INSTRUCTION QUE J'AI RECUE DE LEUR  
PART.

QUE LES HOMMES M'ACCORDENT LEUR ESTIME SI JE SUIS  
RESTE FIDELE A MES PROMESSES, QUE JE SOIS COUVERT  
D'OPPROBRE ET MEPRISE DE MES CON FRERES SI J'Y MANQUE.



Méningiome du F.M : images IRM



Les suites opératoires ont été simples. La patiente a bénéficié d'une rééducation cervicale pour améliorer la mobilité rachidienne limitée par l'abord chirurgicale.

L'examen anatomo-pathologique de la pièce d'exérèse opératoire a conclu à un méningiome de type méningothélial et psammome tout à fait bénin.

## IV - 2 - Commentaires

La traversée méningée de l'artère vertébrale se fait un peu au dessous du foramen magnum (FM) proprement dit puis l'artère pénètre dans le crâne par celui-ci.

Le F.M est en lui-même une zone très limitée en hauteur, correspondant à la limite entre le crâne et le rachis cervical.

Mais dans la littérature, on parle plutôt de région du F.M pour définir sa pathologie tumorale. Cette région s'étend de part et d'autre de cette zone limitée et comprend une partie intracrânienne remontant jusqu'à la partie basse du clivus et une partie cervicale descendant jusqu'à C1-C2 .

Ces tumeurs sont rares et représentent 0,4 % des tumeurs cérébrales, 2,6 % des tumeurs intrarachidiennes, et 0,6 % des tumeurs crânio-rachidiennes réunies. Les méningiomes sont les plus fréquents, 70 %, suivis des neurinomes, 20 %. Les 10 % restants regroupent chordomes, tumeurs osseuses, tumeurs dysembryoplasiques et autres tumeurs exceptionnelles.

La symptomatologie est très variée. mais on distingue un syndrome évocateur associant des signes d'atteinte à la fois médullaire et liés à la fosse postérieure ainsi qu'un syndrome vertébro-lésionnel local.

Les séries de la littérature ne différencient pas les méningiomes des autres tumeurs du F.M, mais notent une prédominance des céphalées, du déficit moteur et des paresthésies comme signes révélateurs.

Notre patiente présentait des paresthésies des membres supérieurs et un déficit de la main droite.

L'évolution est capricieuse, pouvant durer plusieurs années, où les symptômes s'associent de façon très inhabituelle avec des manifestations déroutantes, faisant errer le diagnostic.

Le délai diagnostique pour notre patiente a été de 4 ans.

ECTORS cite un cas extrême de méningiome où le diagnostic a hésité pendant 10 ans entre une sclérose en plaque et une syringomyélie.

A cette époque, ce retard a été imputé à la limite des examens radiologiques. Mais de nos jours, malgré des examens complémentaires

performants ces problèmes diagnostiques persistent. L'évolution capricieuse et la diversité de la symptomatologie en sont responsables.

Il a fallu éliminer, pour notre patiente, un syndrome canalaire carpien avant qu'une IRM soit faite.

D'où l'importance d'une bonne prescription des examens complémentaires et surtout d'y penser devant une telle association de signes d'évolution inhabituelle.

L'IRM et le scanner permettent de confirmer le diagnostic et montrent les rapports de la tumeur avec l'artère vertébrale. L'artériographie est primordiale et doit se faire de façon systématique. Elle rend compte de la vascularisation tumorale et des éventuelles possibilités d'embolisation, de la situation de l'artère vertébrale et de ses branches (refoulement, sténose...), de son importance fonctionnelle, des lésions anatomiques éventuelles et de l'importance relative des sinus latéraux.

Le traitement est chirurgical et consiste en l'exérèse de la tumeur. Le choix de la voie d'abord est guidé non seulement par la topographie de la tumeur, mais également par sa situation par rapport à l'artère vertébrale.

D'où l'intérêt de l'exploration systématique de l'artère vertébrale. Notre patiente a bénéficié d'une artériographie et d'un doppler.

Dans la série de GEORGE B. (69), la voie postérieure a été pratiquée dans 70 cas, la voie postéro-latérale dans 30 cas, la voie latérale dans 4 cas et la voie transorale dans 1 cas.

Les difficultés d'exérèse de la tumeur sont liées non seulement à l'extension tumorale, mais aussi aux rapports avec l'artère vertébrale. Dans la série de GEORGE B. le méningiome était situé sous l'artère 51 fois, 11 fois au dessus et 41 fois au dessus et en dessous. Un problème d'adhérence s'est posé 4 fois, un fragment tumoral a été laissé au contact de l'artère 2 fois et les tentatives d'exérèse ont conduit à une plaie de l'artère 2 fois.

Cette exérèse est d'autant plus complète que la tumeur est située sous l'artère, qu'elle a une insertion postérieure ou latérale et qu'elle est intradurale.

La voie d'abord latérale extrême de SEN et SEKHAR pourrait être une solution.

Le F.M est une région dont le simple abord constitue un défi. Mais une collaboration efficace entre neuroradiologues et neurochirurgiens pourrait rendre plus aisé la chirurgie de cette région. L'artériographie vertébrale, capitale, surtout en l'absence de moyens d'exploration tel que l'IRM, permet de guider cette chirurgie.

TABLEAU IV. - TFM - Série SNCLF N=230 Cas  
SNCLF's series N=230 cases

Méningiomes	106
Neurinomes	49
Chordomes	28
T. Osseuses	32 (Primitives 19, Secondaires 13)
T. Particulières	15 (Mélanome 4, Hémangio. 3, K. dermoïde 3)

TABLEAU VI. - MFM - 1<sup>er</sup> Symptôme - Série SNCLF  
MFM - First symptom

N = 104				
Céphalées postérieures	42	40 %	Torticolis	2
Autres céphalées	3		T. équilibre	3
Paresthésies	11	10 %	Néuralgie c-brach.	3
T. sensitif profond	2		T. sensitif thermique	1
Déficit moteur	14	13 %	T. sphinctériens	1
HIC	1		T. visuels	1
Narcolepsie	1		Drop attack	1
Vomissement	1		Vertige	1
Dysphonie	2		Pneumopathie	1
Surdité	1		Otite	1
Sciatique	1		Cruralgie	1
Chute	1			
Masse cervicale	1			
Fortuit	5			

TABLEAU XVI. - MFM - Voie d'abord - VA - SNCLF  
Meningioma - Surgical approach and relation to VA

	VA	Sus	Sous	Sus et Sous
<i>Voie d'abord</i>				
Post		7	36	25
Post-Lat.		2	13	15
Lat.	1 (+ Post-Lat)		1	2 (1 + Post-Lat)
Ante.			1	

Figure n° 82  
Tumeurs du foramen magnum:  
(Différents types de tumeurs, Premier signe d'atteinte vertébrale,  
Voies d'abord chirurgical selon le siège)  
(d'après GEORGES B. 1993)

# CONCLUSION

L'artère vertébrale assure la vascularisation des premiers segments de la moelle épinière cervicale, les premières racines cervicales, une partie de la moelle allongée et la partie inférieure du cervelet.

Sa traversée méningée est une zone particulière séparant deux segments ayant des contraintes fonctionnelles et pathologiques différentes.

C'est une zone de fixité qui s'oppose à la mobilité parfois extrême du segment sous-jacent, où l'artère subit des modifications histologiques qui peuvent expliquer sa pathologie propre et de proximité, notamment les dissections anévrysmales, traumatiques ou spontanées, ainsi que les différences pathogéniques et anatomo-pathologiques de ses deux segments intra et extracrâniens.

Ce segment de l'artère vertébrale qui a fait l'objet de notre travail, et qui inclue la partie atloïdienne de l'artère, sa traversée méningée et sa partie crânienne est une zone tempon entre deux portions d'origine embryologique différente.

La partie atloïdienne est le siège de prédilection des dysplasies fibromusculaires et des traumatismes, à l'origine d'anévrysmes, de dissections et de fistules artério-veineuses, ainsi que des fenestrations et duplications. Les compressions sont rares mais existent lors des anomalies ostéo-articulaires.

Les dissections anévrysmales y sont sous-intimales, communiquant plutôt avec la lumière du vaisseau qu'avec l'extérieur. Le plexus veineux péri-artériel jouerait certainement un rôle mécanique d'amortisseur, de protection et de renforcement de la paroi de l'artère.

La traversée méningée se fait au niveau de la dure-mère rachidienne; l'artère pénètre alors dans le canal rachidien.

Les fibres de collagène de la dure-mère viennent pénétrer dans celles de l'adventice de l'artère, s'enfonçant jusque dans la média, selon une direction qui continue celle avec laquelle elles prennent contact avec la paroi du vaisseau, c'est-à-dire oblique ou perpendiculaire.

Elles constituent un véritable système d'amarrage et d'étanchéité.

Cette zone de la traversée méningée de l'artère vertébrale est une zone barrière. Les compressions sont exceptionnelles et les dissections qui la traversent sont rares. Ces dissections sont soit intracrâniennes, soit extracrâniennes, s'arrêtant parfois juste au niveau de la traversée.

Les fibres de collagène qui pénètrent jusque dans la média, renforcent sa résistance.

Les sténoses par contre sont fréquentes.

Le segment V4 semble diminuer de calibre sans doute pour ralentir le flux au niveau cérébral. Ses rapports sont surtout vasculaires et nerveux avec l'émergence de nerfs mixtes.

C'est le siège privilégié de l'athérosclérose, qui vient en premier rang des lésions anatomiques de l'artère vertébrale. C'est avec la jonction V3-V4 le segment concerné par les tumeurs de la base du crâne, responsables de compressions extrinsèques.

L'atteinte de la vertébrale d'origine intrinsèque ou extrinsèque est responsable d'un syndrome d'insuffisance vertébrale ou d'insuffisance vertébro-basilaire dont le polymorphisme clinique et étiologique fait de chaque cas une particularité.

La discussion diagnostique doit donc tenir compte de cette multiplicité, associant généralement plusieurs facteurs étiologiques.

Le recours à l'artériographie doit se faire aussi souvent que possible, voire de façon systématique en raison de son grand intérêt tant diagnostique, thérapeutique, que pronostique.

Ceci est d'autant plus important que dans nos régions les moyens d'exploration plus sophistiqués tel que l'IRM et le scanner spiralé n'existe pas.

L'abord de la région, longtemps considéré comme un défi en raison des différentes spécialités impliquées, neurochirurgicale, orthopédique, ORL, et vasculaire requiert de bonnes connaissances anatomiques et techniques.

Ainsi une meilleure connaissance de l'anatomie de la région de la traversée meningée, de ses rapports et de leurs différentes modifications avec les mouvements de la tête et du cou, la connaissance des relations histologiques entre dure-mère et paroi artérielle, sont indispensables pour relever ce défi, comprendre l'intrication des signes dans les atteintes de ce segment, et surtout pour tenter de raccourcir leur délai diagnostique qui reste encore important .

# BIBLIOGRAPHIE

- 1 - **AKAR Z.C., DUJOVNY M., SLAVIN K.V., GOMEZ TORTOSA E. AUSMAN J.I.**  
Microsurgical anatomy of the intracranial part of the vertebral artery.  
Neurol.Res. 1994.Jun.16(3).171-180
- 2 - **ALAN STEVENS - LOWE J.**  
Histologie  
Ed. Pradel Edisem 1992
- 3 - **ALCOLADO R., WELLER R.O., PARRISH E.P., GARROD D.**  
The cranial arachnoid and pia mater in man: anatomical and ultra-structural observations  
Neuropathol.Appl.Neurobiol..1988.14.1.1-17
- 4 - **AMRANE M., VANNEUVILLE G.**  
Organogenèse chronologique de l'embryon et du foetus humain (essai de synthèse de la littérature)  
Monographie du laboratoire d'anatomie de Clermont-Ferrand.Ed.Bloc Santé. Clermont-Ferrand 1981
- 5 - **ARBEILLE P.H., LAPIERRE F., PATAT F., POURCELOT L.**  
L'exploration de la circulation cervico-céphalique par ultrasons en neurologie et neurochirurgie  
EMC (Paris) Neurologie 17031 G 10.5-1990
- 6 - **ARGAUD R.**  
Recherches sur l'histotopographie des éléments contractiles et conjonctifs des parois artérielles chez les mollusques et les vertébrés.  
Anat. Physiol. Norm. et Pathol. Paris.1909. 45.65-96
- 7 - **BAHAR S., COBAN O., GURVIT I.H., AKMAN-DEMIR G.,GOKYIGIT A.**  
Spontaneous dissection of the extracranial vertebral artery with spinal subarachnoid haemorrhage in a patient with Behcet's disease.  
Neuroradiologie 1993.35 n° 5.352-354
- 8 - **BAHRAM M. et Coll.**  
Spontaneous dissection of the vertebral arteries  
Neurology 1988. 38. 880-884
- 9 - **BAIKO G.F.**  
Age characteristics and variability of arteries in human cerebral dura- mater  
Ark. Anat.Elst.Emb..1962.42
- 10 - **BEN PANSKY**  
Embryologie humaine  
Ed. Ellipses 1986
- 11 - **BERTHELOT J.L., ANDREASSIAN B., HUREAU J.**  
Abord chirurgical du troisième segment de l'artère vertébrale par voie postérieure paramédiane.  
La Presse Médicale Mai 83.12.22.1423-1425
- 12 - **BERTHELOT J.L., COUFFINHAL J.L., COQUILLAUD J.P., ANDREASSIAN B**  
Fistule artério-veineuse vertébrale. Technique chirurgicale par voie postérieure paramédiane.  
Neurochir. 1982.28.315-318

- 13 - **BOITELLE**  
Traumatisme de l'artère vertébrale extracrânienne. A propos de 6 observations. Aspects clinique, paraclinique et thérapeutique.  
Thèse Med. Amiens 1987
- 14 - **BORIES J.**  
L'artériographie vertébrale dans la pratique neurologique  
Thèse Med. Paris 1957
- 15 - **BOSSY J., O'RAHILLY R., MULLER F.**  
Ontogenèse du système nerveux: organogenèse, maturation, croissance, sénescence, malformations et troubles du développement.  
Bossy J. : Neuro-anatomie. Ed. Springer-Verlag Paris. 1990
- 16 - **BOUDOURESQUES J., VIGOUROUX R.A., DANIEL F.**  
Insuffisance vertébro-basilaire  
EMC (Paris France) Neurologie 17046 A 50 1-1970 n° 3
- 17 - **BOURDIOL R. J.**  
Neurothérapie céphalique réflexe  
Ed. Maisonneuve. Paris 1987
- 18 - **BRACARD S., ROLAND J., PICARD L.**  
Variations des artères de l'encéphale.  
Livre 1 Tome 2: Polygone de Willis; Système vertébro-basilaire.  
Documentation du Service Scientifique France. Laboratoire Guerbet. Aulnay-sous-Bois. 1990
- 19 - **BROWN B.S., TISSINGTON, TATLOW W.F.**  
Radiographic studies of vertebral arteries in cadavers; effects of position and traction of the head.  
Radiology. 1963.81.80-88
- 20 - **CANHAM P.B., FINLAY H.M., WHITTAKER P., STARKEY J.**  
The tunica muscularis of human brain arteries: three-dimensional measurement of alignment of the smooth muscle mechanical axis, by polarized light and the universal stage  
Neuro Res. 1986.8.2.66-74
- 21 - **CAPLAN L.R., ZARINS C.K., HEMMATI M.**  
Spontaneous dissection of the extracranial vertebral arteries  
STROKE. 1985.16 .1030-1038
- 22 - **CAPLAN L.R., BAQUIS G.D., PESSIN M.S., DALTON J.**  
Dissection of the intracranial vertebral artery  
Neurology. 1988.38.6.868-877
- 23 - **CARELLA A., LAMBERTI P., FEDERICO F., ADREUL A.**  
Double fenestration of the extracranial vertebral artery  
Neuroradiol., 1978.15.193-194
- 24 - **CAYOTTE J.L.**  
Anatomie radiologique de l'artère vertébrale extracrânienne. Etudes anatomiques  
Recueil trav. Labor. Anat. Nancy. 1968.2:61-70

- 25 - **CLAUDE LEIFER**  
 Artériographie vertébrale: trajets artériels normaux, leurs modifications dans les processus expansifs de la fosse postérieure.  
Thèse Med. Bordeaux 1967
- 26- **CROMPTON M.R.**  
 The pathogenesis of cerebral infarctio following the rupture of cerebral aneurysms  
BRAIN. 1964. 87. 491
- 27 - **CORINNE SKORUPKA**  
 Agrandissement du trou de conjugaison cervical par anomalie de l'artère vertébrale. A propos d'une observation. Intérêt des technologies nouvelles: TDM et Angiographie numérisée.  
Thèse Med. 1985 Paris St-Antoine n° 2213
- 28 - **COUJARD R., POIRIER J., RACADOT J.**  
 Précis d'histologie humaine.  
Masson Ed., Paris 1980
- 29 - **CZYBA JC., GIROD CH.**  
 Histologie. Appareils circulatoire, respiratoire, digestif, urinaire, organes hématopoïétiques  
3ème Ed. Simep. Villeurbanne 1979
- 30 - **D'ANGLEJAN C.J**  
 Les dissections des artères de la tête et du cou.  
La Revue du Praticien Med. Gén., tome 5. n° 154.2456-2462
- 31- **D'ANGLEJAN C.J., MAS J.L., BOUSSER M.G.**  
 Dissection des artères cervico-céphaliques.  
Edition technique EMC Paris Neurologie 17046 B 10. 10-1990
- 32 - **DADOUNE J.P.**  
 Histologie  
Ed. Medecine Sciences Flammarion 1990
- 33 - **DAHL E.**  
 The innervation of the cerebral arteries  
Anat. 1973. 115. 1. 53-63
- 34 - **DAHL E., NELSON E.**  
 Electron microscopic observations of human intracranial arteries: innervation  
Arch. Neurol., 1964. 10. 158-164
- 35 - **DASELER E.H., ANSON B.J.**  
 Surgical anatomy of the subclavian artery and its branches.  
Surg. Gyn. Obst. 1959. 108. 149
- 36 - **DECHAUME J., SCHOTT B.**  
 Pathologie de l'artère vertébrale  
J. Med. Lyon .5 Dec. 1961 n°42 (n° spécial) 1707-1730
- 37 - **DELAY J., BRION S., ESCOUROLLE R., DUJARRIER L.**  
 Etude anatomique des artères carotides et vertébrales au cours des démences séniles.  
Revue Neurol. 1962. 106. 772-777

- 38 - DELMAS J. , LAUX G.  
Précis d'anatomie. Collection TESTUT  
Doin Paris 1951
- 39 - DEROUESNE C.  
Anatomie et physiologie de la circulation vertébro-basilaire  
Rev. Prat. (Paris). 1967. 17. 2689-2704
- 40 - DILENGE D., DAVID M., MEYER J.S.  
L'atteinte des vaisseaux du cou dans les syndromes de vasculopathie  
cérébrale.  
Neurochir.. 1962. 8. 168-174
- 41 - DILENGE D., DAVID M.  
La branche méningée de l'artère vertébrale.  
Neurochir.. 1965. 8. 121-126
- 42 - DJINDJIAN R., CLAY R., HURTH M., VEDRENNE C.I.  
Etude clinique, artériographique et anatomique d'un cas de malformation de la  
charnière occipito-vertébrale  
Press. Med.. 1964. 72. 1013-1016
- 43 - DJINDJIAN R., HURTH M.  
L'artériographie vertébrale dans les malformations de la charnière cervico-  
occipitale.  
Ann. Radiol. 1964. 7. 11-12. 887-908
- 44 - DJINDJIAN R., PANSINI A.  
L'artériographie vertébrale dans les cervicarthroses et les malformations de la  
charnière.  
XXVème Réunion Neurologique internationale. Paris. 5 et 6 juin 1962. 691-698.
- 45 - DUBREUIL G.  
Embryologie humaine.  
Vigot Ed.. Paris. 1947
- 46 - DUBREUIL G., LACOSTE A.  
Histophysiologie des parois vasculaires artérielles et veineuses de l'homme.  
Ann. Anat. Path. 1931. 8. 988-1041
- 47 - DUHURT J.V.  
Les méninges. Conceptions embryologique et histologique actuelles  
These Med. Paris 1968 n° 1073
- 48 - DUQUESNEL J., SCHOTT B.  
L'artériographie vertébrale  
Rev. Prat. (Paris). 1967. 17. 2777-2800
- 49 - DURET H.  
Recherche anatomique sur la circulation de l'encéphale.  
Arch. Phys. Norm. Path.. 1874. I. 60-91 et 316-354
- 50 - ECTORS L., ACHSLOGH J.  
Les méningiomes multiples non associés et focalisés.  
Neurochirurgie. 1960. 6. 161-171

- 51 - **EPSTEIN B.S.**  
An anatomic, myelographic and cinemyelographic study of the dentate ligaments  
AJR.1966.98.704-712
- 52 - **FANG H.**  
A comparison of blood vessels of brain and peripheral blood vessels.  
in wright Millikan CH. Cerebral vascular disease New York.Grune & Stratton Inc .1958.17-22
- 53 - **FARDEL F.**  
Dissection anévrysmale des artères vertébrales.  
Thèse Med. Amiens 1985
- 55 - **FAURE J., RAYBAUD C., ARGENSON C., SALOMON G.**  
Les rapports artériels du trou occipital.  
Neurochirurgie.1971.17.6.459-462
- 56 - **FISCHER C.M., GORE I., OBAKE N., WHITE P.D.**  
Artherosclerosis of the carotid and vertebral arteries ,extracranial and intracranial.  
Neuropath. Exp.Neurol. 1965. 24 455-476.
- 57 - **FISCHER C.M., KARNES W. E., KUBIK C.S.**  
Lateral medullary infarction. The pattern of vascular syndrome  
J.Neuropath. Exp. Neurol.. 1961. 20. 323-379
- 58 - **FOIX C., HILLEMAND P.**  
Les artères de l'axe encéphalique jusqu'au diencéphale inclusivement  
Revue Neurol. 1925.2.6.705-739
- 59 - **FOULON PASCAL**  
La traversée méningée de l'artère vertébrale  
Thèse de doctorat d'état en biologie humaine. Amiens 1991
- 60 - **FRANCKE J.P.**  
Contribution à l'étude des artères vertébrales.  
Thèse Med. Lille 1971
- 61 - **FRANCKE J.P., DIMARINO V., PANNIER M., ARGENSON C., LIBERSA C.**  
The vertebral arteries.The V3 atlanto-axoïdal and V4 intracranial segments collaterals  
Anatomica Clinica. 1981. 2. 229-242
- 62 - **FRANCOIS FRANCK C. A.**  
Le nerf vertébral  
Bull. Soc.Biol. 1978.140
- 63 - **GARTNER L.P., HIATT J. L.**  
Atlas d'histologie  
Ed. De Boeck Université 1992
- 64 - **GERAUD J., RASCOL A., BENAZET A-M.**  
Les étiologies de l'insuffisance vertébro-basilaire. (Leurs conséquences hémodynamiques).  
La Revue du Praticien. 1967. Vol XVII. n° 19. 2707-2717

- 65 - **GEORGES B.**  
Intérêt et possibilités de contrôle de l'artère vertébrale dans la chirurgie tumorale de la base du crâne.  
An. Otolaryngol. Chir. Cervicofac. 1992.109 (03).156-161
- 66 - **GEORGES B.**  
La chirurgie des compressions extrinsèques et tumorales de l'artère vertébrale.  
Sem. des Hôp. de Paris. 1994.70.n° 11-12.312-317
- 67 - **GEORGE B., LAURIAN C.**  
Surgical approach to the whole length of the vertebral artery with special reference to the third portion (above C2).  
Acta Neurochir. 1980.51.259-272
- 68 - **GEORGE B., LAURIAN C.**  
The vertebral artery.  
Pathology and surgery. Springer Verlag. Wien. New York. 1987. p 258
- 69 - **GEORGES B., LOT G., VELUT S.G., ELBERT F., MOURIER K.L.**  
Pathologie tumorale du foramen magnum  
Neurochirurgie 1993.39
- 70 - **GEORGES O.**  
Tête et cou.  
Douin et Cie Ed. 1964
- 71 - **GUERIN J., GOUAZE A., LAZORTHES G.**  
Le polygone de Willis de l'enfant et les facteurs de son modelage.  
Neurochirurgie. 1976.22.3.217-225
- 72 - **GOUAZE A., CASTAING J., ROUZAUD M.**  
Etude expérimentale de la vascularisation fonctionnelle de la moelle et du cerveau par les fluorescents biologiques  
Rev. Neurol. 1964.111.227-240
- 73 - **GREITZ T., SJOGREN S.E.**  
Anterior meningeal branch of the vertebral artery  
Acta Radiol. Diagn. 1968.7.219-224
- 74 - **HADLEY L.A.**  
Tortuosity and deflexion of the vertebral artery  
Amer. J. Radiol 1958.80.306-312
- 75 - **HALOFEAN, GOUVERNEUR**  
Anatomie de l'artère vertébrale  
J. Chir (Paris) 1920.369
- 76 - **HAMILTON W.J., BOYD J.O., MOSSMAN H.W.**  
Human embryology  
Hefter and Sons Ltd. Cambridge 1944

- 77 - HARVEY S., BURR H.**  
Development of the meninges  
Arch. Neurol. Psychiat., 1926? 15, 545-567
- 78 - HARVEY S., BURR H., VAN CAMPENHOUT E.**  
Development of the meninges. Further experiments.  
Arch. Neurol. Psychiat., 1933, 29, 683-690
- 79 - HEROS R. C.**  
Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebro-basilar artery lesions.  
J. Neurosurg., 1986, 64, 559-562
- 80 - HOVELACQUE R.**  
Le nerf sinu-vertébral  
Ann. Anat. Pathol., 1925, 2, 435
- 81 - HUSNI E. A.**  
Mechanical occlusion of the vertebral artery  
G.P. 1967, 35, 94-98
- 82 - HUSNI E. A., BELL H.S., STORER J.**  
Mechanical occlusion of the vertebral artery. A new clinical concept  
JAMA, 1966, 196, 475-478
- 83 - JAMIESON K.G.**  
Aneurysms of the vertebro-basilar system, surgical intervention in 19 cases  
J. Neurosurg., 1964, 21, 781-797
- 84 - JOHNSON CP., BURNS J.**  
The medico-legal significance of proteoglycans in the tunica media  
of the vertebral arteries  
AMJ Forensic Med Pathol 1993, 14, 165-169
- 85 - JOHNSON CP., LAWLER W., BURNS J.**  
Use of histomorphometry in the assesment of fatal vertebral artery dissection  
Clin. Pathol. 1993 Nov. 46 (11), 1000-1003
- 86 - JUNG A., KEHR P.**  
Pathologie des artères vertébrales et des racines nerveuses dans les arthroses  
et les traumatismes du rachis cervical.  
Masson et Cie Ed., Paris, 1972
- 87 - KANNAPELL M-F**  
Résultat de l'angiographie vertébrale pratiquée systématiquement sur le cadavre.  
Thèse Med. Paris 1970 n°494
- 88 - KERBER C. N., NEWTON T. H.**  
The macro and microvasculature of the dura mater.  
Neuroradiology, 1973, 6, 175-179

- 89 - KIEFFER. E.**  
Chirurgie de l'Artère Vertébrale  
EMC Techn. Chirurg : Chirurgie vasculaire 43130, 4-9-12, 34 P.
- 90 - KISSEL J., LEPORIN J., LAXEMAIN M., PICARD L.**  
Le syndrome intermittent de l'artère vertébrale  
Ann. Med. Nancy, 1963, 281-290
- 91 - KRAHN V.**  
The pia mater at the site of the entry of blood vessels in to the central nervous system  
Anat. Embryol. 1982, 164, 257-264
- 92 - KRENCHER N. J., LUND M.**  
La mise en évidence artériographique de l'insuffisance de l'artère vertébrale et son intérêt diagnostique. Rapport du 15ème Congrès des Neurologistes Scandinaves, Copenhague, 1960  
Acta Psychiat. Neurol. Scand., 1961, 36, 138-139
- 93 - LABAUGE R., THEVENET A., CROUZET G., NICOLAS M.**  
Les insuffisances vertébro-basilaires d'incidences chirurgicale. A propos de 87 malades opérés.  
Rev. Neurol. Paris, 1967, 117, 373-389
- 94 - LAINE E., GALIBERT P., LOPEZ C., DELAHOUSSE J., DELANDSHEER J.M., CHRISTIANENS J.J.**  
Anévrysmes artério-veineux intra-duraux développés dans l'épaisseur de la dure-mère de la fosse postérieure.  
Neurochir. Paris 1963, 9, 147-158
- 95 - LANG J.**  
Mikroskopische Anatomie der Arterien. C : Hirnarterien  
Morphologie et histochimie de la paroi vasculaire, Karger, Basel 1966
- 96 - LASJAUNIAS P., BRAUN J.P., HASSO A.N., MORET J., MANELFE C.**  
Vraie et fausse fenestration de l'artère vertébrale  
J. Neuroradiol., 1980, 7, 3, 157-166
- 97 - LAURIAN C., GEORGE B.**  
Abord de l'artère vertébrale extracrânienne. Etude anatomique. Intérêt chirurgical  
Nouv. Press. Med., Fév. 1979, 8, 6, 433-436
- 98 - LAUX G., GUERRIER Y.**  
L'innervation de l'artère vertébrale  
Ann. Anat. Path. 1939, 16, 897-899  
Ass. Anat. 34ème Réunion Paris, 1947 : 1947, 51, 298-300
- 99 - LAUX G., GUERRIER Y., PARAS C.**  
Les veines vertébrales  
Ass. Anat. 36ème Réunion Lyon 1949, 58, 416-418

- 100 - LAZORTHE G.**  
Le système neuro-vasculaire  
Masson et Cie Paris 1949
- 101 - LAZORTHE G.**  
Le plexus vertébro-basilaire  
Rev. Oto-neuro-ophtalm., 1952, 24, 11-17
- 102 - LAZORTHE G.**  
Vascularisation et circulation cérébrale  
Masson et Cie Ed., Paris 1961
- 103 - LAZORTHE G.**  
SNC : Description, Systématisation, Exploration  
Masson et Cie Ed., Paris 1967
- 104 - LAZORTHE G.**  
Le SNC. 3<sup>e</sup> Edition  
Masson Ed., Paris 1981
- 105 - LAZORTHE G., GOUAZE A.**  
Les voies anastomotiques de suppléance (ou système de sécurité) dans la vascularisation artérielle de l'axe cérébro-médullaire.  
Rapport du 53<sup>ème</sup> Congrès de l'association des anatomistes. Tours 1968.  
C.R. Assoc. Anat., 1968, 140, 1-230
- 106 - LAZORTHE G., GOUAZE A., SALOMON G.**  
Vascularisation de l'encéphale I : Anatomie descriptive et fonctionnelle.  
Masson Paris 1976
- 107 - LAZORTHE G., POULHES J., GAUBERT J.**  
La dure-mère de la charnière crânio-rachidienne  
C.R. Assoc. Anat. 1953, 169-172
- 108 - LAZORTHE G., REIS R.**  
L'innervation des artères du cou et de la portion extracrânienne de la tête.  
Toulouse Médical, 1942, 2, 1-21
- 109 - LEESON TS., LEESON CR.**  
Histologie  
Masson Ed., Paris 1976
- 110 - LEGRE J., ATLAN D., DUFOUR M., GUIDICELLI G.**  
Malformations associées de l'artère vertébrale et de la charnière occipito-cervicale.  
J. Radiol. Electrol. 1967, 48, 5, 263-268
- 111 - LEGUYADER A. P., DOR, KEKE H.**  
Note sur l'artère vertébrale et le tronc basilaire du nouveau-né africain de Côte d'Ivoire.  
Soc. Med. Côte d'Ivoire Abidjan 1965, 28, 10.

- 112 - MANELFE C., ROULLEAU J., COMBELLES R., GRISOLLI F.**  
 La vascularisation de la dure-mère du trou occipital  
Neurochirurgie Paris. 1971, 17, 6, 469-480
- 113 - MANSAT P., AUTISSIER J.M.**  
 Cinétique vertébrale du complexe crânio-rachidien.  
 In Eléments de biomécanique du rachis  
Rapport du 63ème Congrès de l'Association des Anatomistes, Clermont-  
Ferrand. Edit. Bloc Santé, Clermont-ferrand 1980
- 114 - LASSERON M.J**  
 Anévrysmes géants du territoire vertébro-basilaire à expression tumorale.  
Thèse Méd. Amiens 1991 n°123
- 115 - MAS J.L., GOEAU C., BOUSSER M.J., CHIRAS J., VERRET  
 J.M., TOUBOUL P.J.**  
 Spontaneous dissecting aneurysm of the internal carotid and vertebral  
 arteries : two cases reports  
STROKE, 1985, 16, 125-129
- 116 - MAS J.L., HENIN D., BOUSSER M. J., CHAIN F., HAUW J.J**  
 Dissecting aneurysm of the vertebral artery and cervical manipulation : a case  
 report with autopsy  
Neurology, 1989, 39, 4, 512-515
- 117 - MATHE MARTINE**  
 Epaisissements ligamentaires et brides durales de la partie postérieure  
 du trou occipital.  
Thèse Med. Paris Pitié Salpêtrière 1975 n°282
- 118 - Mc MINN R.M.H**  
 A case of non-union of the vertebral artery  
Anat. Rec. 1953.116.283
- 119 - MECKEL J. F.**  
 Manuel d'anatomie général, descriptive et pathologique.  
Ed. Baillière, Paris, 1825
- 120 - MICHEL D., PIALAT J., ANTOINE J.C., LAURENT B., CONVERS P.**  
 Aneurysmes disséquants de l'artère vertébrale intracrânienne :  
 1 cas anatomo-clinique  
Revue Neurol. Paris 1988, 144, 25-31
- 121 - MONOD C. DUHAMEL B.**  
 Schemas d'Anatomie n°5 Tête et cou  
Ed. Vigot Paris 1982
- 122 - NEWTON T.H.**  
 The anterior and posterior meningeal branches of the vertebral artery  
Radiology, 1968, 91, 217-279

- 123 - O'RAHILLY R., MULLER F.**  
The meninges in human development.  
J. Neuropathol. Exp. Neurol. 1986, 45, 5, 588-608
- 124 - PAGES A.**  
Le ligament dentelé  
· C.R Assoc. Anat 1947, 403-411
- 125 - PASQUIER B., N'GOLET A., PASQUIER D., PANH N. H., COUDERC P.,  
CROUZET P.**  
Hémo-dissection vertébro-basilaire : une observation anatomo-clinique avec  
dysplasie de l'artère vertébrale gauche  
Semaine des Hôpitaux Paris, 1979, 55, 487-488
- 126 - PATERSON A.M.**  
Notes on abnormalities with special reference to the vertebral arteries  
Anat. Physiol. 1883 (4), 18, 295
- 127 - PATURET G.**  
Traité d'anatomie humaine tome IV  
Masson Ed., Paris 1964
- 128 - PERLEMUTER L., WALIGORA J.**  
Cahier d'anatomie : Tête et cou  
Ed. Masson 1976
- 129 - PETIT DUTAILLIS D., PERTUISE B., ROUGERI J., NAMIN P.**  
Indications et résultats de l'angiographie vertébrale en neurochirurgie  
Press. Med., 1953, 61, 1499-1503
- 130 - PICARD L.**  
Current trends in the combined radiological and surgical management of vascular  
malformations, tumors dysplasias involving the vertebral artery  
J. Neuroradiol., 1979, 6, 269-286
- 131 - PICART L., RENARD M.**  
Trous retroarticulaires supérieurs incomplets et sténose vertébrale bilatérale  
Etudes Anatomiques (Recueil travail Labo Anat Nancy) 1968, 2, 77-83
- 132 - PIFFER C.R., ZORZETTO N.L.**  
Microscopic anatomy of the vertebral artery in the suboccipital and intracranial  
segment  
Anat. Anz. Jena 1980, 147, 382-388
- 133 - PODONLI A.**  
Injuries of the vertebral artery  
Forensic., 1966, 11, 395-403

- 134 - **POIRIER P.**  
 Traité d'anatomie humaine. Tome II fascicule 2  
Masson Ed., Paris 1896
- 135 - **POIRIER P., CHARPY A.**  
 Traité d'anatomie humaine. Tome III fascicule 2 : Système nerveux  
 • 2è Ed. Masson et Cie Paris 1902
- 136 - **RADOJEVIC S., NEGOBANOVIC B.**  
 La gouttière et les anneaux osseux de l'artère vertébrale de l'atlas  
Acta Anat., 1963, 55, 186-194
- 137 - **RATINOV G.**  
 Extradural intracranial portion of carotid artery  
Arch. Neurol., 1964, 10, 66-73
- 138 - **REWATI RS et Coll.**  
 Compression of C2 root by a rare anomalous ectatic vertebral artery  
J. Neurosurg. 1993, 78, 669-672
- 139 - **ROGER L.C., PAYNE E.E.**  
 The dura mater at the cranio-vertebral junction  
J. Anat 1961, 95, 4, 586-591
- 140 - **ROLAND J.**  
 Les méninges.  
In BOSSY J. Neuroanatomie, Springer Verlag Paris, 1990
- 141 - **ROUGIER JACQUES**  
 Système artériel vertébro-basilare  
 Monte Carlo Labo Dulcis 1968. Leçon d'anatomie et de physiologie  
ophtalmologique n°45 Ed. Marin
- 142 - **ROUVIERE H**  
 Sur les rapports de l'artère vertébrale avec la dure-mère et la première paire  
 rachidienne  
Ann. Anat.Path. 1926, 3, 518-519
- 143 - **ROUVIERE H**  
 Anatomie humaine. Tome I : Tête et cou 8è Ed.  
Masson et Cie Ed., Paris 1959
- 144 - **ROUVIERE H.**  
 Artères de la tête et du cou.  
Anatomie humaine, Tome I et II, 10ème Edition 1967 Masson
- 145 - **ROUVIERE H., DELMAS A.**  
 Anatomie humaine 12ème Edition  
Masson Ed., Paris 1985

- 146 - SALOMON G.**  
Repères fixes du système vertébro-basilaire  
Ann. Radiol. 1967, 10, 765-780
- 147 - SANTOS-FERREIRA (A dos), MARCAL C., LEVY A.**  
Contribution à l'étude de l'artère vertébrale. Note préliminaire.  
Ass. Anat 49ème réunion Madrid 1964 : 1965, 128, 1557- 1564
- 148 - SAPPEY P.C.**  
Traité d'anatomie descriptive  
Vve Adrien Delahaye Ed., Paris 1876
- 149 - SATOH S., YAMAMOTO N., KITAGAWA Y, UMEMORI T., SASAKY T., IIDA T.**  
Cervical cord compression by the anomalous vertebral artery presenting with neuralgic pains.  
Neurosurg. 1993, 2, 283-285
- 150 - SATTAMINI-DUARTE O.**  
Contribution à l'étude de l'artère vertébrale  
Hospital. 1957 52, 1-26
- 151 - SCHOTT B**  
L'insuffisance vertébro-BASILAIRES  
La revue du Praticien 1967, 17, 19, 2719-2730
- 152 - SCHOTT B., BOUILLIAT G., SAUTAT J., GOUTELLE A.**  
Pathologie artérielle du système vertébro-basilaire.  
Rapport du 63ème Congrès de psychiatrie et neurologie de langue française
- 153 - SEN C. N., SEKHAR L. N.**  
An extreme latéral approach to intradural lesions of cervical spine and foramen magnum  
Neurosurgery, 1990, 27, 197-204
- 154 - SENSENIG E.C.**  
The early development of the human vertebral column.  
Contribution to Embryology. Carnegie Instit. Washington, 1949, 33, 21-41
- 155 - SERRATRICE G.**  
Le syndrome de l'artère vertébrale  
Entretiens de Bichat (Médecine), 1963, 77-82
- 156 - SERRATRICE G., SOULAYROL R.**  
Le syndrome de l'artère vertébrale  
Concours Médical 1962, 3969-3974
- 157 - SHARMA R.R., PAREKH H.C., PRABHU S., GURUSINGHE N.T., BERTOLIS G.**  
Compression of the C2 root by a rare anomalous ectatic vertebral artery : case report  
Neurosurg. USA 1993, 78, 4, 669-672

- 158 - **SHERMAN M.R., SMIALEK J.E., ZANE W.E.**  
Pathogenesis of vertebral artery occlusion following cervical spine manipulation  
Arch. Pathol. Lab. Med., 1987, 11, 851-853
- 159 - **SHINTANI A., ZERVAS N.T.**  
Consequence of ligation of the vertebral artery  
J. Neurosurg. April 1972, Vol. 36, 447-450
- 160 - **STEVENS L.S., FUKUI M.B., REINMUTH O.M.**  
<<What is normal anatomic variant >> ? Transient left lateral medullary ischemia  
in a patient with a fenestred left vertebral artery  
Neurology, July 1994, 44, 1358-1359
- 161 - **TATLOW W. F. T., BAMMER H.G.**  
Syndrome of vertebral artery compression  
Neurology, 1957, 7, 331-340
- 162 - **TESTUT L., LATARJET A.**  
Traité d'anatomie humaine. Tome II : Angéiologie SNC  
DOIN et Cie 1948 Paris
- 163 - **THEVENET A.**  
Chirurgie de l'artère vertébrale.  
EMC Techniques chirurgicales : Chirurgie vasculaire 43 175-3-21-02.1-20
- 164 - **TILLAUX P.**  
Traité d'anatomie topographique avec application à la chirurgie  
Asselin et Houzeau ed., Paris 1897. 9ème Edition
- 165 - **TSUKAMOTO S., HOU Y., UTSUMI S., TANIGAKE T., HORUKE N., OTANI R.**  
Proatlantal intersegmental artery with absence of bilateral vertebral artères.  
J. Neurosurg. 1981, 54, 1, 122-124
- 165 - **VALLEE B., BESSON G., HOUIDI K., PERSON H.**  
L'extension latérale juxta ou transcondylienne de la voie sous-occipitale  
postérieure  
Neurochirurgie, 1993, 39, 348-359
- 167 - **VIDEAU J.**  
Anomalie de nombre ou d'origine des grosses branches de la crosse aortique  
Bull. Int. Soc. Anthropol. Sud Ouest, 1967, 2, 3-22
- 168 - **WALDEYER**  
Sur la situation de l'artère vertébrale  
Ass. Anat 8ème Réunion Bordeaux 1906 : 1906, 83-84
- 169 - **WILKINSON I.M.S**  
The vertebral artery : extracranial and intracranial structure  
Arch. Neurol., 1972, 27, 392-396

170 - WILLIAMS P.L., WARWICK R., DYSON M., BANNISTER L.H.

Gray's anatomy. 37 th Ed

Churchill Livingstone Ed., Edimburgh. 1987

171 - WINCKLER G.

Remarque sur la structure de l'artère vertébrale

• Quat Anat Pract. 1972.28.105-115

172 - ZANDER E., FOROGLOV G.

Pathologie de l'artère vertébrale. Point de vue du neurochirurgien.

Rapport de neurologie au Congrès de Psychiatrie et Neurologie de Langue

Française Lausanne 1965.Masson et Cie Ed. Paris 1966

## SERMENT D'HIPPOCRATE

EN PRESENCE DES MAITRES DE CETTE ECOLE ET DE MES  
CHERS CONDISCIPLES, JE PROMETS ET JE JURE, AU NOM DE LETRE  
SUPREME, D'ETRE FIDELE AUX LOIS DE L'HONNEUR ET DE LA PBITE  
DANS L'EXERCICE DE LA MEDECINE. JE DONNERAI MES SOINS  
GRATUITS A L'INDIGENT ET JE N'EXIGERAI JAMAIS DE SALAIRE AU  
DESSUS DE MON TRAVAIL.

ADMIS A L'INTERIEUR DES MAISONS, MES YEUX NE VERRONT  
PAS CE QUI S'Y PASSE, MA LANGUE TAIRA LES SECRETS QUI ME  
SERONT CONFIES ET MON ETAT NE SERVIRA PAS A CORROMPRE LES  
MOEURS NI A FAVORISER LES CRIMES.

RESPECTUEUX ET RECONNAISSANT ENVERS MES MAITRES, JE  
RENDRAI A LEURS ENFANTS, L'INSTRUCTION QUE J'AI RECUE DE LEUR  
PART.

QUE LES HOMMES M'ACCORDENT LEUR ESTIME SI JE SUIS  
RESTE FIDELE A MES PROMESSES, QUE JE SOIS COUVERT  
D'OPPROBRE ET MEPRISE DE MES CON FRERES SI J'Y MANQUE.