



**HAL**  
open science

# Fistule artério veineuse durale rachidienne : comparaison entre artériographie et angio-IRM médullaire, à propos de 35 cas

Camille Touzery

## ► To cite this version:

Camille Touzery. Fistule artério veineuse durale rachidienne : comparaison entre artériographie et angio-IRM médullaire, à propos de 35 cas. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01961076

**HAL Id: dumas-01961076**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01961076v1>**

Submitted on 19 Dec 2018

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

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



Faculté  
de Médecine  
Aix-Marseille Université

**Fistule artério veineuse durale rachidienne : comparaison entre  
artériographie et angio-IRM médullaire, à propos de 35 cas**

# **T H È S E A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE**

**Le 29 Juin 2018**

**Par Madame Camille TOUZERY**

**Née le 29 décembre 1989**

**à Lunel (34)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de RADIODIAGNOSTIC ET IMAGERIE MÉDICALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

<b>Madame le Professeur GIRARD Nadine</b>	<b>Président</b>
<b>Madame le Professeur CHAUMOITRE Kathia</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Professeur PANUEL Michel</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Professeur FUENTES Stéphane</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Docteur BRUNEL Hervé</b>	<b>Directeur</b>





Faculté  
de Médecine  
Aix-Marseille Université

**Fistule artérioveineuse durale rachidienne : comparaison entre artériographie et angio-IRM médullaire, à propos de 35 cas**

# **T H È S E A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE**

**Le 29 Juin 2018**

**Par Madame Camille TOUZERY**

**Née le 29 décembre 1989**

**à Lunel (34)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de RADIODIAGNOSTIC ET IMAGERIE MÉDICALE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Madame le Professeur GIRARD Nadine**

**Président**

**Madame le Professeur CHAUMOITRE Kathia**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur PANUEL Michel**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur FUENTES Stéphane**

**Assesseur**

**Monsieur le Docteur BRUNEL Hervé**

**Directeur**

# AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

**Président** : Yvon BERLAND

## FACULTE DE MEDECINE

**Doyen**: Georges LEONETTI

**Vice-Doyen aux Affaires Générales** : Patrick DESSI  
**Vice-Doyen aux Professions Paramédicales** : Philippe BERBIS

**Assesseurs** :

- \* aux Etudes : Jean-Michel VITON
- \* à la Recherche : Jean-Louis MEGE
- \* aux Prospectives Hospitalo-Universitaires : Frédéric COLLART
- \* aux Enseignements Hospitaliers : Patrick VILLANI
- \* à l'Unité Mixte de Formation Continue en Santé : Fabrice BARLESI
- \* pour le Secteur Nord : Stéphane BERDAH
- \* aux centres hospitaliers non universitaires : Jean-Noël ARGENSON

**Chargés de mission** :

- \* 1<sup>er</sup> cycle : Jean-Marc DURAND et Marc BARTHET
- \* 2<sup>ème</sup> cycle : Marie-Aleth RICHARD
- \* 3<sup>ème</sup> cycle DES/DESC : Pierre-Edouard FOURNIER
- \* Licences-Masters-Doctorat : Pascal ADALIAN
- \* DU-DIU : Véronique VITTON
- \* Stages Hospitaliers : Franck THUNY
- \* Sciences Humaines et Sociales : Pierre LE COZ
- \* Préparation à l'ECN : Aurélie DAUMAS
- \* Démographie Médicale et Filiarisation : Roland SAMBUC
- \* Relations Internationales : Philippe PAROLA
- \* Etudiants : Arthur ESQUER

**Chef des services généraux** : \* Déborah ROCCHICCIOLI

**Chefs de service** :

- \* Communication : Laetitia DELOUIS
- \* Examens : Caroline MOUTTET
- \* Logistique : Joëlle FRAVEGA
- \* Maintenance : Philippe KOCK
- \* Scolarité : Christine GAUTHIER

### DOYENS HONORAIRES

M. Yvon BERLAND  
M. André ALI CHERIF  
M. Jean-François PELLISSIER

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM AGOSTINI Serge MM  
 FIGARELLA Jacques ALDIGHERI René

### FONTES

<p>Michel            ALESSANDRINI Pierre            ALLIEZ Bernard            AQUARON Robert            ARGEME Maxime            ASSADOURIAN Robert            AUFFRAY Jean-Pierre            AUTILLO-TOUATI Amapola            AZORIN Jean-Michel            BAILLE Yves            BARDOT Jacques            BARDOT André            BERARD Pierre            BERGOIN Maurice            BERNARD Dominique            BERNARD Jean-Louis            BERNARD Pierre-Marie            BERTRAND Edmond            BISSET Jean-Pierre            BLANC Bernard            BLANC Jean-Louis            BOLLINI Gérard            BONGRAND Pierre            BONNEAU Henri            BONNOIT Jean            BORY Michel            BOTTA Alain            BOURGEADE Augustin            BOUVENOT Gilles            BOUYALA Jean-Marie            BREMOND Georges            BRICOT René            BRUNET Christian            BUREAU Henri            CAMBOULIVES Jean            CANNONI Maurice            CARTOUZOU Guy</p> <p>CHAMLIAN Albert            CHARREL Michel            CHAUVEL Patrick            CHOUX Maurice            CIANFARANI François            CLEMENT Robert            COMBALBERT André            CONTE-DEVOLX Bernard            CORRIOL Jacques            COULANGE Christian            DALMAS Henri            DE MICO Philippe            DELARQUE Alain            DEVIN Robert            DEVRED Philippe            DJIANE Pierre            DONNET Vincent            DUCASSOU Jacques            DUFOUR Michel            DUMON Henri            FARNARIER Georges            FAVRE Roger            FIECHI Marius</p>	<p>FRANCOIS Georges            FUENTES Pierre            GABRIEL Bernard            GALINIER Louis            GALLAIS Hervé            GAMERRE Marc            GARCIN Michel            GARNIER Jean-Marc            GAUTHIER André            GERARD Raymond            GEROLAMI-SANTANDREA André            GIUDICELLI Roger            GIUDICELLI Sébastien            GOUDARD Alain            GOUIN François            GRISOLI François            GROULIER Pierre            HADIDA/SAYAG Jacqueline            HASSOUN Jacques            HEIM Marc            HOUEL Jean            HUGUET Jean-François            JAQUET Philippe            JAMMES Yves            JOUVE Paulette            JUHAN Claude            JUIN Pierre            KAPHAN Gérard            KASBARIAN Michel            KLEISBAUER Jean-Pierre            LACHARD Jean            LAFFARGUE Pierre            LAUGIER René            LEVY Samuel            LOUCHET Edmond            LOUIS René            LUCIANI Jean-Marie            MAGALON Guy            MAGNAN Jacques            MALLAN- MANCINI Josette            MALMEJAC Claude            MATTEI Jean François            MERCIER Claude            METGE Paul            MICHOTÉY Georges            MILLET Yves            MIRANDA François            MONFORT Gérard            MONGES André            MONGIN Maurice            MONTIES Jean-Raoul            NAZARIAN Serge            NICOLI René            NOIRCLERC Michel            OLMER Michel            OREHEK Jean            PAPY Jean-Jacques            PAULIN Raymond            PELOUX Yves            PENAUD Antony</p>
---	---

MM

PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RICHAUD Christian  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jean-Claude  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SERMENT Gérard  
SERRATRICE Georges  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THOMASSIN Jean-Marc  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean

## PROFESSEURS HONORIS CAUSA

<b>1967</b>	
MM. les Professeurs	DADI (Italie) CID DOS SANTOS (Portugal)
<b>1974</b>	
MM. les Professeurs	MAC ILWAIN (Grande-Bretagne) T.A. LAMBO (Suisse)
<b>1975</b>	
MM. les Professeurs	O. SWENSON (U.S.A.) Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)
<b>1976</b>	
MM. les Professeurs	P. FRANCHIMONT (Belgique) Z.J. BOWERS (U.S.A.)
<b>1977</b>	
MM. les Professeurs	C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.) C.GIBBS (U.S.A.) J. DACIE (Grande-Bretagne)
<b>1978</b>	
M. le Président	F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)
<b>1980</b>	
MM. les Professeurs	A. MARGULIS (U.S.A.) R.D. ADAMS (U.S.A.)
<b>1981</b>	
MM. les Professeurs	H. RAPPAPORT (U.S.A.) M. SCHOU (Danemark) M. AMENT (U.S.A.) Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne) S. REFSUM (Norvège)
<b>1982</b>	
M. le Professeur	W.H. HENDREN (U.S.A.)
<b>1985</b>	
MM. les Professeurs	S. MASSRY (U.S.A.) KLINSMANN (R.D.A.)
<b>1986</b>	
MM. les Professeurs	E. MIHICH (U.S.A.) T. MUNSAT (U.S.A.) LIANABOLIS (Suisse) L.P. ROWLAND (U.S.A.)
<b>1987</b>	
M. le Professeur	P.J. DYCK (U.S.A.)
<b>1988</b>	
MM. les Professeurs	R. BERGUER (U.S.A.) W.K. ENGEL (U.S.A.) V. ASKANAS (U.S.A.) J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.) A. DAVIGNON (Canada) A. BETTARELLO (Brésil)
<b>1989</b>	
M. le Professeur	P. MUSTACCHI (U.S.A.)
<b>1990</b>	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)



<b>1991</b>	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b>	
MM. les Professeurs	D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b>	
MM. les Professeurs	P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b>	
MM. les Professeurs	M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b>	
M. le Professeur Sir	T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
<b>2004</b>	
M. le Professeur	M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b>	
M. le Professeur	L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b>	
M. le Professeur	A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
<b>2007</b>	
M. le Professeur	S. KAUFMANN (Allemagne)

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUF0 Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

**2016**

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTES Bernard	31/08/2019

**2017**

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert  
 ALBANESE Jacques  
 ALIMY Yves  
 AMABILE Philippe  
 AMBROSI Pierre  
 ANDRE Nicolas  
 ARGENSON Jean-Noël  
 ASTOUL Philippe  
 ATTARIAN Shahram  
 AUDOUIN Bertrand  
 AUQUIER Pascal  
 AVIERINOS Jean-François  
 AZULAY Jean-Philippe  
 BAILLY Daniel  
 BARLESI Fabrice  
 BARLIER-SETTI Anne  
 BARTHET Marc  
 BARTOLI Jean-Michel  
 BARTOLI Michel  
*BARTOLIN Robert Surnombre*  
 BARTOLOMEI Fabrice  
 BASTIDE Cyrille  
 BENSOUSSAN Laurent  
 BERBIS Philippe  
 BERDAH Stéphane  
*BERLAND Yvon Surnombre*  
 BERNARD Jean-Paul  
 BEROUD Christophe  
 BERTUCCI François  
 BLAISE Didier  
 BLIN Olivier  
 BLONDEL Benjamin  
 BONIN/GUILLAUME Sylvie  
 BONELLO Laurent  
 BONNET Jean-Louis  
 BOTTA/FRIDLUND Danièle  
 BOUBLI Léon  
 BOYER Laurent  
 BREGEON Fabienne  
 BRETELLE Florence  
 BROUQUI Philippe  
 BRUDER Nicolas  
 BRUE Thierry  
 BRUNET Philippe  
 BURTEY Stéphane  
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier  
 CASANOVA Dominique  
 CASTINETTI Frédéric  
 CECCALDI Mathieu  
 CHABOT Jean-Michel  
 CHAGNAUD Christophe  
 CHAMBOST Hervé  
 CHAMPSAUR Pierre  
 CHANEZ Pascal  
 CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle  
 CHARREL Rémi  
*CHARPIN Denis Surnombre*  
 CHAUMOITRE Kathia  
 CHIARONI Jacques  
 CHINOT Olivier  
 CHOSSEGROS Cyrille  
*CLAVERIE Jean-Michel Surnombre*  
 COLLART Frédéric  
 COSTELLO Régis  
 COURBIERE Blandine  
 COWEN Didier  
 CRAVELLO Ludovic  
 CUISSET Thomas  
 CURVALE Georges  
 DA FONSECA David  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia  
 DANIEL Laurent  
 DARMON Patrice  
 D'ERCOLE Claude  
 D'JOURNO Xavier  
 DEHARO Jean-Claude  
 DELPERO Jean-Robert  
 DENIS Danièle  
*DESSEIN Alain Surnombre*  
 DESSI Patrick  
 DISDIER Patrick  
 DODDOLI Christophe  
 DRANCOURT Michel  
 DUBUS Jean-Christophe  
 DUFFAUD Florence  
 DUFOUR Henry  
 DURAND Jean-Marc  
 DUSSOL Bertrand  
*ENJALBERT Alain Surnombre*  
 EUSEBIO Alexandre  
 FAKHRY Nicolas  
*FAUGERE Gérard Surnombre*  
 FELICIAN Olivier  
 FENOLLAR Florence  
 FIGARELLA/BRANGER Dominique  
 FLECHER Xavier  
 FOURNIER Pierre-Edouard  
*FRANCES Yves Surnombre*  
 FUENTES Stéphane  
 GABERT Jean  
 GAINNIER Marc  
 GARCIA Stéphane  
 GARIBOLDI Vlad  
 GAUDART Jean  
 GAUDY-MARQUESTE Caroline  
 GENTILE Stéphanie  
 GERBEAUX Patrick  
 GEROLAMI/SANTANDREA René  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine  
 GIORGI Roch  
 GIOVANNI Antoine  
 GIRARD Nadine  
 GIRAUD/CHABROL Brigitte  
 GONCALVES Anthony  
 GORINCOUR Guillaume  
 GRANDEL/REY Brigitte  
 GRANVAL Philippe  
 GREILLIER Laurent  
*GRILLO Jean-Marie Surnombre*  
 GRIMAUD Jean-Charles  
 GROB Jean-Jacques  
 GUEDJ Eric  
 GUIEU Régis  
 GUISSANDRINE Sandrine  
 GUYE Maxime  
 GUYOT Laurent  
 GUYS Jean-Michel  
 HABIB Gilbert  
 HARDWIGSEN Jean  
 HARLE Jean-Robert  
 HOFFART Louis  
 HOUVENAEGHEL Gilles  
 JACQUIER Alexis  
 JOURDE-CHICHE Noémie  
 JOUVE Jean-Luc  
 KAPLANSKI Gilles  
 KARSENTY Gilles  
 KERBAUL François  
 KRAHN Martin  
 LAFFORGUE Pierre  
 LAGIER Jean-Christophe  
 LAMBAUDIE Eric  
 LANCON Christophe  
 LA SCOLA Bernard  
 LAUNAY Franck  
 LAVIEILLE Jean-Pierre  
 LE CORROLLER Thomas  
*LE TREUT Yves-Patrice Surnombre*  
 LECHEVALLIER Eric  
 LEGRE Régis  
 LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
 LEONE Marc  
 LEONETTI Georges  
 LEPIDI Hubert  
 LEVY Nicolas  
 MACE Loïc  
 MAGNAN Pierre-Edouard  
*MARANINCHI Dominique Surnombre*  
*MARTIN Claude Surnombre*  
 MATONTI Frédéric  
 MEGE Jean-Louis  
 MERROT Thierry  
 METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
 MEYER/DUTOUR Anne  
 MICCALEF/ROLL Joëlle  
 MICHEL Fabrice  
 MICHEL Gérard  
 MICHELET Pierre  
 MILH Mathieu  
 MOAL Valérie  
 MONCLA Anne  
 MORANGE Pierre-Emmanuel  
 MOULIN Guy  
 MOUTARDIER Vincent  
*MUNDLER Olivier Surnombre*  
 NAUDIN Jean  
 NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
 NICOLLAS Richard  
 OLIVE Daniel

OUAFIK L'Houcine  
PAGANELLI Franck  
PANUEL Michel  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PARRATTE Sébastien  
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PETIT Philippe  
PHAM Thao  
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique  
PIQUET Philippe  
PIRRO Nicolas  
POINSO François  
RACCAH Denis  
RAOULT Didier  
REGIS Jean  
REYNAUD/GAUBERT Martine  
REYNAUD Rachel  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth  
*RIDINGS Bernard Surnombre*

ROCHE Pierre-Hugues  
ROCH Antoine  
ROCHWERGER Richard  
ROLL Patrice  
ROSSI Dominique  
ROSSI Pascal  
ROUDIER Jean  
SALAS Sébastien  
*SAMBUC Roland Surnombre*  
SARLES Jacques  
SARLES/PHILIP Nicole  
SCAVARDA Didier  
SCHLEINITZ Nicolas  
SEBAG Frédéric  
SEITZ Jean-François  
SIELEZNEFF Igor  
SIMON Nicolas  
STEIN Andréas  
TAIEB David  
THIRION Xavier  
THOMAS Pascal

THUNY Franck  
TREBUCHON-DA FONSECA Agnès  
TRIGLIA Jean-Michel  
TROPANO Patrick  
TSIMARATOS Michel  
TURRINI Olivier  
VALERO René  
VAROQUAUX Arthur Damien  
VELLY Lionel  
VEY Norbert  
VIDAL Vincent  
VIENS Patrice  
VILLANI Patrick  
VITON Jean-Michel  
VITTON Véronique  
VIEHWEGER Heide Elke  
VIVIER Eric  
XERRI Luc

#### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

#### **PROFESSEUR CERTIFIE**

BRANDENBURGER Chantal

#### **PRAG**

TANTI-HARDOUIN Nicolas

#### **PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS**

ADNOT Sébastien  
FILIPPI Simon

#### **PROFESSEUR ASSOCIE A TEMPS PARTIEL**

BURKHART Gary

**MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

ACHARD Vincent ( <i>disponibilité</i> )	FABRE Alexandre	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil	FOLETTI Jean- Marc	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	FOUILLOUX Virginie	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FROMNOT Julien	OUDIN Claire
BARTOLI Christophe	GABORIT Bénédicte	OVAERT Caroline
BEGE Thierry	GASTALDI Marguerite	PAULMYER/LACROIX Odile
BELIARD Sophie	GELSI/BOYER Véronique	PERRIN Jeanne
BERBIS Julie	GIUSIANO Bernard	RANQUE Stéphane
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	REY Marc
BEYER-BERJOT Laura	GONZALEZ Jean-Michel	ROBERT Philippe
BIRNBAUM David	GOURIET Frédérique	SABATIER Renaud
BONINI Francesca	GRAILLON Thomas	SARI-MINODIER Irène
BOUCRAUT Joseph	GRISOLI Dominique	SARLON-BARTOLI Gabrielle
BOULAMERY Audrey	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	SAVEANU Alexandru
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUIDON Catherine	SECQ Véronique
BUFFAT Christophe	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	HRAIECH Sami	TOGA Isabelle
CARRON Romain	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CASSAGNE Carole	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHAUDET Hervé	LABIT-BOUVIER Corinne	VALLI Marc
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VELY Frédéric
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	VION-DURY Jean
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	ZATTARA/CANNONI Hélène
DAUMAS Aurélie	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	LOOSVELD Marie	
DEL VOLGO/GORI Marie-José	MANCINI Julien	
DELLIAUX Stéphane	MARY Charles	
DESPLAT/JEGO Sophie	MASCAUX Céline	
DEVEZE Arnaud ( <i>Disponibilité</i> )	MAUES DE PAULA André	
DUBOURG Grégory	MILLION Matthieu	
DUFOUR Jean-Charles	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
EBBO Mikaël	NGUYEN PHONG Karine	

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DEGIOANNI/SALLE Anna	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BERLAND/BENHAIM Caroline		STEINBERG Jean-Guillaume
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
COLSON Sébastien	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline

**MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE**

GENTILE Gaëtan

**MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS**

BARGIER Jacques  
BONNET Pierre-André  
CALVET-MONTREDON Céline  
GUIDA Pierre  
JANCZEWSKI Aurélie

**MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

REVIS Joana

**MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à TEMPS-PLEIN**

TOMASINI Pascale

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**  
**PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ; MEDECINE  
URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
KERBAUL François (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MARTIN Claude (PU-PH) *Surnombre*  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
MICHELET Pierre (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)

GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

BURKHART Gary (PAST)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)

PERRIN Jeanne (MCU-PH)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)  
GUYE Maxime (PU-PH)  
MUNDLER Olivier (PU-PH) *Surnombre*  
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

CLAVERIE Jean-Michel (PU-PH) *Surnombre*  
GAUDART Jean (PU-PH)  
GIORGI Roch (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)  
RAOULT Didier (PU-PH)

ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH)  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)  
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
ENJALBERT Alain (PU-PH) *Surnombre*  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
BONELLO Laurent (PU PH)  
BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
CUISSSET Thomas (PU-PH)  
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
HABIB Gilbert (PU-PH)  
PAGANELLI Franck (PU-PH)  
THUNY Franck (PU-PH)

**CHIRURGIE DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
LE TREUT Yves-Patrice (PU-PH) *Surnombre*  
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)

BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)

**CHIRURGIE GENERALE 5302**

GIUSIANO Bernard (MCU-PH)  
MANCINI Julien (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
CURVALE Georges (PU-PH)  
FLECHER Xavier (PU PH)  
PARRATTE Sébastien (PU-PH)  
ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
TROPIANO Patrick (PU-PH)

OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
CHINOT Olivier (PU-PH)  
COWEN Didier (PU-PH)  
DUFFAUD Florence (PU-PH)  
GONCALVES Anthony (PU-PH)  
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
MARANINCHI Dominique (PU-PH) *Surnombre*  
SALAS Sébastien (PU-PH)  
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
DODDOLI Christophe (PU-PH)  
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
MACE Loïc (PU-PH)  
THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)  
GRISOLI Dominique (MCU-PH)  
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
AMABILE Philippe (PU-PH)  
BARTOLI Michel (PU-PH)  
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
PIQUET Philippe (PU-PH)

SARLON-BARTOLI Gabrielle (MCU PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

GRILLO Jean-Marie (PU-PH) *Surnombre*  
LEPIDI Hubert (PU-PH)

ACHARD Vincent (MCU-PH) *disponibilité*  
PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENERELOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

**PIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601**

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
BOYER Laurent (PU-PH)  
CHABOT Jean-Michel (PU-PH)  
GENTILE Stéphanie (PU-PH)  
SAMBUC Roland (PU-PH) *Surnombre*  
THIRION Xavier (PU-PH)

DELPERO Jean-Robert (PU-PH)  
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
SEBAG Frédéric (PU-PH)  
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
BIRNBAUM David (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

GUYSS Jean-Michel (PU-PH)  
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
LAUNAY Franck (PU-PH)  
MERROT Thierry (PU-PH)  
VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,**

**RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004**

CASANOVA Dominique (PU-PH)  
LEGRE Régis (PU-PH)

HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
BERNARD Jean-Paul (PU-PH)  
BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH)  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)  
SEITZ Jean-François (PU-PH)  
VITTON Véronique (PU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
KRAHN Martin (PU-PH)  
LEVY Nicolas (PU-PH)  
MONCLA Anne (PU-PH)  
SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

NGYUEN Karine (MCU-PH)  
TOGA Caroline (MCU-PH)  
ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
BOUBLI Léon (PU-PH)  
BRETELLE Florence (PU-PH)  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
COURBIERE Blandine (PU-PH)  
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
D'ERCOLE Claude (PU-PH)



BERBIS Julie (MCU-PH)  
LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)  
TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)

**IMMUNOLOGIE 4703**

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
OLIVE Daniel (PU-PH)  
VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
ROBERT Philippe (MCU-PH)  
VELY Frédéric (MCU-PH)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
PAROLA Philippe (PU-PH)  
STEIN Andréas (PU-PH)

MILLION Matthieu (MCU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU  
VIEILLISSEMENT ; MEDECINE GENERALE ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
DISDIER Patrick (PU-PH)  
DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
*FRANCES Yves (PU-PH) Surnombre*  
GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
ROSSI Pascal (PU-PH)  
SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

EBBO Mikael (MCU-PH)

GENTILE Gaëtan (MCF Méd. Gén. Temps plein)

ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)  
FILIPPI Simon (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps)  
CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)  
GUIDA Pierre (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)

**NUTRITION 4404**

DARMON Patrice (PU-PH)  
RACCAH Denis (PU-PH)  
VALERO René (PU-PH)

*ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité*  
BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)  
SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DENIS Danièle (PU-PH)  
HOFFART Louis (PU-PH)  
MATONTI Frédéric (PU-PH)  
*RIDINGS Bernard (PU-PH) Surnombre*

**HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701**

BLAISE Didier (PU-PH)  
COSTELLO Régis (PU-PH)  
CHIARONI Jacques (PU-PH)  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
LOOSVELD Marie (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

LEONETTI Georges (PU-PH)  
PELISSIER/ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

BARTOLI Christophe (MCU-PH)  
TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
VITON Jean-Michel (PU-PH)

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)  
SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

**NEPHROLOGIE 5203**

*BERLAND Yvon (PU-PH) Surnombre*  
BRUNET Philippe (PU-PH)  
BURTEY Stéphanne (PU-PH)  
DUSSOL Bertrand (PU-PH)  
JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)  
MOAL Valérie (PU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)  
FUENTES Stéphane (PU-PH)  
REGIS Jean (PU-PH)  
ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)  
SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)  
GRAILLON Thomas (MCU PH)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)  
AUDOIN Bertrand (PU-PH)  
AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)  
CECCALDI Mathieu (PU-PH)  
EUSEBIO Alexandre (PU-PH)  
FELICIAN Olivier (PU-PH)  
PELLETIER Jean (PU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)  
POINSO François (PU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)  
 FAKHRY Nicolas (PU-PH)  
 GIOVANNI Antoine (PU-PH)  
 LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)  
 NICOLLAS Richard (PU-PH)  
 TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

DEVEZE Arnaud (MCU-PH) *Disponibilité*

REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**

DESSEIN Alain (PU-PH) *Surnombre*

CASSAGNE Carole (MCU-PH)  
 L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)  
 MARY Charles (MCU-PH)  
 RANQUE Stéphane (MCU-PH)  
 TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)  
 CHAMBOST Hervé (PU-PH)  
 DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)  
 GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)  
 MICHEL Gérard (PU-PH)  
 MILH Mathieu (PU-PH)  
 REYNAUD Rachel (PU-PH)  
 SARLES Jacques (PU-PH)  
 TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)  
 FABRE Alexandre (MCU-PH)  
 OUDIN Claire (MCU-PH)  
 OVAERT Caroline (MCU-PH)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903**

BAILLY Daniel (PU-PH)  
 LANCON Christophe (PU-PH)  
 NAUDIN Jean (PU-PH)

**CHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16**

AGHABABIAN Valérie (PR)

**RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)  
 CHAGNAUD Christophe (PU-PH)  
 CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)  
 GIRARD Nadine (PU-PH)  
 GORINCOUR Guillaume (PU-PH)  
 JACQUIER Alexis (PU-PH)  
 MOULIN Guy (PU-PH)  
 PANUEL Michel (PU-PH)  
 PETIT Philippe (PU-PH)  
 VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)  
 VIDAL Vincent (PU-PH)

**REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802**

GAINNIER Marc (PU-PH)  
 GERBEAUX Patrick (PU-PH)  
 PAPAIZIAN Laurent (PU-PH)  
 ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

**RHUMATOLOGIE 5001**

GUIS Sandrine (PU-PH)  
 LAFFORGUE Pierre (PU-PH)  
 PHAM Thao (PU-PH)  
 ROUDIER Jean (PU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)  
 FAUGERE Gérard (PU-PH) *Surnombre*  
 MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)  
 SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)  
 VALLI Marc (MCU-PH)

**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

**PHYSIOLOGIE 4402**

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)  
 BREGEON Fabienne (PU-PH)  
 MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)  
 TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)  
 BONINI Francesca (MCU-PH)  
 BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)  
 DADOUN Frédéric (MCU-PH) (*disponibilité*)  
 DEL VOLGO/GORI Marie-José (MCU-PH)  
 DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)  
 GABORIT Bénédicte (MCU-PH)  
 REY Marc (MCU-PH)

LIMERAT/BOUDOURESQUE Françoise (MCF) (40ème section) Retraite 1/5/2018  
 RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)  
 STEINBERG Jean-Guillaume (MCF) (66ème section)  
 THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

ASTOUL Philippe (PU-PH)  
 BARLESI Fabrice (PU-PH)  
 CHANEZ Pascal (PU-PH)  
 CHARPIN Denis (PU-PH) *Surnombre*  
 GREILLIER Laurent (PU PH)  
 REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

MASCAUX Céline (MCU-PH)

TOMASINI Pascale (Maitre de conférences associé des universités)

**THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804**

AMBROSI Pierre (PU-PH)  
 BARTOLIN Robert (PU-PH) *Surnombre*  
 VILLANI Patrick (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

**UROLOGIE 5204**

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
 KARSENTY Gilles (PU-PH)  
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
 ROSSI Dominique (PU-PH)

## Remerciements

Aux membres du jury.

**A Madame le Professeur Nadine Girard**, merci de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse, de m'avoir aidée et guidée pour ce travail ; je vous remercie de m'avoir fait partager votre passion pour la neuroradiologie dès mon premier semestre.

Soyez assurée de ma reconnaissance et de mon profond respect.

**A Madame le Professeur Kathia Chaumoitre**, merci pour la qualité de vos enseignements radiologiques, votre implication et vos précieux conseils universitaires. J'ai été extrêmement sensible à votre grande disponibilité et à la pertinence de vos conseils.

Travailler à vos côtés est un plaisir et poursuivre mon post internat dans votre service sera un honneur.

Soyez assurée de ma reconnaissance et de mon immense respect.

**A Monsieur le Professeur Michel Panuel**, vous me faites l'honneur de siéger dans mon jury de thèse et j'en suis touchée.

J'ai eu la chance de passer une année à vos côtés et votre dévouement pour l'enseignement et vos compétences suscitent mon admiration et mon respect.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon immense respect.

**A Monsieur le Professeur Stéphane Fuentes**, merci de me faire l'honneur de juger mon travail de thèse, votre savoir-faire chirurgical et votre expertise sont une référence.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de ma considération.

**A Monsieur le Docteur Hervé Brunel**, merci de la confiance que tu m'as accordée en me confiant cette étude. Merci de m'avoir guidée dans ce travail tout en m'ayant laissé le choix d'avancer comme je le voulais. Travailler avec quelqu'un d'aussi passionné et brillant que toi m'a beaucoup appris.

Sois assuré de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A tous les radiologues qui ont participé à ma formation au cours de mon internat :

A tous mes maîtres d'internat,

- **Pr Charles Arteaga**, merci pour votre gentillesse et votre accueil à Toulon.
- **Pr Jean Michel Bartoli**, merci pour votre dynamisme et votre motivation exemplaire, merci d'avoir su rester à l'écoute de vos internes.
- **Pr Isabelle Brenot-Rossi**, merci pour votre accueil ces 6 mois en médecine nucléaire.
- **Pr Christophe Chagnaud** et **Pr Guy Moulin**, merci pour la qualité de vos enseignements.
- **Pr Pierre Champsaur** et **Pr Thomas Le Corroller**, merci pour votre bienveillance et vos enseignements.
- **Pr Stéphane Garcia**, merci de m'avoir accueillie avec autant de gentillesse, au plaisir de retravailler avec vous à l'hôpital Nord.
- **Pr Guillaume Gorincour**, merci pour ta disponibilité et ton enseignement.
- **Pr Philippe Petit**, merci pour la qualité de votre enseignement
- **Pr Vincent Vidal**, **Pr Alexis Jacquier** et **Pr Jean-Yves Gaubert**, merci pour votre enseignement et disponibilité dans le service.
- **Pr Arthur Varoquaux**, merci pour ta disponibilité, ta bonne humeur, la qualité de ton enseignement et encore merci pour ta précieuse aide dans ce travail (peut être une future aide dans la réalisation de kileloop ?).

A tous mes aînés grâce à qui j'ai autant appris durant l'internat,

Merci à **Philippe Dory-Lautrec**, mon tout premier chef de radiologie, merci pour ton investissement personnel dans ce travail qui n'aurait jamais été ce qu'il est aujourd'hui.

Merci à toute l'équipe médicale et para médicale de Sainte Anne avec une mention particulière à **Delphine Caudal** qui me manque beaucoup.

Merci aux chefs de Nord, que je vais bientôt rejoindre avec grand plaisir :

**Caroline Prost** merci pour ta gentillesse et ton enseignement. Tes connaissances et ta passion en radiologie sont un modèle pour moi.

**Florence Rodriguez** quel plaisir de savoir que je vais apprendre à tes côtés, avec la bonne humeur le sourire qui te caractérisent.

**Stéphanie Coze** heureusement que tu es là pour rattraper mes bêtises, j'ai hâte de venir travailler avec toi.

**David Chemouni, Jérôme Soussan et Simon Ravaud**, merci pour votre gentillesse et bienveillance.

Merci aux chefs de Sainte Marguerite grâce à qui infiltrations et arthros n'ont plus (ou presque) de secrets pour moi : **Marion Barthellemy, Thomas Boussemart, Benjamin Coquart et Daphné Guenoun.**

Merci à l'équipe du BMT : **Guillaume Louis** avec qui j'ai partagé 3 mois de dig, **Pascale Siles** qui m'a énormément appris en imagerie de la femme ainsi que **Valérie Juhan, Dominique Bouscarle et Lorena Thuillier.**

Merci à l'équipe de l'IPC qui m'a transmis la passion de l'imagerie de la femme : **Aurélié Jalaguier, Rim Villard et Béatrice Delarbre.** Béa plus qu'une chef tu es désormais une amie, j'ai énormément appris à tes côtés, toujours dans la bonne humeur et en échangeant des conseils mode (sac chanel ???)

Merci aux assistants lors de mes choix d'internes avec qui j'ai partagé la passion de la radiologie mais également celle des « potins » ; **Alice Leforestier, Annabelle Dixit, Anaïs Grob** (sans oublier le « i »), **Claire Falque, Pierre-Antoine Barral, Karim Rouabah, Rémi Fernandez, Nassima Daidj et Jean Izaaryene.**

Merci également aux autres chefs avec qui je n'ai pas eu la chance de travailler en dehors des gardes mais que j'apprécie énormément : **Gilles Brun, Anthony Reyre, Elsa Chetrit, Julien Vaccaro, Aurélié Dehaene, Chloé Gaudon, Philippe Souteyrand, Eva Beschmout, Elodie Santiago, Sarah Pagliano, Alexia Dabadie, Alice Tavano.**

A mes co-internes et amis :

Je suis obligée de commencer par les glisseurs, sans vous l'internat de radiologie n'aurait pas été aussi fun :

**Alex**, mon ami, mon confident, depuis le début, on a commencé cet internat ensemble ; je suis très touchée de le clôturer à tes côtés.

**Charlotte**, pionnière des glisseurs, mais soyons honnête plutôt des potins et des

soirées, merci pour ta joie de vivre et ta folie qui me sont maintenant essentielles.

**Dara**, toujours plein d'enthousiasme d'entrain et de générosité, j'aurais aimé avoir le plaisir de partager un stage avec toi.

**Clem**, je me rappelle encore des nos fous rires dans le train au retour de Paris, hâte de te rejoindre sur les spots de kite, d'ici quelques semaines j'espère.

**Lisa**, toujours le petit mot pour faire plaisir, merci à toi et heureuse d'avoir partagé ce DU avec toi sur Paris qui nous a pas mal rapprochées.

**François**, Pierre Richard, à nous deux le potentiel « râleur » est à son summum mais quoi qu'il en soit tu n'es jamais le dernier à glisser au red et à nous faire autant rire.

**Poupou**, je me rappelle des longues vacances au scanner des urgences de Nord à refaire le monde (« confessions intimes »)

**Rob**, toujours à la recherche de solutions et de « beaux dossiers » mais aussi des spots de surf parfaits, ton ambition et ta volonté sont des qualités qui m'ont toujours épatées.

**Axel**, je me rappelle de ces parties de contré endiablées et de ces quizz interminables, merci d'être toujours aussi vrai.

**Le touat**, de premier apparence « nonchalante » j'ai vraiment découvert quelqu'un de généreux, calme et apaisant et surtout pas le dernier pour finir au Trolley.

**Pierre**, on a commencé l'aventure de l'internat ensemble, j'ai beaucoup aimé travailler avec toi, toujours dans l'efficacité et la bonne humeur.

**La bourach** et **Paul**, de ma promo avec qui j'ai tissé des liens d'amitié.

Mention particulière pour **Justine** et **Chloé**, le binôme infernal.

A ceux d'entre vous qui étaient au Portugal, « multobrigado sorbet citron ! »

**Ugo** toujours le petit mot encourageant, j'admire tes compétences en radiologie, j'ai hâte de venir travailler avec toi.

**Basile**, on n'a pas partagé de stage ensemble mais on va commencer l'aventure de l'assistantat dans peu de temps, je suis très heureuse de travailler avec toi ces deux prochaines années.

A tous les co internes avec qui j'ai partagé plusieurs mois de travail : **Laure, Geoffrey, Séb, Florence, Pouf, Solène, Melinda, Marie, Samia, Paul, Maxime, Mathieu,**

**Micka, Christopher, Mathias, Ahmed, Ammar...**

Aux autres internes que j'ai croisé ou vu en garde : **Firdaouss, Capucine, Antoine, Thomas, Margaux, Kwatar, Aurélie, Estelle, Lilia, Rémi, Benoit, Thomas...**

Petite dédicace aux internes d'anapath, « gros » **Hugo**, merci pour ta bonne humeur et ta précieuse aide en anapath, ma petite **Auré** la polio et son éternel joie de vivre, à « petit » **Hugo** et **GG**.

**Alix**, ma Niçoise préférée, tu m'as énormément aidé pour ce travail en me donnant tes précieux conseils, j'ai adoré travaillé avec toi, mais aussi venir te voir sur Nice et Monaco, j'espère te revoir vite.

**René**, j'ai beaucoup aimé le semestre passé avec toi, j'espère qu'on aura plusieurs occasions de se voir.

Je remercie les équipes du service de radiologie du CHU : manipulateurs, techniciens, aides soignants, secrétaires, sans qui nous pourrions travailler, avec qui je me suis liée d'amitié et qui m'ont offert de franche rigolade.

A mes amis,

Mes amis de l'externat, **Constance, Matthieu et Anne**, même si la distance nous éloigne, on a partagé énormément de choses ensemble j'espère vous revoir vite.

**Marie**, ma marie ; j'aime ta joie de vivre et ton éternel optimisme, tu trouves toujours les mots justes pour apaiser les peines et les angoisses. Tu es sans doute une de mes plus belles rencontres à Marseille.

Je te souhaite plein de bonheur bien mérité avec Valentin.

**Donna**, merci pour l'énorme soutien que tu m'as apporté dans ce travail, merci d'être cette personne authentique, joyeuse, généreuse et de confiance.

A nos conversations et fous rires incessants sur les transats du bistrot plage et dans peu de temps à nos bords au planning « comme des folles » dans la rade de Marseille.

A mes amis d'enfance, aujourd'hui la distance nous a séparé mais tout reste intact lorsque je vous retrouve : **Guillaume, Max, Guilhem, Laurent, Mathilde et Charlotte.**

A tous les amis rencontrés sur Marseille,

**La Bouchat, Ugo, Marie, Pierro le fou, Sylvie, Cyrille, Anne Laure, Carine, Nassim, France, Laure, Thomas, Pauline, Hortense ...** J'adore tous les moments que l'on passe ensemble.

A la famille **Eisinger** (on va éviter les fautes) avec une mention toute particulière pour **Sophie** (alias VSE1.2) sans qui l'article en anglais n'aurait jamais pu exister, merci !

A ma famille que j'aime tant,

Je remercie mes parents :

**Danielle et Bertrand**, qui m'ont transmis l'envie de faire ces études et toujours soutenu dans ce long périple. Merci pour tout : votre confiance, votre amour inconditionnel et aide au quotidien. C'est uniquement grâce à vous que j'en suis arrivé là et je vous en serai éternellement reconnaissante.

« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »

Ma petite sœur **Manon**, tu as toujours été là pour moi, les années passent et on se rapproche de plus en plus. Dans quelques mois ce sera ton tour, je suis fière de toi et de ce que tu es devenue, sincèrement.

Merci à **Julien** pour tes précieux conseils mais surtout de rendre Manon aussi heureuse.

A **mes grands mères**, qui malheureusement ne pourront être là aujourd'hui, je pense bien à vous.

A **mes grands pères et mon arrière grand mère**, toujours présents dans nos cœurs.  
A mes **cousins, cousines, oncles et tantes.**



A **Jean-Vincent**, mon rayon de soleil, merci pour ton immense soutien durant la préparation de ce travail. Merci d'être cette personne drôle, intelligente, et attentionnée qui croit autant en moi. Tu me rends si heureuse au quotidien et me fait partager autant de passion qui sont maintenant miennes.

Pour tout, merci « *Gs da* ».

A la famille **Zink**, je vous remercie de m'avoir accueillie parmi vous. Votre soutien est très important.

A tous ceux que j'ai pu oublier, sans le vouloir,

## Table des matières

<b>ABREVIATIONS</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
1.1 Généralités.....	2
<b>2 MATERIEL ET METHODES</b> .....	<b>6</b>
2.1 Patients.....	6
2.2 Techniques IRM et ARM .....	7
2.3 Techniques de l'artériographie .....	8
2.4 Analyse des images .....	8
2.5 Analyse statistique.....	11
<b>3 RESULTATS</b> .....	<b>12</b>
3.1 Analyse descriptive IRM .....	12
3.2 Concordance ARM et artériographie dans le diagnostic positif de fistule .....	12
3.3 Concordance ARM et artériographie dans le diagnostic topographique de la fistule et de l'AAK (Groupe FAVDR +).....	14
3.4 Durée des examens et exposition aux radiations ionisantes en artériographie.....	15
3.5 Autres constatations .....	17
3.6 Echec et complications au décours des deux modalités diagnostiques.....	18
<b>4 DISCUSSION</b> .....	<b>20</b>
4.1 Détection de la fistuleurale : données IRM et ARM.....	21
4.2 Considérations techniques.....	23
4.3 Analyse de l'AAK .....	24
4.4 Implications pour la prise en charge des patients avec suspicion de fistule.....	25
4.5 Biais de l'étude.....	26
<b>5 CONCLUSION</b> .....	<b>27</b>
<b>6 ARTICLE SCIENTIFIQUE</b> .....	<b>28</b>
INTRODUCTION.....	30
MATERIALS AND METHODS .....	31
DISCUSSION .....	36
CONCLUSION.....	40
FIGURES AND DATA .....	41
<b>7 REFERENCES</b> .....	<b>48</b>
<b>8 ANNEXES</b> .....	<b>51</b>

## **ABREVIATIONS**

**FAVDR** : Fistule Artério Veineuse Durale Rachidienne

**FAV périmédullaire** : Fistule Artério Veineuse péri médullaire

**MAV intra médullaire** : Malformation Artério Veineuse intra médullaire

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**ARM** : Angio-IRM

**TR** : Temps de Répétition

**TE** : Temps d'Echo

**FOV** : Field Of View

**AAK** : Artery d'Adamkiewicz

**ASA** : Artère Spinale Antérieure

**RIS** : Radiology Information System

**PACS** : Picture Archiving and Communication System

**MIP** : Maximum Intensity Projection

**MPR** : Multi-Planar Reconstruction

# 1 INTRODUCTION

La fistule artério-veineuse durale rachidienne (FAVDR) correspond à un shunt unique entre une artère épidurale (dans la majeure partie des cas une artère radiculo-méningée) et une veine épidurale et/ou péri médullaire se drainant à contre courant [1]. Elle est différenciée des malformations artério veineuses qui sont caractérisées par l'existence d'un nidus.

L'examen de référence pour diagnostiquer une FAVDR est l'artériographie médullaire, examen invasif et de réalisation technique parfois délicate.

L'IRM médullaire classique n'est pas un examen performant et manque de spécificité dans l'exploration des malformations vasculaires intra canalaire. En revanche, l'ajout de séquences d'angio-IRM (ARM) avec injection de produit de contraste, notamment sur des machines à haut champ (3T), est une avancée importante pour rechercher une FAVDR.

Notre étude rétrospective porte sur 35 patients suspects de FAVDR explorés par ARM et artériographie médullaire.

Nous avons trois objectifs :

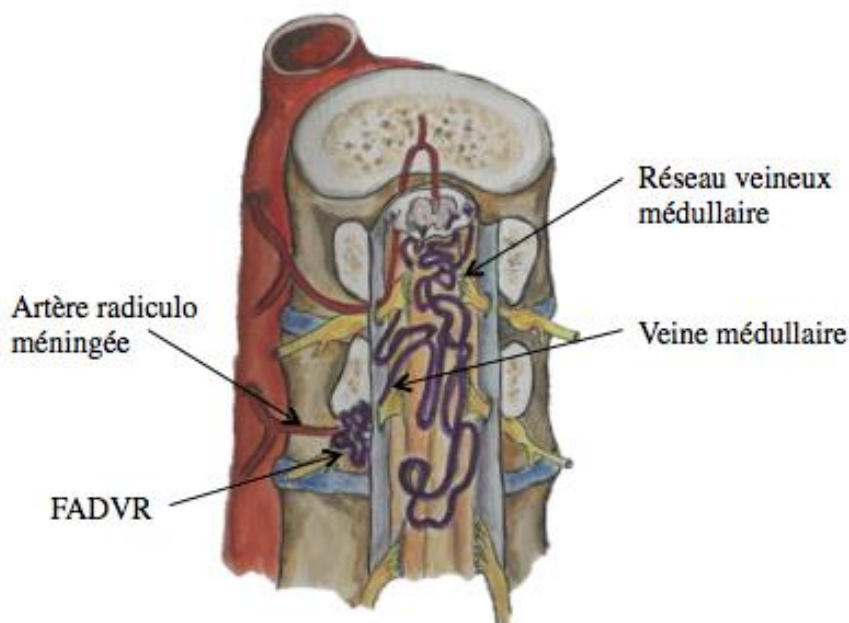
L'objectif primaire est de déterminer la sensibilité, la spécificité et l'utilité de l'ARM dans le diagnostic positif de FAVDR.

Les deux objectifs secondaires sont d'étudier la valeur de l'ARM dans la détermination du niveau et du côté de la fistule ainsi que la localisation de l'artère d'Adamkiewicz (AAK) et enfin d'étudier l'impact des données ARM sur la durée et la dose délivrée en artériographie.

## 1.1 Généralités

La FAVDR est une pathologie rare, dont le diagnostic est difficile [1]. C'est la malformation la plus fréquente parmi les malformations vasculaires médullaires (70 à 80%), diagnostiquée le plus souvent entre la quatrième et sixième décennie de vie, avec un ratio homme-femme estimé à 5 [2].

Le shunt artério-veineux est situé à l'intérieur de la dure-mère, en regard du foramen intervertébral. Ce dernier est alimenté par une artère radiculaire (sans participation d'artère médullaire) et associé à un drainage veineux situé à la surface dorsale de la moelle épinière au sein d'une veine radiculaire refluant dans les veines médullaires [4] (**Figure 1**).



**Figure 1 : Représentation d'une FAVDR**

Le shunt artério-veineux est alimenté par l'artère radiculo-méningée. La fistule se draine par une veine médullaire intra-durale et provoque une dilatation du réseau veineux médullaire.

La classification des malformations artério-veineuses est basée sur des différences anatomiques dans la localisation du shunt artério-veineux par rapport à la moelle épinière ou au tube neural [5]. L'une des classifications les plus largement utilisées est celle d'Anson et Spetzler en 1992 et regroupe ces lésions en 4 catégories [3] (**Tableau 1**):

- les fistules artério-veineuses dures (type I),
- les malformations artério-veineuses intramédullaires (type II),
- les malformations artério-veineuses intramédullaires, de type juvénile avec parfois une participation extra-médullaire, voire extra-durale (type III),
- les fistules artério-veineuses intra-durales extra-médullaires (type IV).

Type	Description
I	FAVDR
A	1 branche afférente
B	2 branches afférentes
II	MAV intra médullaire
III	Malformation juvénile/métamérique
IV	FAV péri médullaire
A	Fistule unique
B	Fistules multiples, flux intermédiaire
C	Fistules multiples

**Tableau 1** :Classification d'Anson et Spetzler [3]

L'évolution clinique des FAVDR est lente et progressive [6]. Initialement, les symptômes sont souvent non spécifiques tels que douleurs diffuses, paresthésies, faiblesse musculaire, troubles de la marche et dysesthésies [7]. Le diagnostic repose donc sur l'imagerie. Il est posé en moyenne entre 10 et 15 mois après le début des symptômes [8].

L'étiologie exacte des FAVDR est inconnue. La plupart des patients sont symptomatiques à l'âge moyen, suggérant une maladie acquise [6], notamment post-traumatique, inflammatoire ou thrombotique [29].

En revanche, les conséquences d'une FAVDR sont mieux connues. En effet, la diminution du gradient artério veineux et l'augmentation chronique de la pression veineuse sont responsables d'une vasodilatation des veines intra médullaires et d'une congestion veineuse intramédullaire [6]. Cette congestion, conduit à une hypoxie chronique et à terme à une myélopathie progressive [16], expliquant la symptomatologie des patients.

Sur le plan de l'imagerie, l'angiographie médullaire avec cathétérisme artériel sélectif est la seule technique fiable actuellement pour le diagnostic positif et la caractérisation pré-thérapeutique de ces malformations vasculaires. Elle est considérée comme « gold standard » [9].

En IRM, le signe indirect principal de FAVDR est la présence d'un œdème médullaire en hypersignal T2. Les séquences pondérées T2 peuvent montrer comme signes directs les « flow voids » (vides de signaux) veineux intraduraux, à prédominance postérieure, le long de la moelle épinière en lien avec la vasodilatation et le ralentissement du flux veineux des veines médullaires [7,10]. Les séquences d'ARM ont été décrites par plusieurs auteurs comme performantes pour identifier et localiser directement le site de la fistule [11-13].

Le traitement des FAVDR repose sur l'occlusion complète du shunt artério-veineux soit par voie endovasculaire, soit par voie chirurgicale. Actuellement, le meilleur mode de prise en charge n'est pas établi nécessitant une approche multidisciplinaire (discutée en fonction du terrain, de la topographie de la fistule et de l'afférence commune ou non avec l'artère d'Adamkiewicz) [14]. Quoiqu'il en soit, l'embolisation est une technique moins invasive que la chirurgie avec un faible risque de complications. Elle bénéficie de progrès techniques amenant à effectuer des traitements de plus en plus souvent complets [15]. En revanche, elle est contre-indiquée quand la fistule a une afférence commune avec l'artère spinale antérieure [5,15].

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Patients

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique (Hôpital Timone, CHU Marseille) de 2010 à 2017 basée sur les données du RIS (Radiology Information System) des patients suspects de FAVDR ayant bénéficiés d'une ARM médullaire puis d'une angiographie.

Nous avons inclus 35 patients (28 hommes et 7 femmes) qui avaient une suspicion clinique de fistule durale dans 13 cas et radiologique (IRM) dans 22 cas.

Dans notre cohorte, nous avons identifié un groupe pour lequel l'artériographie a confirmé le diagnostic de fistule durale (groupe FAVDR+, n=20) et un groupe pour lequel l'artériographie ne trouvait pas de fistule (groupe FAVDR-, n=15).

L'âge moyen était de 63 ans [37-80]. L'intervalle entre l'ARM et l'artériographie diagnostique variait de quelques heures à 3 mois.

Les examens d'imagerie des patients étaient disponibles sous format numérique dans le PACS (Picture Archiving and Communication System) de l'établissement.

Les caractéristiques des patients sont résumées dans le **Tableau 2**.



N° inclusion	Age/Sexe	Date Angio-IRM	Type Angio-IRM	Date Artériographie
1	61/F	26/01/2010	1.5T Siemens Symphony	02/02/2010
2	78/M	22/02/2010	1.5T Siemens Symphony	27/02/2010
3	54/F	08/05/2010	1.5T Siemens Symphony	17/05/2010
4	46/M	24/05/2011	1.5T Siemens Symphony	24/05/2011
5	69/M	25/01/2012	1.5T Siemens Symphony	29/02/2012
6	75/F	06/03/2012	1.5T Siemens Symphony	14/06/2012
7	65/M	07/03/2012	1.5T Siemens Symphony	09/03/2012
8	65/M	02/04/2012	1.5T Philips Achieva	04/04/2012
9	42/M	04/04/2012	1.5T Philips Achieva	04/04/2012
10	71/M	05/04/2012	1.5T Philips Achieva	06/04/2012
11	67/M	21/06/2012	1.5T Philips Achieva	22/06/2012
12	80/M	03/08/2012	3T Siemens Skyra	08/08/2012
13	45/F	21/11/2012	1.5T Philips Achieva	28/01/2013
14	70/M	11/03/2013	1.5T Philips Achieva	22/03/2013
15	50/M	18/06/2013	1.5T Siemens Symphony	19/06/2013
16	42/F	20/07/2013	3T Siemens Skyra	09/08/2013
17	75/M	29/12/2013	1.5T Siemens Symphony	31/12/2013
18	62/M	15/01/2014	3T Siemens Skyra	31/10/2014
19	72/M	15/01/2014	1.5T Philips Achieva	22/01/2014
20	38/F	07/06/2014	1.5T Siemens Symphony	22/07/2014
21	70/F	31/01/2015	1.5T Siemens Aera	09/02/2015
22	62/M	16/02/2015	3T Siemens Skyra	16/02/2015
23	74/M	13/07/2015	1.5T Siemens Aera	15/07/2015
24	37/M	24/07/2015	1.5T Siemens Aera	29/07/2015
25	65/M	26/07/2015	3T Siemens Skyra	27/07/2015
26	61/M	21/08/2015	1.5T Siemens Area	27/08/2015
27	74/M	22/01/2016	3T Siemens Skyra	22/01/2016
28	77/F	04/04/2016	1.5T Philips Achieva	21/04/2016
29	65/M	21/03/2017	3T Siemens Spectra	21/03/2017
30	52/M	01/04/2017	1.5T Siemens Area	04/04/2017
31	72/M	15/06/2017	3T Siemens Skyra	22/06/2017
32	57/M	17/07/2017	1.5T Siemens Aera	19/07/2017
33	76/M	17/08/2017	3T Siemens Skyra	31/10/2017
34	51/M	19/08/2017	3T Siemens Skyra	20/08/2017
35	78/M	11/12/2017	3T Siemens Skyra	11/12/2017

**Tableau 2.** Caractéristiques de l'échantillon

## 2.2 Techniques IRM et ARM

Les IRM étaient réalisées sur des machines 1,5T Tesla dans 68% des cas (n=24) et 3T dans 31% des cas (n=11).

Toutes les IRM comprenaient des séquences de base en pondération T1 et T2 dans un plan sagittal, une ARM et une acquisition en pondération T1 après injection de gadolinium dans un plan sagittal. Chez 62% des patients (n=22) une acquisition sagittale T2 de type STIR a été réalisée. Une séquence sagittale en pondération de diffusion a aussi été réalisée chez 11% (n=4) des patients.

En ce qui concerne les ARM, les paramètres étaient les suivants :

- IRM 1.5T (Siemens Area), TR = 4,89, TE = 1.69, angle de bascule = 25°, matrice 640 x 520 et une épaisseur de coupe de 0,7 mm.
- IRM 1.5T (Philips Achieva), TR = 4,67, TE = 1.5, angle de bascule = 30°, matrice 512 x 512 et une épaisseur de coupe de 1,2 mm.
- IRM 1.5 T (Siemens Symphony) TR = 4,3, TE = 1.43, angle de bascule = 30°, matrice 384 x 259 et une épaisseur de coupe de 0,8 mm.
- IRM 3T (Siemens Skyra), TR = 5,14, TE = 1,76, angle de bascule = 25°, matrice 640 x 520 et une épaisseur de coupe de 0,7 mm.

Des acquisitions sans injection (masque), artérielles et veineuses ont été réalisées. L'injection de produit de contraste (0,1 mmol/kg, Acide gadotérique, Dotarem, Guerbet, France) a été faite à un débit de 2 ml/s.

### **2.3 Techniques de l'artériographie**

L'angiographie médullaire a été réalisée chez tous les patients, par abord fémoral, sous anesthésie locale, sur table Philips (PHILIPS ALLURA).

L'examen comprenait des injections manuelles sélectives de produit de contraste iodé dans les artères lombaires et intercostales (VISIPAQUE®, Iodixanol, GE healthcare). Si nécessaire, des injections supplémentaires dans les deux artères vertébrales, les artères costocervicales, les troncs thyrocervicaux et les artères iliolumbaires ont été rajoutées. Une fois la fistule identifiée, des vues obliques et latérales petit champ ont été ajoutées afin de mieux étudier l'anomalie. Dans tous les cas, l'AAK a été identifiée en cours de procédure.

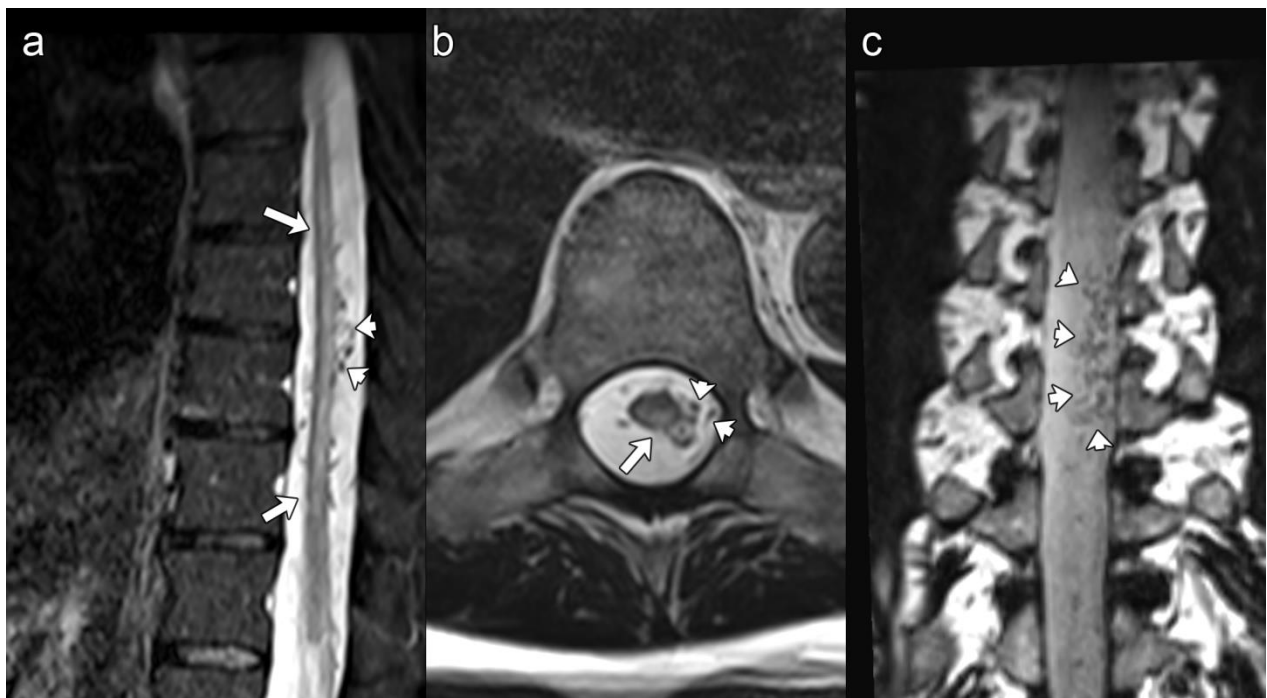
### **2.4 Analyse des images**

L'ensemble des données des patients (données cliniques et images DICOM) a été anonymisé avant analyse.

Les images d'IRM ont été analysées par deux radiologues, en aveugle : un ayant une expérience neuroradiologique (Observateur S) et un radiologue junior (Observateur J). Une deuxième lecture IRM a été faite par le lecteur junior 3 mois après la première lecture afin d'évaluer la variabilité intra-observateur et un éventuel effet d'apprentissage. Les examens ont été analysés sur les séquences natives puis reconstruites en MIP et MPR sur console de reconstruction dédiée.

L'IRM a été interprétée selon une grille de lecture avec les critères suivants (présents ou absents) (**Fig. 2**) :

- œdème médullaire avec évaluation de son étendue,
- « flow voids »
- élargissement du cône médullaire
- dilatation des vaisseaux péri-médullaires en ARM



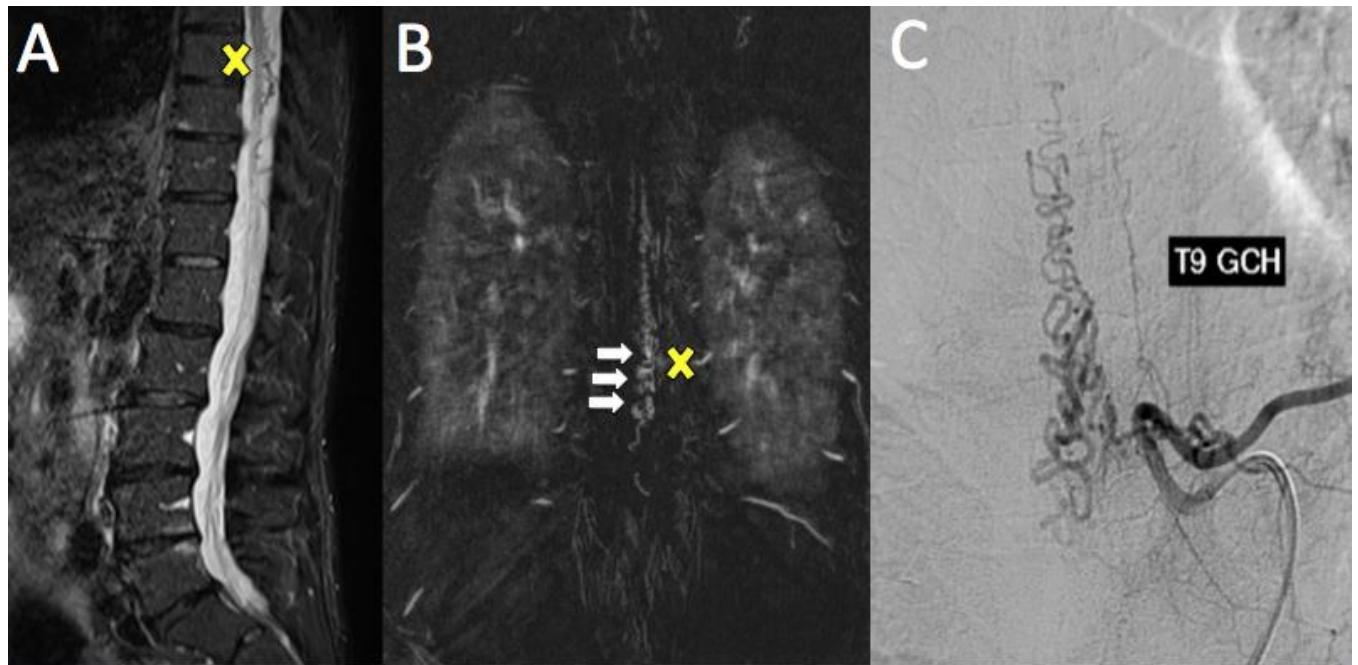
**Figure 2. Caractéristiques IRM de la fistule durale**

A. Coupe sagittale en pondération T2 : hypersignal T2 intra médullaire correspondant à l'œdème médullaire (flèches blanches) et vides de signaux T2 péri médullaires correspondants aux veines dilatées tortueuses (têtes de flèches blanches)

B. Coupe axiale T2 : œdème centro médullaire (flèche blanche) et dilatation en hyposignal T2 des veines péri médullaires (têtes de flèches noires)

C. Coupe coronale T2 : dilatation tortueuse des veines péri médullaires en hyposignal T2, (têtes de flèches blanche).

Il été ensuite demandé aux radiologues de dire s'ils retenaient le diagnostic de FAVDR sur l'IRM (peu probable/très en faveur), de donner le niveau de la fistule durale et son coté (**Fig. 3**) et de rechercher si l'AAK était visible. Ces résultats ont été confrontés et vérifiés sur l'artériographie (gold standard).



**Figure 3 : Corrélation entre angio-IRM médullaire (A et B) et artériographie (C) dans le repérage du niveau de la fistule durale.**

A. IRM en coupe sagittale STIR : Repérage du niveau lésionnel en correspondance avec l'angio-IRM (croix jaune)

B. ARM en coupes coronales : Dilatation des veines péri médullaire (flèche pleine) avec localisation du niveau de l'artère afférente (croix jaune)

C. Artériographie : Corrélation avec l'artériographie confirmant le diagnostic de fistule durale et le niveau topographique.

La qualité de l'IRM a été cotée en 3 catégories : ininterprétable (score = 0), moyenne (score = 1) et bonne (score = 2).

Nous avons établi un score de qualité de l'image, et l'avons comparé aux machines sur lesquelles les examens étaient réalisés (IRM 1.5T/IRM 3T).

Sur le plan artériographique, les durées d'examen en artériographie hors installation du patient ont été recueillies à partir des données DICOM. Les valeurs dosimétriques en artériographie étaient toutes répertoriées dans les comptes rendus.

## **2.5 Analyse statistique**

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide d'un logiciel R Statistiques version 3.3.0.

Pour tous les tests, les valeurs de  $p < 0,05$  ont été considérées comme indiquant une signification statistique.

Les variables quantitatives sont présentées en tant que moyennes  $\pm$  écart-types, et les variables catégorielles en pourcentage. Le test t de Student a été utilisé pour comparer la différence significative entre la dose de rayonnement et la durée de la procédure. Le test exact de Fisher a été utilisé pour comparer le score de qualité de l'ARM.

La reproductibilité intra-observateur a été évaluée en utilisant le CCI (intervalle du CCI: 0,00 à 1,00, les valeurs plus proches de 1,00 représentent une meilleure reproductibilité).

Les interprétations des ICC ont été classées en sous-groupes selon Landis et Koch (1977): 0.0-0.20, très faible reproductibilité; 0,21-0,40, faible reproductibilité; 0,41-0,60, reproductibilité modérée; 0,61-0,80, reproductibilité significative; 0,81-1,00, reproductibilité presque parfaite.

### **3 RESULTATS**

#### **3.1 Analyse descriptive IRM**

Concernant la qualité technique des IRM, sur un total de 35 IRM :

- Aucune n'a été jugée comme ininterprétable
- 17 (48 %) ont été jugées de qualité moyenne
- 18 (51 %) ont été jugées de bonne qualité

Concernant les scores de qualité de l'image :

- pour les examens réalisés sur machines 1.5T, le score était à 1.15 +/- 0.509
- pour les examens réalisés sur machines 3T, le score était à 1.64 +/- 0.505

Il n'y avait pas de différence statistiquement significative sur la qualité de l'image en fonction de l'IRM 1.5T ou 3T ( $p = 0,342$ ).

Analyse des signes IRM et ARM :

- Œdème médullaire dans 26 des 35 cas (74 %) pour les 2 lecteurs
- Elargissement du cône médullaire dans 25 des 35 cas (71 %) pour les 2 lecteurs
- « Flow voids » en hyposignal T2 dans 19 des 35 cas (54 %) pour les 2 lecteurs
- Dilatation des vaisseaux péri-médullaires en ARM dans 22 cas sur 35 (63 %) pour les 2 lecteurs

Au total :

- Diagnostic de fistuleurale probable dans 22 des 35 cas (63 %) pour les 2 lecteurs
- Diagnostic de fistuleurale peu probable dans 13 des 35 cas (37%) pour les 2 lecteurs

#### **3.2 Concordance ARM et artériographie dans le diagnostic positif de fistule**

Sur un total de 35 patients, l'ARM a été positive dans 22 cas et négative dans 13 cas.

Il y a eu 2 faux positifs :

- une ARM visualisant un vaisseau sinueux à la partie postérieure de la moelle dorsolombaire avec aspect de shunt T9 droit sans anomalie en artériographie
- une ARM visualisant un réseau de veines dilatées suspect de FAVDR avec diagnostic de malformation artério veineuse (MAV) T12 gauche en artériographie, n'étant pas réellement un faux positif mais plutôt d'un défaut de sensibilité de l'ARM pour distinguer une MAV d'une FAVDR.

Au total, l'IRM avec ARM a fait le diagnostic de FAVDR dans tous les cas sans faux négatif avec une sensibilité de 100%. Le signe direct (visualisation du réseau veineux dilaté) était présent dans 100% des cas.

Les valeurs de sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative de l'ARM en comparaison avec l'artériographie (« gold standard ») ont été calculées : 100%,87%,90% et 100%, respectivement (**Tableau 3**).

	n	%	Se	Sp	VPP	VPN	Inter Obs	Intra Obs
<b>Œdème médullaire</b>	26	74%	95%	53%	73%	89%	100%	100%
<b>Flow voids</b>	19	54%	90%	93%	94%	87%	100%	100%
<b>Elargissement du cône</b>	25	71%	95%	60%	76%	90%	100%	100%
<b>Vaisseaux dilatés en ARM</b>	22	63%	100%	87%	90%	100%	100%	100%
<b>Global ARM</b>	22	63%	100%	87%	90%	100%	100%	100%

**Tableau 3.** Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positives et négatives des différents signes évocateurs de fistule durale médullaire en IRM.

Concordance inter et intra individuelle exprimées par le coefficient kappa.

L'analyse des signes IRM et ARM, concernant les patients pour lesquels la fistule a été confirmée par l'artériographie (groupe FAVDR +), a révélée (**Tableau 3**):

- un œdème médullaire dans 19 des 20 cas (95%) pour les 2 lecteurs
- un élargissement du cône médullaire dans 19 des 20 cas (95%) pour les 2 lecteurs
- des « flow voids » en hyposignal T2 dans 18 des 20 cas (90%) pour les 2 lecteurs
- une dilatation des vaisseaux péri-médullaires en ARM dans 20 cas sur 20 (100%) pour les 2 lecteurs

L'analyse des signes IRM et ARM, concernant les patients pour lesquels la fistule n'a pas été confirmée par l'artériographie (groupe FAVDR-), a identifiée (**Tableau 3**):

- un œdème médullaire dans 7 des 15 cas (46 %) pour les 2 lecteurs
- un élargissement du cône médullaire dans 6 des 15 cas (40 %) pour les 2 lecteurs
- des « flow voids » en hyposignal T2 dans 1 des 15 cas (7 %) pour les 2 lecteurs
- une dilatation des vaisseaux péri-médullaires en ARM dans 2 des 15 cas (13 %) pour les 2 lecteurs

Lors de la deuxième lecture à 3 mois, l'observateur junior a retrouvé les mêmes signes directs et indirects que lors de la première analyse (coefficient de variabilité intra individuelle  $k = 1$ ).

### **3.3 Concordance ARM et artériographie dans le diagnostic topographique de la fistule et de l'AAK (Groupe FAVDR +)**

Concernant les patients pour lesquels la fistule a été confirmée par l'artériographie (Groupe FAVDR +):

Analyse du niveau et du côté de la fistule :

- Niveau correct retrouvé dans 15 cas sur 20 (75%) pour l'observateur S et 12 cas sur 20 (60%) pour l'observateur J
- Côté correct retrouvé dans 16 cas sur 20 (80%) pour l'observateur S et 11 cas sur 20 (55%) pour l'observateur J

Ces résultats avec le coefficient kappa de concordance ainsi que les commentaires techniques sont détaillés dans le **Tableau 4**.

Il y a eu une deuxième lecture à 3 mois par l'observateur J :

- Niveau correct retrouvé dans 12 cas sur 20 (60 %), inchangé
- Coté correct retrouvé dans 13 cas sur 20 (65 %) versus 11 cas sur 20 (55%) lors de la première évaluation

Il y avait une amélioration dans 1 cas sur l'analyse du côté de la fistule durale. Ces résultats sont détaillés dans le **Tableau 4**.



En revanche la localisation de l'AAK a été plus difficile en ARM :

- Niveau correct retrouvé dans 4 des 20 cas (20%) pour l'observateur S
- Coté correct retrouvé dans 6 des 20 cas (30%) pour l'observateur S
- Niveau et/ou coté n'ont jamais été objectivés par l'observateur J.

Ces données sont résumées dans le **Tableau 4**.

	Obs S		Obs J M0		Obs J M3		Inter Obs	Intra Obs	AAK***	
	K*	%**	K*	%**	K*	%**	K*	K*	K*	%**
<b>Niveau</b>	0.859	75%	0.835	60	0.835	60	0.824	1	0.5	20
<b>Côté</b>	0.866	80%	0.588	65	0.552	65	0.552	0.720	0.25 7	30

\*Kappa mesuré par le coefficient kappa de Cohen

\*\* Côté et/ou niveau correct retrouvé pour chaque observateur, exprimé en pourcentage

\*\*\* AAK seulement étudiée par l'observateur S

**Tableau 4.** Résultats des corrélations ARM et artériographie sur le niveau et le côté des fistules durales et de l'AAK

Obs S = Observateur Senior/Obs J= Observateur Junior

M0 = Evaluation initiale M3 = Evaluation à 3 mois

### 3.4 Durée des examens et exposition aux radiations ionisantes en artériographie

La durée moyenne des artériographies à visée diagnostique a été estimée à 73 minutes [35 - 162 min]. La plus longue session a duré 2h42 en raison d'une artériographie diagnostique et thérapeutique avec embolisation en 1 temps (Patient 18). Concernant l'exposition aux radiations ionisantes, la dose moyenne a été estimée à 3272 dGy.cm2 [704 - 5200 dGy.cm2].

Pour les patients ayant une fistule objectivée en ARM, la durée et la dosimétrie en artériographie étaient de 71 +/- 27 min et 3128 +/- 935 dGy.cm2, versus 81 +/- 17 min et 3478 +/- 627 dGy.cm2 pour les patients n'ayant pas de fistule visible en ARM (p=0,211 ; p =0,239).

Concernant les patients pour lesquels une fistule ainsi que son pédicule afférent avaient été objectivés en ARM, la durée et la dosimétrie en artériographie étaient de 68 +/- 28 min et 2965 ± 939 dGy.cm, versus 80 +/- 25 min et 3679 +/- 753 dGy.cm<sup>2</sup> pour les patients ayant une fistule en ARM sans localisation de l'artère afférente.

Ces résultats sont résumés dans le **Tableau 5**.

Test	n	Durée (min)	p	Dosimétrie (dGy.cm <sup>2</sup> )	p
FAVDR-*	15	80 ± 17		3462 ± 604	
FAVDR+*	20	70 ± 28	0.240	3105 ± 970	0.219
ARM-**	13	81 ± 17		3478 ± 627	
ARM+**	22	71 ± 27	0.211	3128 ± 935	0.239
Niveau-***	5	80 ± 25		3679 ± 753	
Niveau+***	17	68 ± 28	0.385	2965 ± 939	0.137

\*Diagnostic de FAVDR en artériographie

\*\*Diagnostic de FAVDR en ARM

\*\*\*Diagnostic topographie de la fistuleurale lorsque la FAVDR est diagnostiquée en ARM

**Tableau 5.** Comparaison entre durée et dosimétrie en artériographie pour des groupes différents.

Un premier groupe où l'artériographie diagnostique ou non une fistule, un second groupe ou l'ARM objective ou non la fistule et un troisième groupe ou l'ARM pose le diagnostic de fistule avec ou sans localisation du pédicule afférent.

Le patient 18 ayant eu une artériographie diagnostique et thérapeutique en un temps a été exclu pour ce calcul. Trois artériographies ont été répétées : une en raison d'artefacts cinétiques, une en raison d'intolérance du patient lors de la procédure et une en raison d'une fistule à très faible débit à la limite de la visibilité en artériographie. Nous avons privilégié les artériographies qui ont confirmé le diagnostic pour ce calcul.

Ces résultats ne sont pas significatifs mais montrent une tendance à la diminution des durées de procédure et des dosimétries lorsque la fistule est identifiée en ARM mais également lorsque le niveau est objectivé en ARM.

### 3.5 Autres constatations

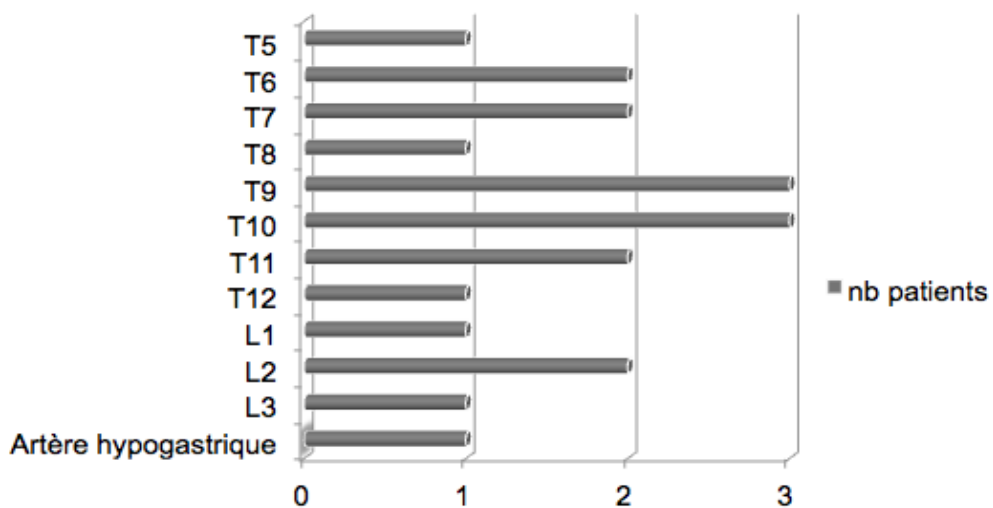
Nous avons également évalué l'extension de l'œdème médullaire considéré comme étendu si  $> 3$  niveaux vertébraux ou localisé si  $\leq 3$  niveaux vertébraux.

Au total, sur patients présentant un œdème médullaire :

- l'œdème médullaire est étendu chez 23 patients (88 %) dont 17 patients du groupe FAVDR +
- l'œdème médullaire est localisé chez 3 patients (11 %) dont 2 patients du groupe FAVDR -.

Dans le cas où l'analyse ARM était incorrecte quant au niveau de la fistule, il y avait une comptabilisation erronée sur un maximum de 3 niveaux vertébraux, pour les 2 lecteurs. Le côté de la fistule était faux dans 1 cas pour l'observateur S et 3 cas pour l'observateur J.

Il y avait une seule fistule alimentée par l'artère hypogastrique (non vue en ARM). Le niveau le plus élevé impliqué était T5; le niveau vertébral le plus caudal était L3. Dans 9 cas (45%), la fistule était située à droite. Dans 11 cas (55%), la fistule était située à gauche. Dans 13 des 20 cas le niveau de fistule était situé entre T8 - L2 (65 %) avec un pic en T9 - T10 (**Figure 4**).

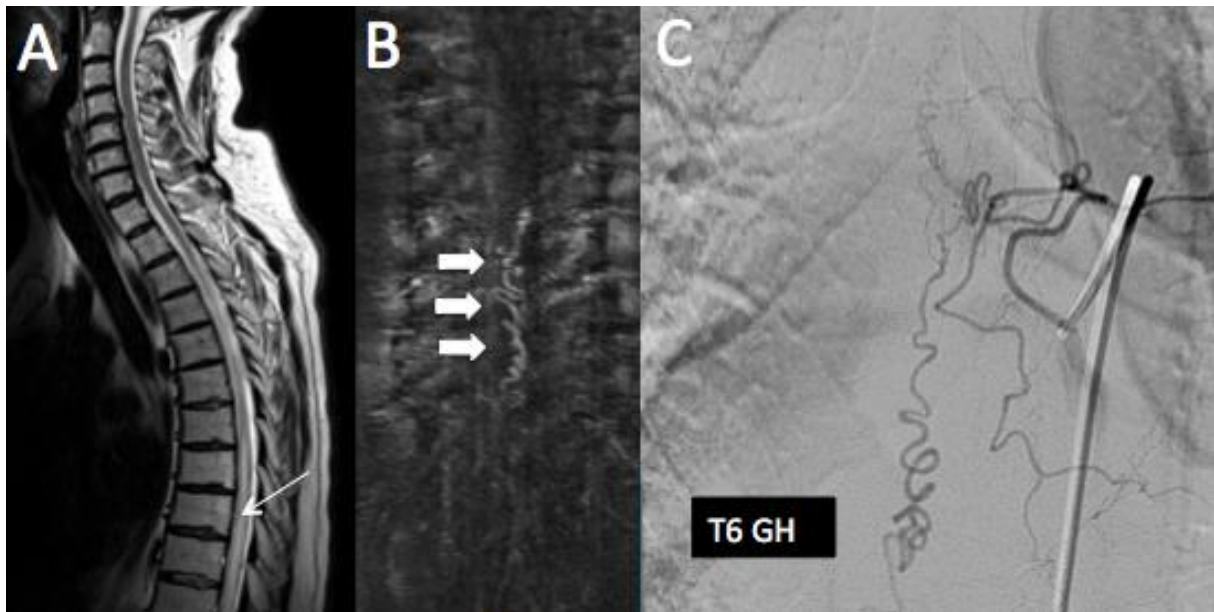


**Figure 4.** Niveau de la fistule

### 3.6 Echec et complications au décours des deux modalités diagnostiques

Aucune ARM ne s'est compliquée d'incident notable. Aucune ARM n'a du être renouvelée.

Deux ARM ont été artefactées par les mouvements du patient ; elles ont confirmé le diagnostic de FAVDR mais n'ont pas permis de localiser précisément le niveau de la Fistule (**Figure 5**).



**Figure 5 : Corrélation ARM médullaire et artériographie dans l'étude de l'architecture de la fistule durale : cas d'un examen artefacté par les mouvements. Patient 15.**

A. Séquence sagittale en pondération T2, retrouvant un hypersignal T2 centromédullaire en lien avec un œdème (flèche blanche).

B. Séquences ARM au temps artériel ne permettant pas d'identifier le niveau de la fistule durale en raison d'artefacts cinétiques. En revanche on objective la dilatation des veines péri-médullaires serpigneuses (flèches pleines blanches).

C. Artériographie retrouvant le niveau de la fistule en T6 gauche.

Il y a eu une seule complication en artériographie consistant en une extravasation de produit de contraste iodé dans une des branches alimentant l'œsophage mais sans conséquence pour le patient.

L'artériographie a dû être renouvelée dans 3 cas :

- Dans 1 cas, en raison d'artefacts de mouvement ne permettant pas d'avoir une qualité d'examen suffisante
- Dans 1 cas, la procédure a été arrêtée à la demande du patient et l'examen a été reprogrammé
- Dans 1 cas, la fistule n'a pas été visualisée en raison d'un faible débit

## 4 DISCUSSION

La FAVDR est une pathologie rare, de diagnostic clinique difficile, où la place de l'imagerie est prédominante avec deux examens diagnostiques fondamentaux : l'IRM médullaire avec séquences d'ARM et l'artériographie médullaire (gold standard) [16,17].

Notre travail comporte une série rétrospective d'une cohorte homogène de 20 patients atteints de FAVDR confirmée sur une période de 8 ans. Notre série est une des plus importante en terme de nombre de patients par rapport aux données de la littérature [11,13,18-21] rapportées dans le **Tableau 7**.

Auteur	Année	FAVDR*	IRM	Se ARM**	Niveau correct
Zhou et al	2017	15	3T	100 %	75 %
Saindane et al	2015	8	1.5T	87,5 %	57 %
Riccioli et al	2010	12	3T	100 %	75 %
Mull et al	2007	19	1.5T	100 %	73 %
Luetmer et al	2005	20	1.5T	91 %	70 %
Farb et al	2002	9	1.5T	100 %	89 %
Notre étude	2018	20	1.5T/3T	100 %	75 %

\*Nombre de cas de FAVDR confirmé en artériographie

\*\*Sensibilité de l'ARM pour le diagnostic de FAVDR

**Tableau 7.** Séries étudiées pour la revue de la littérature

Dans notre étude, les hommes sont plus concernés par cette affection (sex ratio : H/F = 4) ; cet élément est cohérent avec la littérature. La cause de cette disparité entre homme et femme est incertaine : certaines études évoquent l'hypothèse d'un rôle hormonal augmentant la probabilité de lésions vasculaires[22,23].

#### 4.1 Détection de la fistule durale : données IRM et ARM

Sur l'IRM, les FAVDR se caractérisent par un œdème médullaire, en hypersignal T2, et un élargissement du cône médullaire, secondaire à l'augmentation de pression [7]. Cet œdème n'est pas spécifique [6]. L'œdème médullaire s'associe dans la quasi totalité des cas à un élargissement du cône médullaire, surtout lorsque celui ci est diffus [24]. Notre étude confirme ce constat, étant donné que 71% de la cohorte des patients sont concernés. Cependant, l'association de ces deux signes n'est pas spécifique.

Les vides de signaux (ou « flow voids ») sont fréquemment observés sur les images pondérées en T2 dans l'espace sous-arachnoïdien en raison d'une dilatation du réseau veineux efférent [25]. Ce signe apparaît ici comme le plus spécifique sur l'interprétation IRM, ce qui est également suggéré dans la littérature [26]. Toossi et al. ont constaté qu'au moins un de ces deux signes (œdème médullaire et « flow voids ») était présent dans 100% de leur cas. Sur la base de leurs résultats, il semble qu'en l'absence de ces deux signes une fistule durale symptomatique peut être efficacement exclue [10]. Nous n'avons pas recensé dans notre série de cas n'ayant pas présenté soit un œdème médullaire, soit des « flow voids » sur les séquences en pondération T2.

En revanche, ces différents signes IRM ne permettent pas de localiser le côté et le niveau de la fistule durale de façon certaine [27].

Notre étude montre que l'ARM est un examen pertinent en terme de diagnostic positif de FAVDR avec une sensibilité de 100%, une spécificité de 87%, une valeur prédictive positive de 90 % et une valeur prédictive négative de 100%. Aucune ARM n'a été prise en défaut dans notre série. Toutes montrent des vaisseaux dilatés et confirment le diagnostic de fistule durale. Aucune séquence d'ARM n'a été renouvelée, même en cas de qualité moyenne, car malgré les artéfacts, l'ARM permettait d'orienter le diagnostic en visualisant le réseau veineux dilaté.

Un des deux faux positifs correspondait à une MAV caractérisée par l'artériographie et non pas à une FAVDR, mais l'artériographie était quand même indispensable pour caractériser la malformation vasculaire.

A noter que la valeur localisation en ARM est imparfaite mais pas nulle car elle permet d'orienter le site de l'artère afférente, en visualisant le réseau veineux dilaté dans la région du shunt artério veineux.

La concordance intra et inter observateur sur l'ensemble des ces 4 signes était parfaite ( $k=1$ ), on peut justifier cet accord par le fait que les anomalies en IRM et ARM étaient le plus souvent étendues lorsqu'elles étaient présentes.

Peggy et al. ont montré que l'étendue de l'œdème a une valeur pronostique. En effet l'étendue de la congestion veineuse peut être corrélée à la sévérité des symptômes cliniques et prédire également la réversibilité des symptômes [28]. Il apparaît donc fondamental que cet élément soit pris en compte dans l'interprétation des IRM médullaires, parce qu'il plaide en faveur d'un traitement précoce. Lee et al. ont montré que l'œdème médullaire était dans la majeure partie des cas étendu (>3 niveaux vertébraux) et qu'il fallait envisager le diagnostic de FAVDR chez des patients d'âge mur avec myélopathie étendue d'évolution subaiguë à chronique [26]. Toutefois, nous avons constaté un œdème médullaire étendu (> 3 niveaux vertébraux) chez la majorité des patients de notre série, ne permettant pas d'apporter une aide dans le diagnostic positif ni dans la localisation du niveau de la fistule.

Les études initiales avec utilisation d'ARM étudiaient seulement une phase d'injection ne pouvant pas différencier les artères et les veines, ni de détecter le niveau de la FAVDR [30]. Notre travail nous a permis d'identifier le bon niveau de fistule durale en ARM dans environ 75% des cas. Pour les cas avec erreur de localisation, deux étaient liés au mouvement excessif du patient (mauvaise compliance ou sensation désagréable lors de l'injection de contraste). Les autres causes potentielles pour la localisation erronée du FAVDR étaient une erreur de comptabilisation des niveaux vertébraux et un niveau de shunt à l'extérieur du FOV, mal positionné (Patient 6). Effectivement le champ d'angio-IRM est relativement petit et ne couvre pas toute la moelle, ce qui nécessite la présence du radiologue lors de l'examen pour un placement optimal. L'artère afférente d'une des fistules (patient 19) n'était pas visible en ARM en raison de son débit très faible. Lindenzhol et al. ont également constaté une erreur de comptabilisation des niveaux



vertébraux sur environ trois étages vertébraux, impliquant un ciblage préférentiel des pédicules artériels en artériographie afin de raccourcir la durée de procédure [12].

L'analyse fine de la fistule qui peut être faite en artériographie n'a pas pu être faite en ARM en raison d'un manque de résolution spatiale. McCutcheon et al. ont démontré que la connexion fistuleuse vraie dans la dure mère est microvasculaire, avec plusieurs vaisseaux enchevêtrés en peloton qui sont individuellement en dessous de la résolution de l'ARM actuelle [29].

Dans notre étude, les fistules ont été plus fréquemment identifiées à hauteur de T9 et T10. Muralidharan et collaborateurs ont également objectivé un pic de fréquence topographique des fistules en T12-L1 [7]<sup>8</sup>.

## **4.2 Considérations techniques**

Nous avons confronté la qualité des IRM aux résultats des deux observateurs, dans le groupe FAVDR :

- Pour les 9 IRM de qualité moyenne: le niveau a été mal identifié dans 6 cas pour l'observateur J et dans 4 cas pour l'observateur S.
- Pour les 11 IRM de bonne qualité : le niveau a été mal identifié dans 3 cas pour l'observateur J et dans 2 cas pour l'observateur S.

La majeure partie des ARM faites à partir de 2015 est de bonne qualité suggérant une amélioration des techniques avec un protocole standardisé, optimisé pour chaque patient.

Dans notre étude, aucune différence n'a été trouvée dans le score de qualité de l'image. Nous avons pu identifier l'emplacement des fistules dures sur IRM 1.5T ou 3T sans différence.

Certaines études suggèrent que les systèmes 3T peuvent être avantageux par rapport aux systèmes 1.5T dans l'étude de l'angioarchitecture des fistules, en raison du meilleur rapport signal / bruit améliorant la résolution spatiale [15,18,29]. De plus, l'utilisation d'un champ magnétique plus élevé permet une réduction du temps d'acquisition [31]. Dans notre étude, nous avons réussi à identifier le niveau des fistules dures aussi bien sur les IRM 1.5T que 3T. L'étude menée par Vargas et al. ont montré qu'afin d'avoir une

meilleure résolution spatiale dans le diagnostic des malformations vasculaires spinales, les paramètres étaient sur des machines 3T : TE/TR/Flip angle = 1.89 ms/4,95 MS/20°, une taille de matrice de 512, taille de pixel = 0,7 x 0,6 x 0,6 millimètre, épaisseur de tranche de 0,6 mm, suivies d'un reformatage MPR et reconstructions en MIP réalisées sur toutes les acquisitions [31]. Notre étude a été réalisée avec une acquisition isotrope de 0,7 mm et une résolution matricielle supérieure à cette étude.

### **4.3 Analyse de l'AAK**

Dans notre travail, il n'a pas été possible d'identifier de manière fiable en ARM l'artère d'Adamkiewicz, en raison d'une résolution spatiale insuffisante. De plus les veines intracanales dilatées masquent l'AAK. En effet, chez le patient 32 l'AAK n'était pas visualisée lors du diagnostic mais elle était bien visible sur l'ARM à distance du traitement lorsqu'il n'y avait plus de veines dilatées intracanales (**Figure 6**).

La détection de l'AAK est fondamentale pour diminuer le nombre de complications chirurgicales en évitant l'ischémie médullaire. Peu d'études rapportent une analyse de cette artère. Saindane et al. précisent qu'il s'agit d'une limite de l'ARM pour le bilan complet de la pathologie [20]. Certains rapports attestent de l'intérêt d'une évaluation par tomodensitométrie pour l'étude de l'AAK [32] alors que d'autres ont montré une supériorité de l'ARM par rapport au scanner dans la détection de l'AAK [17].



**Figure 6. Corrélation ARM médullaire et artériographie dans la localisation de l'AAK. Patient 32**

A. ARM au temps artériel en pré-thérapeutique : Visualisation du réseau de veines intra canalaire dilaté (têtes de flèche) masquant l'AAK.

B. ARM au temps artériel en post thérapeutique : Visualisation de l'AAK et de son pédicule nourricier (flèche blanche) et de l'ASA (flèche pleine blanche)

C. Artériographie : Confirmation de la localisation de l'AAK (flèche blanche) et de l'ASA (flèche pleine blanche).

#### **4.4 Implications pour la prise en charge des patients avec suspicion de fistule**

Dans notre étude, l'ARM a une valeur prédictive négative de 100% de telle sorte que l'artériographie diagnostique ne serait plus indispensable chez les patients n'ayant pas de signes radiologiques (IRM et ARM) de pathologie vasculaire médullaire.

Chez les patients ayant une fistule, même si l'artériographie reste incontournable dans l'analyse précise de la fistule avec cartographie vasculaire détaillée et analyse de l'AAK, la performance de l'ARM permet de raccourcir la durée de l'artériographie et d'envisager une possibilité d'artériographie thérapeutique dans le même temps. Rappelons que l'artériographie n'est pas dénuée de risques de complications vasculaires : dissection, faux anévrisme du point de ponction, et risque d'ischémie médullaire secondaire à une occlusion de l'AAK. C'est une technique qui est longue, difficile, inconfortable pour le

patient, avec un risque de ne pas visualiser l'artère radulaire nourricière. Elle nécessite également d'être effectuée par des radiologues expérimentés. Dans notre étude, sur 23 artériographies une s'est compliquée d'extravasation de produit de contraste dans une des branches alimentant l'œsophage, ayant motivé la réalisation d'un scanner de contrôle mais sans conséquence pour le patient.

Nous n'avons pas montré de différence significative entre les durées d'examens et l'exposition aux radiations ionisantes lorsque le niveau de la fistule était visualisé sur l'ARM mais nos résultats suggèrent une tendance à la diminution de la durée de l'artériographie ainsi que de l'irradiation lorsque le niveau est visualisé.

Il semble donc que l'identification de la fistule en ARM permettrait de limiter le nombre de pédicules vasculaires ciblés rendant également le geste beaucoup plus confortable pour le patient. Ces constatations ont également été montrés dans l'étude de Saindane et al. [20].

#### **4.5 Biais de l'étude**

Les fistules dures sont des pathologies rares pour lesquelles il est difficile de réaliser des études prospectives. Notre étude est rétrospective avec un recrutement de 35 patients sur 8 ans. Cette durée d'étude, longue, a pour conséquence une hétérogénéité des techniques IRM avec des examens réalisés sur des machines IRM différentes. Les examens récents sont souvent réalisés sur des IRM 3T, permettant une meilleure analyse [33],[34].

La nature rétrospective de l'étude amène un certain degré de biais de sélection, inévitable car la recherche des cas repose sur les dossiers médicaux et les RIS.

Certaines inclusions des patients étaient basées sur les comptes rendus IRM, dont l'interprétation initiale n'était pas toujours faite par un neuroradiologue spécialisé.

Il y avait peu d'information clinique ne permettant pas d'analyser les différents tableaux cliniques.

## 5 CONCLUSION

Notre étude a permis de montrer que l'ARM médullaire est une méthode fiable pour le diagnostic positif de FAVDR et qu'elle apporte des éléments utiles quant au niveau de la fistule.

Il ressort de l'étude que l'ARM a une valeur prédictive négative de 100 %, de telle sorte qu'en cas d'ARM négative, on pourrait se passer d'artériographie.

En cas d'ARM positive, elle permettrait de raccourcir la durée de l'artériographie en localisant le niveau. En revanche il n'est pas possible de se passer d'artériographie car il y a un risque d'erreur de niveau de la fistule et un intérêt pour la prise en charge thérapeutique.

Dans l'avenir, l'amélioration continue des séquences d'ARM notamment grâce aux machines à haut champ pourrait permettre de remplacer l'artériographie médullaire diagnostique en cas d'examen IRM de bonne qualité. L'angiographie ne garderait qu'une place thérapeutique. Ces modifications de pratique ne pourront se faire qu'après validation par des études prospectives et multicentriques.

## 6 ARTICLE SCIENTIFIQUE

### **Spinal dural arterio venous fistula: comparison between contrast-enhanced MR angiography and arteriography : based on 35 cases.**

Touzery C<sup>1</sup>,Varoquaux A<sup>2</sup>,Chaumoitre K<sup>1</sup>,Fuentes S<sup>3</sup>,Girard N<sup>4</sup>,Brunel H<sup>4</sup>

1.Department of Medical Imaging, Hospital Nord UHC, Marseille, France.

2.Department of Radiology, Timone University Hospital, Marseille, France

3.Department of Neurosurgery, Timone University Hospital Marseille, France

4.Department of Neuroradiology, Timone University Hospital, Marseille, France

#### **Keyword:**

Spinal dural arterio venous fistula; Contrast-enhanced MR angiography; Digital subtraction angiography ; Location fistula ; Adamkiewicz artery

#### **Abbreviations:**

**SDAVF** : Spinal Dural Arterio Venous Fistula

**PVAMF** : Perimedullary Arteriovenous Fistula

**SCAVM** : Spinal Cord Arteriovenous Malformation

**DSA** : Digital Subtraction Angiography

**MRI** : Magnetic Resonance Imaging

**CE-MRA** : Magnetic Resonance Angiography

**TR**: Time Repetition

**TE** : Time Echo

**ST** : Slice Thickness

**AF** : Angle Flip

**FOV** : Field Of View

**AKA** : Adamkiewicz Artery

**ASA** : Anterior Spinal Artery

**CT** : Computerized Tomography

**Conflict of interest** : The authors declare that they have no conflict of interest.

**Ethical approval** : All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

For this type of study formal consent is not required.

## **Abstract**

### Purposes:

The purpose of this retrospective study was to determine the clinical diagnostic performance of contrast-enhanced MR angiography (CE-MRA) in detection of spinal dural arteriovenous fistula (SDAVF). Digital subtraction angiography (DSA) was used as gold standard.

Secondary objectives were to study both the topographic diagnosis of SDAVFs and Adamkiewicz's artery (AKA), and the impact of CE-MRA on the duration and dose during DSA.

### Methods

Between 2010 and 2017, 35 patients underwent both CE-MRA and DSA for clinically and radiological suspected SDAVFs. Two radiologists posteriously blind-reviewed the CE-MRA images, the suggestive signs of SDAVFs, its location and side, and tried to localize the AKA. For each sign, sensitivity and specificity of the CE-MRA were established. The duration and dosimetry during DSA were compared for the following groups: DSA-observed fistula, CE-MRA-observed fistula (wether the SDAFS is located or not).

### Results

Twenty out of the 35 patients were positive for SDAVF on DSA. Sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value for the CE-MRAs were respectively 100%, 87%, 90% and 100%, with almost perfect intra and interobserver correlation coefficients ( $\kappa = 1$ ).

CE-MRAs correctly located SDAVFs in 75% and 60% of the cases for senior and junior observer respectively. AAK was correctly localized in 20% of the cases. Based on the SDAVFs positive CE-MRA images, time procedure and dosimetry was lower ( $p=0,211$ ).

### Conclusions

CE-MRA is a reliable and reproducible tool to depict SDAVFs. Its impact to reduce DSA procedural duration and dosimetry has to be confirmed in future studies.

## INTRODUCTION

Spinal dural arteriovenous fistula (SDAVF) is a rare pathology (which causes are yet unknow), often underdiagnosed [1].

Still, the SDAVFs are the most common spinal vascular malformations (70 - 80%) [2,3], in which an arteriovenous connection is located within the dura mater of a nerve root sleeve, underneath the vertebral body pedicle in the neural foramen between the radicular artery and the medullary veins [4,5].

Most patients are symptomatic in middle age, suggesting acquired disease [6] ; patients are frequently misdiagnosed, because the clinical presentation is unspecific such as widespread pain, paresthesia, muscle weakness, altered gait, and dyesthesia [7]. The diagnosis is made on average between 10 and 15 months after the onset of symptoms [8]. Digital subtraction angiography (DSA) with selective arterial catheterization remains the gold standard for a definitive diagnostic technique for evaluation of SDAVFs [9]. DSA is invasive and not without risks from catheter manipulation, duration of the procedure and high dose exposure of radiation. Usually, basic MRI is used to establish a SDAFV diagnosis based on intramedullary T2 hypersignal and flow voids on the T2-weighted sequences [10] but this exam lacks in specificity. CE-MRA techniques have shown a greater potential as non-invasive approaches to detect SDAVFs and can be used to predict the location of fistulas [11-13]. Treatment of SDAVF is the occlusion of the arteriovenous shunt, either endovascularly or surgically [14,15].

The first objective was to determine the sensitivity, specificity and utility of CE-MRA in the positive diagnosis of SDAVFs.

The second was to study the ability of CE-MRA to determine fistula location and side, the AKA and the impact of CE-MRA on procedure time and dose delivered in DSA.



## **MATERIALS AND METHODS**

### **Study participants**

This is a monocentric retrospective study (Timone Hospital, UHC of Marseille) from 2010 to 2017 based on data from the Radiology Information System of patients suspected to have SDAVF who underwent CE-MRA and then DSA. We included 35 patients (28 men, 7 women); the median age was 63 [37-80 years old]. There was a clinical suspicion of dural fistula in 13 cases and a radiological suspicion (MRI) in 22 cases. In our cohort, we identified a group for which DSA confirmed the diagnosis of SDAVF (Group SDAVF+, n=20) and the second group for which DSA excluded it (Group SDAVF-, n=15). The interval between the CE-MRA and DSA procedures ranged from several hours to 3 months. Patient imaging exams were available in digital format in the institution's Picture Archiving and Communication System (PACS).

### **MRI and CE-MRA technique**

MRIs were performed on 1.5T Tesla machines in 68 % of cases (n = 24) and 3T in 31 % of cases (n = 11).

All MRIs included T1 and T2 sagittal-weighted baseline sequences, MRA sequences and T1 gadolinium-weighted sagittal plane acquisition.

For all CE-MRAs, the parameters were as follows:

CE-MRA 1.5T (Siemens Area), TR/TE, 4.89 ms, 1.69 ms, flip angle, 25 °, matrix size, 640 × 520, and ST, 0.7 mm.

CE-MRA 1.5T (Philips Achieva), TR/TE, 4.67 ms, 1.5 ms, flip angle, 30 °, matrix size, 512 × 512 and ST 1,2 mm.

CE-MRA 1.5T (Siemens Symphony), TR/TE, 4.3 ms, 1.43 ms, flip angle, 30 °, matrix size, 384× 259 and ST 0,8 mm.

CE-MRA 3T (Siemens Skyra), TR/TE, 5.14 ms, 1.76 ms, flip angle, 25 °, matrix size, 640 × 520 and ST 0.7 mm.

All acquisitions were performed with injection (mask), arterial and venous.

The injection of a contrast medium (0.1 mmol/kg, Gadoteric acid, Dotarem, Guerbet, France) was made at a flow rate of 2 ml/s.

## **DSA technique**

Spinal angiography was performed on all patients, via a femoral approach, under local anesthesia; Philips table (PHILIPS ALLURA) included selective manual injections of iodinated contrast medium in the lumbar and intercostal arteries (VISIPAQUE®, Iodixanol, GE healthcare). If necessary, injections were added in the internal iliac arteries, vertebral arteries, costal trunks, thyrocervical trunks and iliolumbar arteries. Oblique and lateral views have been added to study the overall morphology of the fistula area. In every case, the AKA has been identified.

## **Imaging Analysis**

All patient data (clinical data and DICOM images) was anonymized before analysis. CE-MRAs were then blind-reviewed by two radiologists: once by an experienced neuroradiologist (Observer S) and once by a junior radiologist (Observer J), unbeknown of the diagnosis.

A second review by the junior observer was realized 3 months after the first reading to assess intra-observer variability and a possible learning effect.

All exams were analyzed on the native sequences and then reconstructed in MIP and MPR on dedicated reconstruction console.

MRIs and CE-MRAs were interpreted according to the following criteria (by a reading grid), which suggest a SDAVF: presence or absence of medullary edema, flow voids, enlargement of the medullary cone and dilatation of the peri medullary vessels in CE-MRAs (figure 1).

Radiologists were then asked whether they retained the diagnosis of SDAVF on CE-MRA (unlikely / very much in favor).

In cases positive for SDAVF, the location of arterial feeders and AKA were noted (Group SAVDF+). These results were confronted and verified on the DSA (figure 2).

The quality of the CE-MRA has been rated in 3 categories: uninterpretable, average, good.

For all DSA examinations (Group SADVF+ and SADVF-), the procedure duration and dose of radiation exposure were recorded, from the DICOM data.

## Statistical Analysis

Statistical analysis was carried out using a free software program (R version 3.3.0, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). For all tests, p values < 0.05 were considered to indicate statistical significance.

Quantitative variables are presented as means  $\pm$  standard deviations, and categorical variables are presented as percentages. Student's t test was used to compare significant difference between radiation dose and procedure duration. Fisher's exact test was used to compare CE-MRA quality score.

Intra-observer reproducibility was assessed using the ICC (interval of the ICC: 0.00 to 1.00; values closer to 1.00 represent better reproducibility). Interpretations of the ICCs were classified into subgroups according to Landis and Koch (1977): 0.0–0.20, slight reproducibility; 0.21–0.40, fair reproducibility; 0.41–0.60, moderate reproducibility; 0.61–0.80, significant reproducibility; 0.81–1.00, almost perfect reproducibility.

CART methods were used to determine which CE-MRA sign best predicted SDAVF. The CART trees were fit using the party-package under R. The best tree fit to the full data has 10 terminal nodes.

## RESULTS

### **First objective: CE-MRA and DSA: Concordance in diagnosis of SDAVFs**

DSA confirmed SDAVFs in 20 out of 35 patients (57%), which were positive in CE-MRA in all cases. CE-MRA depicted two false positive findings resulting in overall performance of 100% sensitivity, 87% specificity, 90% positive predictive and 100% negative predictive value.

On univariate analysis dilatation of the peri medullary vessels in CE-MRA, had the highest sensibility (100 %).

The most specific was flow voids 93% (table 1, table 2). Extensive medullary's edema's spread, (defined as superior to 3 vertebral locations) was seen in 88 % (n =23) (17/20 patients of Group SDAVF+) against 11% (n= 3) (2/20 patients of Group SADVF-).

On multivariate analysis CART decision tree shown an overall misclassification rate of 6% (2 of 35). As shown in figure 3 neither flow voids or cone enlargement excludes SDAVF in all cases (n=8). Positive flow voids and medullary edema demonstrates SDAVF in all cases (n=17).

All signs had reproducible findings with inter and intra rater agreement (ICC) were almost perfect for each sign and over all scoring (k=1) (Table 2).

### **Secondary Objectives: CE-MRA and DSA: Concordance in the location of SDAVF and AKA: (Group SADVF +)**

As detailed in Table 3, SDAVFs (n=20) was correctly located in 75% and 60% by senior observer and junior observer respectively; for which side was correct in 80% and 55%. Incorrect location of the fistula had a maximal deviation of 3 vertebral levels. The junior second reading at 3 month demonstrated slight improvement in the side.

The topographic analysis of the AKA was only seen in 20% of cases.

### **Procedure time and radiation exposure dose in DSA**

Mean duration and dosimetry during the DSAs' procedures was 71 +/- 27 min and 3128 +/- 935 dGy.cm<sup>2</sup> for CE-MRA that visualized a SADVF against 81 +/- 17 min and 3478 +/- 627 dGy.cm<sup>2</sup> for CE-MRA that could not found SDAVF.

Mean duration and dosimetry of the DSAs' procedures was 68 +/- 28 min and 2965 +/- 939 dGy.cm<sup>2</sup> when CE-MRA was positive with a correct location against 80 +/- 25 min and 3679 +/- 753 dGy.cm<sup>2</sup> for CE-MRA positive with a wrong location.

One patient was excluded because underwent a combined diagnosis and therapeutic DSA.

Three DSA had to be repeated because of kinetic artifacts, intolerance during the procedure and due to the low rate fistula. In these three cases, we used the DSA who confirmed the diagnosis to calculate radiation exposure and duration.

These results are not significant but show a tendency to decrease procedure time and dosimetry when the location of SDAVF was identified in CE-MRA (table 4).

#### **Failure and complications during the two modalities:**

In two false-positives CE-MRA cases, both the radiologists visualized a sinuous vessel at the posterior portion of the lumbar spinal cord with T9 right shunt aspect (without anomaly in DSA), for the second case they objected a suspicious dilated vein network of SDAVF with diagnosis of left MAV of T12 in DSA, not really a false positive but rather a lack of sensitivity of the CE-MRA to distinguish a MAV from a SDAVF.

There were no reported CE-MRA complications in our patient population. No CE-MRA had to be performed a second time.

A single DSA complication consisting of extravasation of iodinated contrast agent in one of the branches supplying the esophagus occurred without consequences for the patient.

## **DISCUSSION**

SDAVF is rare pathology, difficult to diagnose, therefore the use of imaging is predominant and requires two modalities: MRI with CE-MRA sequences and DSA (gold standard) [16,17].

Our 8 years long study includes a retrospective series with a cohort of 20 patients who have had a confirmed diagnosis of SDAVF (Group SDAVF +), one of the largest compared to other literature work[11,13,18-21]. These data are reported in table 5.

In our study, men are more concerned by this pathology (sex ratio: M / W = 4) .The etiology of this disparity is unknown although some studies suggest that a hormonal role increasing the probability of vascular lesions may be at play [22,23].

### **Detection of SDAVFs: MRI and CE-MRA data**

On MRI, SDAVFs are characterized by a T2 intra-medullary hypersignal, to be related to venous hypertensive and resultant cord swelling [7]. Medullary edema is very sensible but not specific. Medullary edema is associated in most cases to an enlargement of the medullary cone [24]. Our study confirms these findings; 71% of our patients were affected by both the medullary edema and enlargement of the medullary cone, although the association of these two signs is not specific.

Flow voids are frequently observed on T2-weighted images in the subarachnoid space indicating enlarged and arterialized peri-medullary venous channels [25]. This sign, in opposite to edema, appears much more specific in our study as in the already published literature [26].

Toossi et al. reported that at least one of these two typical finding was present in 100% of their case. Based on their results, they stated that if both findings are absent, a symptomatic dural fistula can be effectively ruled out [10].

In all cases, we found medullary edema or flow voids on T2-weighted images. These prominent subarachnoid space venous structures are frequently and extensively present longitudinally, and thus also do not localize the arterial supply of SDAVFs [27].

However, our study shows that CE-MRA has a sensitivity of 100% and a specificity of 87% in the diagnosis of SDAVF, suggesting a pertinent test in terms of positive diagnosis. All CE-MRAs have shown the pathologic intradural vessels and confirmed the diagnosis. No CE-MRAs had to be performed a second time, even if the quality was average, all the

time MRA were useful to orient the diagnosis by objecting the abnormal intradural vessels in all patients.

One of the two false positive was an arteriovenous malformation and required DSA. Localization value in CE-MRA is imperfect but can orient the site of afferent artery to visualize the pathologic vessels in the region of arteriovenous shunt.

Peggy et al. have shown that the extent of edema has a prognostic value. Indeed, the extent of venous congestion may be correlated at the severity of clinical symptoms and also predict the reversibility of symptoms [28]. This element is essential to specify in MRI reports, requiring early treatment.

Lee et al. showed that the medullary edema was in most cases extensive (>3 vertebral locations) and that the diagnosis of SDAVF should be considered in elderly patients with extensive myelopathy of subacute to chronic myelopathy [26].

Initially, the first CE-MRA studies offered a single injection phase, not allowing any differentiation between arteries and veins therefore preventing any detection of SDAVFs' arterial feeders [29]. Our work allowed us to identify the right location of SDAVF in CE-MRA in 75% of cases.

Other potential causes for mislocalization of SDAVFs at CE-MRA by a radiologist included miscounting of the vertebral locations and the occurrence of the SDAVF located outside the chosen FOV of the CE-MRA.

Indeed, the field of CE-MRA is relatively small and does not cover the entire marrow, requiring the radiologists' intervention during the examination for optimal placement.

Lindenholz et al. showed that the mislocalization of SDAVF went to further than maximum of 3 vertebral levels [12], same as our findings.

McCutcheon et al. demonstrated that the true fistula connection in the dura mater is microvascular, with multiples tangled and looped vessels that are individually beyond the resolution of the current CE-MRA [30].

### **Technical considerations**

Previous reports suggest that 3T systems may be advantageous compared to 1.5T systems in the representation of fistula angioarchitecture, due to the signal/noise ratio improving spatial resolution [18,20],

In our study, no difference was found in image quality score. We were able to identify the location of dural fistulas on both MRI 1.5 T and 3 T, with no difference.

The study overseen by Vargas et al. 2010 has shown to have better spatial resolution in the diagnosis of spinal vascular malformations, the parameters were: TE/TR/Flip angle, 1.89 MS/4.95 MS/20°, a 512 matrix size, pixel size = 0.7 x 0.6 x 0.6 mm, FOV Rectangular, ST, 0.6 mm, BW = 410 Hz/px, followed by MPR reformatting and MIP reconstructions performed on all acquisitions [31]. Our study was carried out with an isotropic acquisition of 0,7 mm and higher matrix resolution to this study.

### **AKA identification:**

We couldn't identify the AKA with our CE-MRAs due to poor spatial resolution. In addition, pathological medullary vessels mask the AKA; in fact, the AKA was not visualized during the diagnosis but it was clearly visible on the CE-MRA post-therapeutically when there was no more dilated vein in the canal (figure 3).

Few studies report an analysis of AKA, Saindane et al. specifies that this is a limit of the CE-MRA use for analyzing the pathology [19]. Some reports demonstrate the predominant value of CT for AKA [32] and others have shown superiority of CE-MRA over the CT in detecting AKA [17].

### **Implications for patient care with suspicion of SDAVF**

In our study, CE-MRA has a negative predictive value of 100% suggesting patients with no radiological findings (MRI and CE-MRA) of medullary disease should not require a diagnostic by DSA.

However, DSA remains essential in the accurate analysis of fistula with detailed vascular cartography and AKA analysis. If the performance of CE-MRA can shorten the procedure time, we could consider ordering a single DSA for both diagnostic and therapeutic purpose. DSA requires to be performed by an experienced radiologist, this procedure is uncomfortable and contains vascular risks: dissection, false aneurism of the puncture site and a specific risk of medullary ischemia due to an occlusion of AKA.



### **Procedure time and dosimetry**

The correct location and side of fistula at CE-MRA would limit the number of targeted vascular pedicles with a decrease of dose and procedure time, allowing a procedure much more comfortable for the patient.

These findings have also been shown by Saindane et al. [19].

### **Bias of the study**

SDAVFs are a rare entity for which it is difficult to carry out prospective studies. Our study is retrospective with a recruitment of 35 patients over 8 years.

This long study period results in a heterogeneity of MRI and CE-MRA techniques with examinations performed on different MRI machines. Recent exams are often performed on 3T MRI, allowing a better analysis [33,34].

The retrospective nature of study leads to some degree of selection bias; as we search for cases in medical records and RSI.

Some patient recruitment was based on MRI reports, the initial interpretation of which was not always made by a specialized vascular neuroradiologist. There was little clinical information available.

## **CONCLUSION**

Our study showed that CE-MRA is a reliable and relevant method to analyze the SDAVFs in terms of positive and topographic diagnosis.

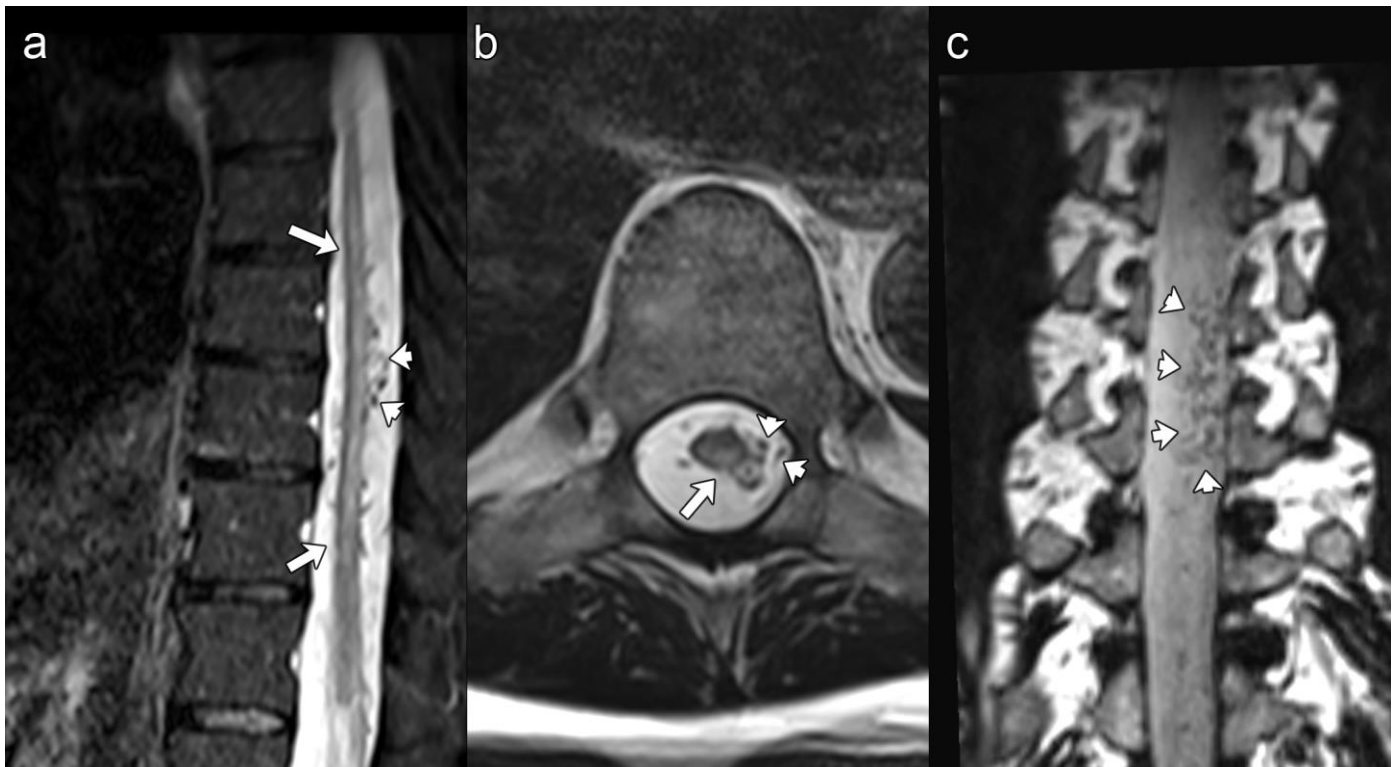
The study found that CE-MRA had a negative predictive value of 100%, so that in the case of negative CE-MRA, DSA could be dispensed.

In case of positive CE-MRA, it would shorten the procedure time of DSA by locating the correct location and side.

In the future, with the continuous improvement of CE-MRA sequences, particularly in high-field machines, we could replace diagnostic DSA with good-quality MRI. DSA would then only have a therapeutic purpose.

These practice changes can only be made after validation by prospective and multicenter studies.

## FIGURES AND DATA



### Figure 1 Characteristics of SDAVFs on T2-weighted MRI sequences :

a.Sagittal T2-weighted with centro-medullary edema corresponding to medullary edema (white arrows) and T2 peri medullary signal voids corresponding to tortuous dilated veins (white arrowheads)

b.Axial T2-weighted shows centro medullary edema (white arrow) and dilatation of veins, tortuous, medullary (white arrowheads)

c.Coronal T2-weighted with T2 hyposignal dilation of peri medullary veins (white arrowheads)



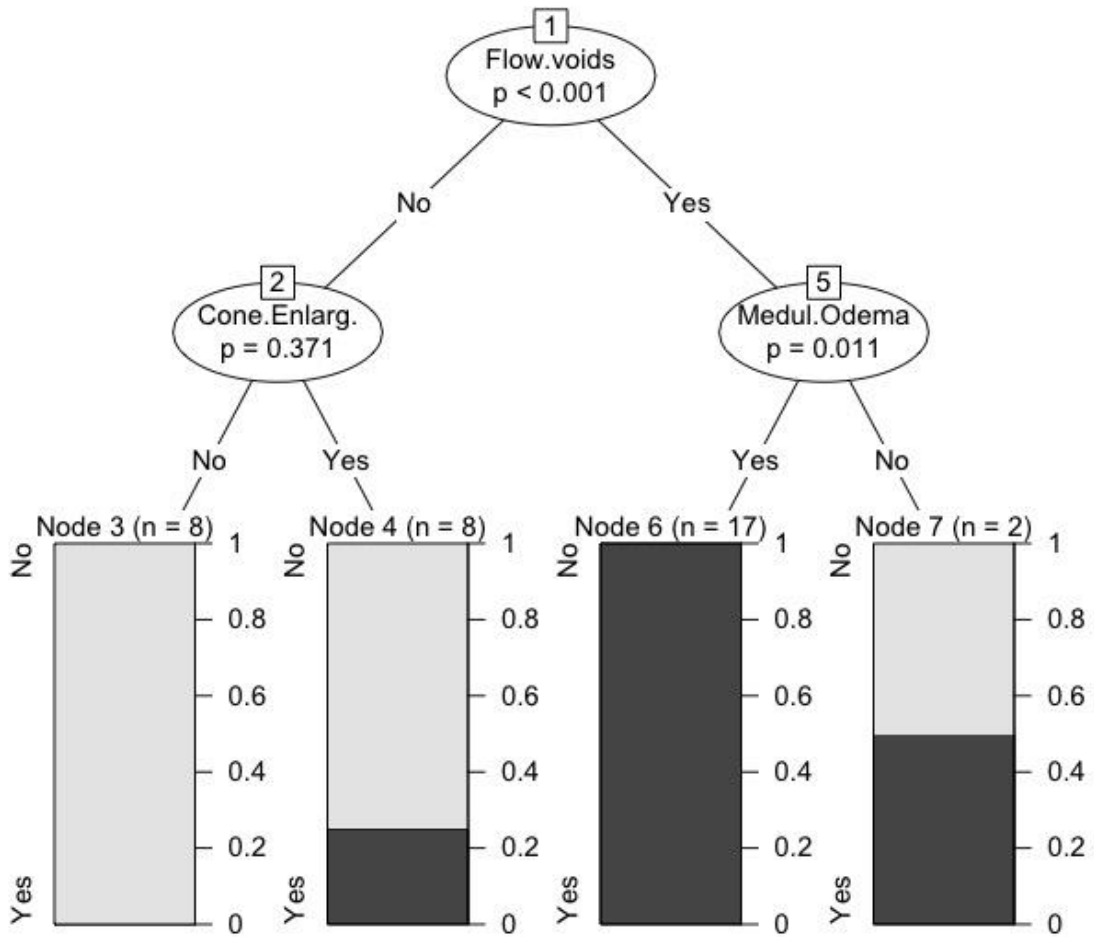
**Figure 2: Correlation between CE-MRA (a and b) and DSA (c) for location of the SDAVF.**

a.Sagittal STIR-weighted shows the flow voids (white headarrows) and identifies the lesional location in correspondence with the CE-MRA

b.Coronal CE-MRA at artery time : Dilatation of the medullary vessels (white arrows)

c.DSA: Confirming diagnosis of SDAVF and topographic location.DSA shows the dilatation of the medullary vessels (white arrows)

SDAVF Decision Tree



**Figure 3 : Decision tree for the positive diagnosis of SDAVF based about several nodes : flow voids, medullary edema and cone enlargement**

	n	%	mean +- SD	[min-max]
<b>Patient and age</b>	35		62.8 +- 12.6	[37-80]
Male	28	80		
Female	7	20		
<b>CE-MRA*</b>				
1.5 T			1.15 +- 0.509	[1-2]
3 T			1.64 +- 0.505	[1-2]
<b>SDAVF+**</b>	20	57		
CE-MRA+***	22	63		
CE-MRA-***	0	0		
<b>SDAVF-**</b>	15	43		
CE-MRA-***	13	37		
CE-MRA+***	2	6		
Right	9	26		
Left	11	31		
T5	1	3		
T6	2	6		
T7	2	6		
T8	1	3		
T9	3	9		
T10	3	9		
T11	2	6		
T12	1	3		
L1	1	3		
L2	2	6		
L3	1	3		
Hypogastric	1	3		
<b>AKA****</b>	20			
CE-MRA-	16	80		
CE-MRA+	4	20		
Right	6	30		
Left	14	70		
T2	1	5		
T5	1	5		
T7	1	5		
T8	2	10		
T9	5	25		
T10	4	20		
T11	2	10		
T12	2	10		
L1	2	10		

\*Score quality (1= average quality 2 = good quality) with no difference between MRI 1.5 et 3 T (p = 0.342)

\*\*Diagnostic of SDAVF in DSA (+ = positive diagnostic and - = negative diagnostic) (p< 0.050)

\*\*\* Diagnostic of SDAVF in CE-MRA (+ = positive diagnostic and - = negative diagnostic) (p< 0.050)

\*\*\*\* Diagnostic of AKA (+ = positive diagnostic and - = negative diagnostic) (p< 0.050)

**Table 1. Descriptive analysis**

	n	%	Se	Sp	VPP	VPN	Inter* Obs	Intra* Obs
<b>Medullary edema</b>	26	74%	95%	53%	73%	89%	100%	100%
<b>Flow voids</b>	19	54%	90%	93%	94%	87%	100%	100%
<b>Enlargement of the cone</b>	25	71%	95%	60%	76%	90%	100%	100%
<b>Pathological vessels in CE-MRA</b>	22	63%	100%	87%	90%	100%	100%	100%
<b>Total CE-MRA</b>	22	63%	100%	87%	90%	100%	100%	100%

\*Kappa measured with intraclass correlation coefficient (ICC)

**Table 2. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of signs suggestive SDAVF in MRI and CE-MRA.**

	Obs S		Obs J M0		Obs J M3		Inter Obs	Intra Obs	AAK***	
	K*	%**	K*	%**	K*	%**	K*	K*	K*	%**
<b>Level</b>	0.859	75%	0.835	60	0.835	60	0.824	1	0.5	20
<b>Side</b>	0.866	80%	0.588	65	0.552	65	0.552	0.720	0.257	30

\* Kappa measured with intraclass correlation coefficient (ICC)

\*\*Correct side or/and level for each observer

\*\*\* AAK only studied by observer S

**Table 3. Correlation between CE-MRA and DSA about level and side fistula and AAK. Obs S = Observer Senior Obs J = Observer Junior.**

Test	n	Duration (min)	p	Dosimetry (dGy.cm2)	p
SDAVF-*	15	80 ± 17		3462 ± 604	
SDAVF+*	20	70 ± 28	0.240	3105 ± 970	0.219
CE-MRA-**	13	81 ± 17		3478 ± 627	
CE-MRA+**	22	71 ± 27	0.211	3128 ± 935	0.239
Location-***	5	80 ± 25		3679 ± 753	
Location+***	17	68 ± 28	0.385	2965 ± 939	0.137

\* Diagnosis of SDAVF to DSA

\*\* Diagnosis of SDAVF to CE-MRA

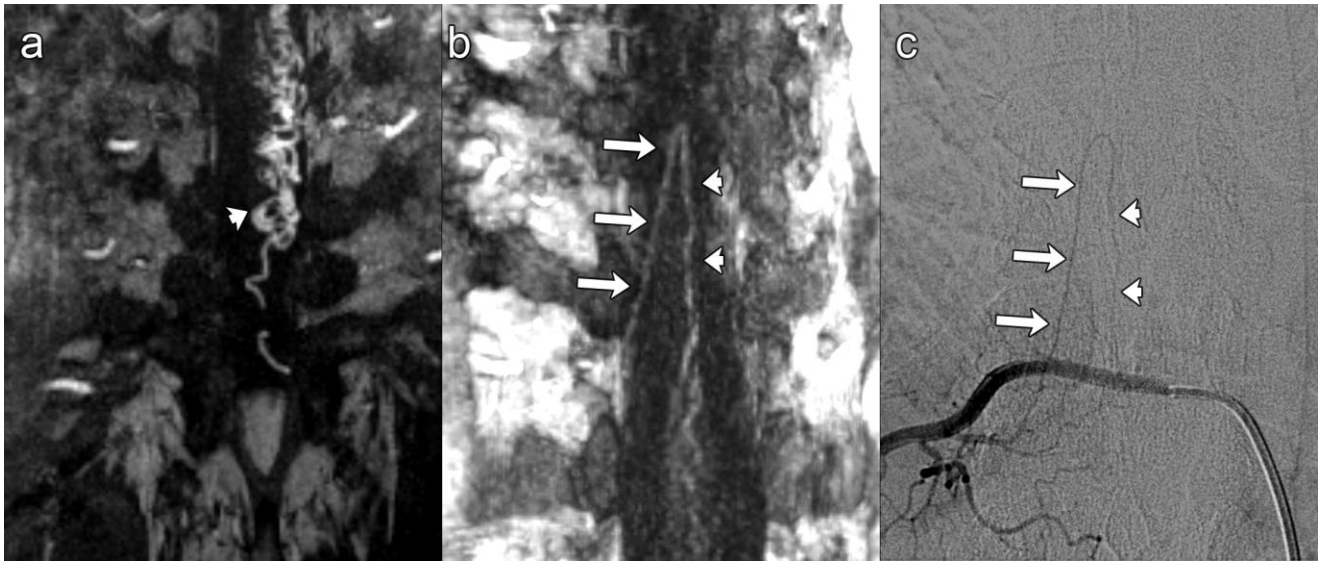
\*\*\* Topographic diagnosis of SDAVF to C

**Table 4. Comparison between procedure time and dosimetry during the DSA for following groups :** DSA-observed fistula, CE-MRA-observed fistula (whether the SDAFS is located or not).

	Year	Number of SDAVFs confirmed	IRM Field	Se CE-MRA SDAVF	Correct location and side
Zhou et al	2017	15	3	100 %	75 %
Saindane et al	2015	8	1.5	87,5 %	57 %
Riccioli et al	2010	12	3	100 %	75 %
Mull et al	2007	19	1.5	100 %	73 %
Luetmer et al	2005	20	1.5	91 %	70 %
Farb et al	2002	9	1.5	100 %	89 %
Our study	2018	20	1.5/3	100 %	75 %

**Table 5. Series studied for literature review.**





**Figure 4. Correlation between CE-MRA and DSA to determine the side and location of AKA. Patient 32.**

a. Pre therapeutic coronal arterial time CE-MRA shows the dilated intra-ductal vein network (white arrowhead) masking AKA.

b. Post therapeutic coronal arterial time CE-MRA shows the AKA and its feeder pedicle (white arrows) and ASA (white arrowheads)

c. DSA confirms the location of AAK (white arrows) and ASA (white arrowheads)

## 7 REFERENCES

1. Krings, T. & Geibprasert, S. Spinal Dural Arteriovenous Fistulas. *Am. J. Neuroradiol.* **30**, 639–648 (2009).
2. Koch, C. Spinal dural arteriovenous fistula. *Curr. Opin. Neurol.* **19**, 69–75 (2006).
3. Spetzler, R. F., Detwiler, P. W., Riina, H. A. & Porter, R. W. Modified classification of spinal cord vascular lesions. *J. Neurosurg. Spine* **96**, 145–156 (2002).
4. Hassler, W. & Thron, A. Flow velocity and pressure measurements in spinal dural arteriovenous fistulas. *Neurosurg. Rev.* **17**, 29–36 (1994).
5. Endo, T., Endo, H., Sato, K., Matsumoto, Y. & Tominaga, T. Surgical and Endovascular Treatment for Spinal Arteriovenous Malformations. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)* **56**, 457 (2016).
6. Jeng, Y. *et al.* Spinal Dural Arteriovenous Fistula: Imaging Features and Its Mimics. *Korean J. Radiol.* **16**, 1119–1131 (2015).
7. Muralidharan, R., Saladino, A., Lanzino, G., Atkinson, J. L. & Rabinstein, A. A. The clinical and radiological presentation of spinal dural arteriovenous fistula. *Spine* **36**, E1641-1647 (2011).
8. Dijk, J. M. C. van, TerBrugge, K. G., Willinsky, R. A., Farb, R. I. & Wallace, M. C. Multidisciplinary Management of Spinal Dural Arteriovenous Fistulas: Clinical Presentation and Long-Term Follow-Up in 49 Patients. *Stroke* **33**, 1578–1583 (2002).
9. Krings, T. Vascular Malformations of the Spine and Spinal Cord. *Clin. Neuroradiol.* **20**, 5–24 (2010).
10. Toossi, S. *et al.* Utility of MRI in spinal arteriovenous fistula. *Neurology* **79**, 25–30 (2012).
11. Farb, R. I. *et al.* Spinal Dural Arteriovenous Fistula Localization with a Technique of First-Pass Gadolinium-enhanced MR Angiography: Initial Experience. *Radiology* **222**, 843–850 (2002).
12. Lindenholz, A., TerBrugge, K. G., van Dijk, J. M. C. & Farb, R. I. The accuracy and utility of contrast-enhanced MR angiography for localization of spinal dural arteriovenous fistulas: the Toronto experience. *Eur. Radiol.* **24**, 2885–2894 (2014).
13. Mull, M. *et al.* Value and Limitations of Contrast-Enhanced MR Angiography in Spinal Arteriovenous Malformations and Dural Arteriovenous Fistulas. *Am. J. Neuroradiol.* **28**, 1249–1258 (2007).

14. Huffmann BC, Gilsbach JM, Thron A, et. Spinal dural arteriovenous fistulas: a plea for neurosurgical treatment. *Acta Neurochir* **135**, 44–51 (1995).
15. Jellema Korné, Sluzewski Menno, Jan van Rooij Willem, Tijssen Cees C. & Beute Guus N. Embolization of spinal dural arteriovenous fistulas: importance of occlusion of the draining vein. *J. Neurosurg.* (2009).
16. Krings, T. *et al.* Imaging in spinal vascular disease. *Neuroimaging Clin. N. Am.* **17**, 57–72 (2007).
17. Backes, W. H. & Nijenhuis, R. J. Advances in Spinal Cord MR Angiography. *Am. J. Neuroradiol.* **29**, 619–631 (2008).
18. Riccioli, L. A., Marliani, A. F., Ghedin, P., Agati, R. & Leonardi, M. CE-MR Angiography at 3.0 T Magnetic Field in the Study of Spinal Dural Arteriovenous Fistula. Preliminary Results., CE-MR Angiography at 3.0 T Magnetic Field in the Study of Spinal Dural Arteriovenous Fistula: Preliminary Results. *Interv. Neuroradiol. J. Peritherapeutic Neuroradiol. Surg. Proced. Relat. Neurosci. Interv. Neuroradiol.* **13**, **13**, 13–18 (2007).
19. Luetmer, P. H. *et al.* Preangiographic Evaluation of Spinal Dural Arteriovenous Fistulas with Elliptic Centric Contrast-Enhanced MR Angiography and Effect on Radiation Dose and Volume of Iodinated Contrast Material. *Am. J. Neuroradiol.* **26**, 711–718 (2005).
20. Saindane, A. M., Boddu, S. R., Tong, F. C., Dehkharghani, S. & Dion, J. E. Contrast-enhanced time-resolved MRA for pre-angiographic evaluation of suspected spinal dural arterial venous fistulas. *J. Neurointerventional Surg.* **7**, 135–140 (2015).
21. Zhou G *et al.* Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance angiography for the localization of spinal dural arteriovenous fistulas at 3T. *J. Neuroradiol.* **44**, 17–23 (2017).
22. Wanda A & Dorsett-Martin DVM. Sex hormones and aortic wall remodeling in an arteriovenous fistula. *Gen Med* 157–69 (2007).
23. Schipper, S. Neurology of sex steroids and oral contraceptives. *Neurol Clin* **4**, 721–51 (1986).
24. Kralik, S. F., Murph, D., Mehta, P. & O'Neill, D. P. Diagnosis of spinal dural arteriovenous fistula using 3D T2-weighted imaging. *Neuroradiology* **59**, 997–1002 (2017).
25. Byrne James Vincent. Spinal Vascular Malformations. *Tutor. Endovasc. Neurosurg. Interv. Neuroradiol.* 269–283 (2017).
26. Lee, J. *et al.* Clinical presentation, imaging findings, and prognosis of spinal dural arteriovenous fistula. *J. Clin. Neurosci.* **26**, 105–109 (2016).
27. Geibprasert S, Pongpech S, Jiarakongmun P, Krings T. Cervical spine dural arteriovenous fistula presenting with congestive myelopathy of the conus. *J Neurosurg*

*Spine*. **11**, 427-431 (2009)

28. Yen, P. P. W., Ritchie, K. C. & Shankar, J. J. S. Spinal dural arteriovenous fistula: correlation between radiological and clinical findings. *J. Neurosurg. Spine* **21**, 837–842 (2014).
29. Saraf-Lavi, E. *et al.* Detection of Spinal Dural Arteriovenous Fistulae with MR Imaging and Contrast-Enhanced MR Angiography: Sensitivity, Specificity, and Prediction of Vertebral Level. *Am. J. Neuroradiol.* **23**, 858–867 (2002).
30. McCutcheon, I. E., Doppman, J. L. & Oldfield, E. H. Microvascular anatomy of dural arteriovenous abnormalities of the spine: a microangiographic study. *J. Neurosurg.* **84**, 215–220 (1996).
31. Vargas, M. I. *et al.* Dynamic MR angiography (MRA) of spinal vascular diseases at 3T. *Eur. Radiol.* **20**, 2491–2495 (2010).
32. Clarençon F. *et al.* Comparison of intra-aortic computed tomography angiography to conventional angiography in the presurgical visualization of the Adamkiewicz artery. **55**, 1379–87 (2013).
33. Vargas M.I., Delavelle J, Kolher R, Becker C.D. & Lovblad K. Brain and spine MRI artifacts at 3 Tesla. *J. Neuroradiol.* **36**, 74–81 (2009).
34. Parmar, H., Ivancevic, M. K., Dudek, N., Gandhi, D. & Mukherji, S. K. Dynamic Mra With Four-dimensional Time-resolved Angiography Using Keyhole at 3 Tesla in Head and Neck Vascular Lesions. *J. Neuroophthalmol.* **29**, 119–127 (2009).

## 8 ANNEXES

N°	Age Sexe	Qualité image	Analyse en IRM											
			Œdème médullaire			« Flow voids » T2			Elargissement cône			ARM : Vaisseaux dilatés		
			S	J	Concordance	S	J	Concordance	S	J	Concordance	S	J	Concordance
1	61/F	2	0	0	(κ=1)	1	1	(κ=1)	0	0	(κ=1)	1	1	(κ=1)
2	78/M	2	1	1		0	0		0	0		0	0	
3	54/F	2	0	0	Se = 95 %	0	0	Se = 90 %	0	0	Se = 95 %	0	0	Se = 100 %
4	46/M	1	1	1	Sp = 53 %	1	1	Sp = 93 %	1	1	Sp = 60 %	1	1	Sp = 87 %
5	69/M	1	1	1	VPP = 73 %	1	1	VPP = 94 %	1	1	VPP = 76 %	1	1	VPP = 90 %
6	75/F	1	1	1	VPN = 89 %	1	1	VPN = 87 %	1	1	VPN = 90 %	1	1	VPN = 100 %
7	65/M	2	1	1		0	0		1	1		0	0	
8	65/M	1	0	0		0	0		0	0		0	0	
9	42/M	1	1	1		0	0		1	1		0	0	
10	71/M	1	1	1		0	0		1	1		1	1	
11	67/M	1	0	0		0	0		0	0		1	1	
12	80/M	1	1	1		1	1		1	1		1	1	
13	45/M	1	0	0		0	0		0	0		0	0	
14	70/M	1	1	1		0	0		1	1		0	0	
15	50/M	1	1	1		1	1		1	1		1	1	
16	42/F	1	1	1		1	1		1	1		1	1	
17	75/M	2	1	1		0	0		1	1		0	0	
18	62/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
19	72/M	1	1	1		1	1		1	1		1	1	
20	38/F	1	0	0		1	1		0	0		1	1	
21	70/F	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
22	62/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
23	74/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
24	37/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
25	65/M	1	1	1		1	1		1	1		1	1	
26	61/M	1	1	1		0	0		1	1		0	0	
27	74/M	1	0	0		0	0		0	0		0	0	
28	77/F	2	1	1		0	0		1	1		0	0	
29	65/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
30	52/M	1	0	0		0	0		0	0		0	0	
31	72/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
32	57/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	
33	76/M	2	1	1		0	0		1	1		1	1	
34	51/M	2	0	0		0	0		0	0		0	0	
35	78/M	2	1	1		1	1		1	1		1	1	

### Annexe 1. Analyse des signes de fistule durale médullaire en IRM et ARM.

S = Observateur Senior / J= Observateur Junior. 1 = Présence / 0 = Absence

Qualité de l'examen jugé par l'observateur Senior :

0 = ininterprétable

1 = qualité moyenne 2 = bonne qualité

N°	Age/Sexe	Artériographie		Angio-IRM				Concordance inter et intra observateur	Commentaires/Techniques
		Niveau	Côté	Obs S		Obs J			
				Niveau	Côté	Niveau	Côté		
1	61/F	L2	G	L2	G	L2	G	$\kappa$ interObs	
4	46/M	T8	D	T8	D	T8	D	Niv = 0.824	
5	69/M	T5	D	T5	D	NV	NV		
6	75/F	T12	G	T12	G	T12	D	$\kappa$ interObs	
10	71/M	T10	G	T10	G	T10	G	Côté = 0.552	
12	80/M	L2	D	NV	NV	NV	NV		FOV non adapté
15	50/M	T6	G	T9	G	NV	NV	$\kappa$ intra Obs	Artefacts cinétiques
16	42/F	Hypogastrique	D	T8	G	NV	NV	Niv = 1	
18	62/M	T7	G	T7	G	T6	D		
19	72/M	T11	G	T11	G	NV	NV	$\kappa$ intraObs	
21	70/F	T9	D	NV	NV	T9	D	Côté = 0.720	Artefacts cinétiques
22	62/M	T7	G	T7	G	T6	D		
23	74/M	T9	D	T9	D	T9	D		
24	37/M	T6	D	T6	D	T6	D		
25	65/M	L3	G	L3	G	L3	G		
29	65/M	T11	G	T11	G	T11	G		
31	72/M	T10	D	T10	D	T10	D		
32	57/M	T9	G	T9	G	T9	G		
33	76/M	L3	D	NV	NV	NV	NV		Fistule à bas débit
35	78/M	T10	G	T10	G	T10	G		

## Annexe 2. Résultats des corrélations ARM – Artériographie sur le niveau et côté de la fistule dure.

Obs S = Observateur Senior/Obs J= Observateur Junior.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

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

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

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

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

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

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

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





# RESUME

## Objectifs

Déterminer la performance clinique diagnostique de l'ARM (angio-IRM) dans la détection d'une fistule artérioveineuse durale rachidienne (FAVDR).

Les objectifs secondaires sont d'étudier le diagnostic topographique de la fistule durale, de l'AAK (artère d'Adamkiewicz) ainsi que l'impact de l'ARM sur la durée et la dose des angiographies diagnostiques.

## Matériel et Méthodes

Entre 2010 et 2017, tous les patients suspects de FAVDR ayant bénéficié d'une ARM puis d'une angiographie diagnostique ont été consécutivement inclus. L'ensemble des données a été relu par deux radiologues, en aveugle, en donnant les signes évocateurs de fistule durale puis le niveau et côté de la fistule. Un observateur a relu 3 mois après l'ensemble des données. Les concordances de l'ARM par rapport à l'artériographie ont été mesurées par le coefficient kappa de Cohen. La sensibilité et la spécificité de l'ARM ont été établies. La comparaison de durée et dosimétrie pour les patients ont été calculées par un t test pour les groupes suivants : fistule à l'angiographie, fistule à l'ARM et niveau de fistule établi à l'ARM.

## Résultats

Trente-cinq patients ont été inclus dont 20 présentant une FAVDR en angiographie. Les sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative des ARM étaient respectivement de 100%,87%,90% et 100% avec des coefficients de corrélation intra et inter observateur parfaits ( $k=1$ ). La fistule a été correctement objectivée dans 75% des cas pour l'observateur senior versus 60% pour l'observateur junior. L'AAK a été correctement visualisée dans 20% des cas chez les patients ayant une fistule à l'ARM. Chez les patients présentant une fistule à l'ARM, la dose délivrée et la durée en artériographie avaient une tendance à diminuer.

## Conclusion

Cette étude confirme l'intérêt de l'ARM, en termes de sensibilité, utilité et précision dans l'évaluation des fistules durales médullaires avec pour but de réserver l'artériographie à des fins thérapeutiques. Au vu de nos résultats, on pourrait également se passer d'artériographie médullaire chez les patients n'ayant pas de signe de fistule durale en ARM.

**Mots clés :** Fistule artérioveineuse durale médullaire ; Angio-IRM ; Artériographie ; Localisation fistule ; Artère d'Adamkiewicz.