



**HAL**  
open science

# Étude de faisabilité: description de l'évolution du débit sanguin cérébral dans les séquences I.R.M en Arterial Spin Labeling (A.S.L) après un arrêt cardiaque

Timothée Morales

► **To cite this version:**

Timothée Morales. Étude de faisabilité: description de l'évolution du débit sanguin cérébral dans les séquences I.R.M en Arterial Spin Labeling (A.S.L) après un arrêt cardiaque. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02049544

**HAL Id: dumas-02049544**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02049544v1>**

Submitted on 26 Feb 2019

**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

**Etude de faisabilité : description de l'évolution du débit sanguin  
cérébral dans les séquences I.R.M en *Arterial Spin Labeling* (A.S.L)  
après un arrêt cardiaque**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE**

**Le 17 Octobre 2018**

**Par Monsieur Timothée MORALES**

**Né le 8 mars 1989 à Nîmes (30)**

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

**D.E.S. d' ANESTHÉSIE-RÉANIMATION**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas**

**Président**

**Monsieur le Professeur VELLY Lionel**

**Directeur**

**Monsieur le Professeur LEONE Marc**

**Assesseur**

**Madame le Professeur ICHAI Carole**

**Assesseur**



**Etude de faisabilité : description de l'évolution du débit sanguin  
cérébral dans les séquences I.R.M en *Arterial Spin Labeling* (A.S.L)  
après un arrêt cardiaque**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MARSEILLE**

**Le 17 Octobre 2018**

**Par Monsieur Timothée MORALES**

**Né le 8 mars 1989 à Nîmes (30)**

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

**D.E.S. d' ANESTHÉSIE-RÉANIMATION**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas**

**Président**

**Monsieur le Professeur VELLY Lionel**

**Directeur**

**Monsieur le Professeur LEONE Marc**

**Assesseur**

**Madame le Professeur ICHAI Carole**

**Assesseur**

# 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

**Asseseurs :**

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

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

### 1967

MM. les Professeurs  
DADI (Italie)  
CID DOS SANTOS (Portugal)

### 1974

MM. les Professeurs  
MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)  
T.A. LAMBO (Suisse)

### 1975

MM. les Professeurs  
O. SWENSON (U.S.A.)  
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

### 1976

MM. les Professeurs  
P. FRANCHIMONT (Belgique)  
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

### 1977

MM. les Professeurs  
C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)  
C.GIBBS (U.S.A.)  
J. DACIE (Grande-Bretagne)

### 1978

M. le Président  
F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

### 1980

MM. les Professeurs  
A. MARGULIS (U.S.A.)  
R.D. ADAMS (U.S.A.)

### 1981

MM. les Professeurs  
H. RAPPAPORT (U.S.A.)  
M. SCHOU (Danemark)  
M. AMENT (U.S.A.)  
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)  
S. REFSUM (Norvège)

### 1982

M. le Professeur  
W.H. HENDREN (U.S.A.)

### 1985

MM. les Professeurs  
S. MASSRY (U.S.A.)  
KLINSMANN (R.D.A.)

### 1986

MM. les Professeurs  
E. MIHICH (U.S.A.)  
T. MUNSAT (U.S.A.)  
LIANA BOLIS (Suisse)  
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

### 1987

M. le Professeur  
P.J. DYCK (U.S.A.)

### 1988

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)

### 1989

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	RUFO 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	SEBAHOUN Gérard	31/08/2018

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

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

**EPIDEMIOLOGIE, 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)  
MERRROT 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)  
BRETTELLE 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)  
PAPAZIAN 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)  
BREGÉON 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)  
DADOIN 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 Professeurs

Monsieur le Professeur Bruder,

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ma thèse et de m'avoir formé dans votre service dès mes premiers semestres d'internat. Vous m'avez guidé dans ma pratique au quotidien aussi bien le jour au cours de visites didactiques que la nuit durant des gardes souvent agitées. J'espère pouvoir bénéficier encore de votre expertise bienveillante dans les années à venir.

Madame le Professeur Ichai,

Je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail de thèse sans hésiter en venant de Nice. Vos enseignements clairs et votre force de convictions ont construit mes pratiques et ma vision de notre spécialité. J'espère être digne votre assentiment.

Monsieur le Professeur Leone,

Je vous remercie de juger mon travail de thèse et de m'avoir fait découvrir l'anesthésie-réanimation alors que je commençais seulement mon externat. C'est avec vous que j'ai été confronté pour la première fois aux situations critiques que présentent les patients de notre spécialité et c'est vous qui m'avez permis de les surmonter. Votre finesse d'analyse restera pour moi un exemple.

Monsieur le Professeur Velly, Lionel,

Merci de m'avoir dirigé du début à la fin dans ce travail, tes directives et tes conseils ont été aussi précieux qu'indispensable pour me faire avancer dans l'élaboration de cette thèse. Tu as toujours été présent pour m'aider quand j'étais en difficulté et a su stimuler et développer mes compétences pour que j'évolue dans tous mes projets. Merci de m'avoir donné le goût de la rigueur pour achever mon travail. Je te remercie d'avance pour les défis à venir que nous franchirons.

# Sommaire

<b>Résumé</b> .....	<b>2</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
Justification .....	3
La perfusion par marquage de spin artériel.....	4
Principe général .....	4
Le marquage continu (CASL).....	5
Le marquage pulsé (PASL) .....	6
Artefacts.....	6
Objectifs .....	7
<b>Matériel et méthode</b> .....	<b>8</b>
Population .....	8
Recueil des données .....	8
Critère de jugement .....	11
Analyse statistique .....	11
<b>Résultats</b> .....	<b>12</b>
Caractéristiques du débit sanguin cérébral chez tous les patients.....	13
Premier profil.....	16
Second profil.....	16
Relation entre ASL et T2 perfusion.....	17
Valeur pronostic.....	18
<b>Discussion</b> .....	<b>21</b>
Limites .....	22
<b>Conclusions</b> .....	<b>23</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>24</b>
<b>Figures et tableaux</b> .....	<b>27</b>

## Résumé

Introduction : Le débit sanguin cérébral (DSC) après un arrêt cardiaque extra hospitalier (ACEH) a été principalement décrit avec des techniques invasives. Cette étude de faisabilité avait pour objectif de décrire l'évolution du DSC après un ACEH avec les séquences d'IRM en arterial spin labeling (ASL), d'évaluer sa corrélation avec les séquences T2 de perfusion et sa valeur pronostique.

Matériel et méthode : Cette étude observationnelle, monocentrique, rétrospective menée à l'hôpital de la Timone incluait les patients admis en réanimation entre mai 2015 et septembre 2018 pour un ACEH et présentant un coma après 7 jours d'évolution. Les DSC de 39 régions cérébrales étaient mesurée dans en ASL et en T2 de perfusions pour rechercher celles qui étaient en hyper débit, en hypo débit par rapport à des témoins. L'évolution neurologique était évaluée avec la Cerebral Performance Category (CPC) à 6 mois d'évolution pour classer les patients en deux groupes : évolution favorable (CPC 1-2) ou évolution défavorable (CPC 3-5).

Résultats : 25 patients avec une IRM interprétable ont pu être inclus dans notre étude avec un délai médian de réalisation de l'IRM de 11 jours (IQR entre 10 et 15). Quatre ont évolué favorablement et 21 ont évolué défavorablement. La plupart des régions cérébrales étaient en hyper débit sauf les régions du cingulum, des noyaux caudés et de l'insula par rapport aux témoins. Deux profils de circulation sanguine cérébrale ont pu être observé : un avec un hyper débit insulaire associé à un hypo débit des noyaux caudés et du cingulum, et un autre avec un hyper débit cingulaire isolé. La cartographie du DSC en ASL était significativement corrélée à celle obtenue en séquence T2 de perfusion.

Conclusion : Notre étude retrouve deux profils de circulation sanguine cérébrale en ASL lorsqu'il est évalué 7 jours après un ACEH.

## **Introduction :**

### **Justification :**

Les arrêts cardiaques extrahospitaliers (ACEH) sont un problème de santé publique important avec une incidence de 60 pour 100000 habitants (1). En raison des phénomènes d'ischémie/ reperfusion, les lésions cérébrales représentent la cause principale de morbidité et de mortalité après un ACEH (2). Etablir un pronostic fiable de l'amélioration des troubles de la conscience entraînés par ces lésions représente donc un enjeu majeur pour guider le réanimateur dans sa prise en charge. Il s'agit de pouvoir déterminer si la poursuite des soins ne va pas entraîner de handicap sévère ou si l'on arrête les thérapeutiques uniquement chez les personnes présentant un coma irréversible de manière certaine. Les outils de pronostic permettant d'établir une évolution défavorable les plus utilisés à la phase initiale sont le rythme cardiaque initial, la durée de la réanimation avant un retour à une activité circulatoire spontanée, le score de Glasgow Coma Scale (GSC) et l'absence de réflexe pupillaire (3). Avec l'apparition de l'hypothermie thérapeutique et l'amélioration des prises en charge de réanimation, ces indicateurs sont pris en défaut dans 20% des cas (4). D'autres éléments en lien avec un évolution défavorable sont utilisés comme l'absence de réactivité à l'électroencéphalogramme (EEG), l'absence de réponse corticale aux potentiels évoqués somesthésiques (PES) N20 ou un niveau élevé de Neuron-Specific Enolase (NSE) (3). Cependant les résultats de ces examens sont également modifiés par l'hypothermie thérapeutique (5) et l'utilisation de curares (6). Le risque d'une évaluation trop précoce du pronostic est de ne pas mettre en évidence un patient qui aurait une évolution neurologique favorable (7). En considérant les limites de spécificité et de sensibilité de ces examens, les recommandations actuelles préconisent de différer l'évaluation du pronostic après l'hypothermie et l'arrêt des sédations ainsi que d'avoir une approche multimodale (8).

De nombreuses études ont démontré que le débit sanguin cérébral (DSC) était altéré après un arrêt cardiaque (9). La Tomographie par émission de positron, technique d'imagerie invasive utilisant l'oxygène marqué, révèle des anomalies du DSC après un arrêt cardiaque (10). Avant l'avènement de l'IRM, la Tomodensitométrie au Xénon retrouvait une diminution du DSC précoce après un arrêt cardiaque, suivit d'une phase d'hyperhémie (11).

Toutes ces techniques ont l'inconvénient d'être invasives et de nécessiter l'administration d'un traceur exogène. Plus récemment le doppler C a été étudié et retrouve des résultats similaires (12). Cependant cette technique reste dépendante de l'opérateur qui l'utilise. L'Imagerie par résonance magnétique (IRM) de perfusion par marquage de spin artériel (Arterial Spin Labeling ASL) semble être fiable dans le cadre des encéphalopathies secondaires aux hypoxies néonatales (13). Une étude a mis en évidence l'hyperhémie après un arrêt cardiaque chez des enfant (14). Il manque d'étude chez l'adulte pour déterminer la place de cette technique après un arrêt cardiaque.

### **La perfusion par marquage de spin artériel.**

L'Imagerie par Résonance Magnétique de perfusion par marquage de spin artériel ou Arterial Spin Labeling (ASL) permet d'évaluer la perfusion cérébrale de manière non invasive. Elle a été développée depuis le début des années 1990. Il s'agit d'une technique d'imagerie de perfusion sans injection de produit de contraste basée sur l'utilisation du proton de l'eau intravasculaire comme traceur endogène auquel on applique une impulsion de radiofréquence.

#### **Principe général.**

Il s'agit d'une technique différentielle au cours de laquelle deux acquisitions sont réalisées: une acquisition contrôle et une acquisition avec marquage des protons artériels. Avec les techniques les plus fréquemment utilisées, le marquage magnétique des protons artériels est effectué en amont du volume d'intérêt, au niveau des vaisseaux du cou, par une impulsion de radiofréquence. Le marquage diminue avec le temps de relaxation (T1). À un temps TI (temps d'inversion) après l'impulsion de marquage, on réalise l'acquisition des images avec la visualisation des protons marqués qui ont migré dans la zone étudiée : le parenchyme cérébral. Ce TI ne doit pas être trop court sinon les protons marqués sont encore en intra artériel. S'il est trop long les protons marqués ont eu le temps de se relaxer et le signal est alors le même que l'image de contrôle. A certaines conditions, en faisant la soustraction de l'image marquée et de l'image contrôle, ce qui annule le signal des tissus statiques, on obtient une image pondérée en perfusion. Ainsi à l'aide d'un post traitement on obtient une évaluation du débit sanguin cérébral (DSC) (15). Il est nécessaire d'acquérir plusieurs couples d'images car le rapport signal sur bruit est faible. (Figure 1)

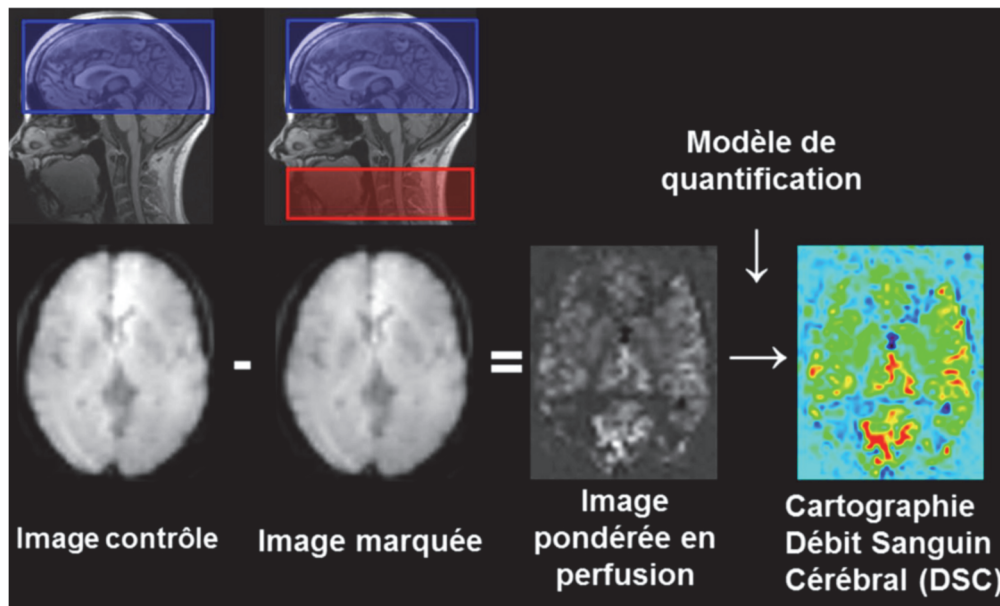


Figure 1. Principe du marquage de spin en ASL pour obtenir une cartographie du DSC

Il existe de multiples méthodes de marquage de proton mais deux sont utilisées le plus couramment: Le marquage continu (CASL) et le marquage pulsée (PASL) (16). Chacune de ces méthodes a ses avantages et ses inconvénients.

#### Le marquage continu (CASL):

Cette technique consiste à marquer les protons intravasculaires avec une impulsion de radiofréquence en continu au niveau des vaisseaux du cou. L'inversion est réalisée par l'application conjointe d'une impulsion continue et d'un gradient d'aimantation dans le sens du flux sanguin (17). Cette méthode permet d'avoir un contraste de perfusion plus important que les autres mais présente deux inconvénients majeurs : des effets de transfert d'aimantation et un dépôt d'énergie dans les tissus important. Les effets de transfert d'aimantation correspondent à la saturation partielle des macromolécules et à une diminution du signal de l'eau libre du volume à étudier.

Une variante récente et le marquage pseudocontinu (PcASL) qui consiste à marquer le proton par des impulsions de radiofréquence courtes et répétées tandis que l'inversion se fait par un gradient de champ magnétique alternant bipolaire. Cette technique permet de conserver un contraste de perfusion équivalent au CASL en limitant les effets de transfert d'aimantation et de dépôt d'énergie. Le rapport signal sur bruit est donc meilleur (18) .



## Le marquage pulsé (PASL) :

Il utilise des impulsions très courtes sur de très larges zones de marquage avec acquisition du signal après le délai TI. Le PASL présente l'avantage de moins subir les effets de transferts d'aimantation que le CASL. Il est plus utilisé en pratique courante.

Il existe deux groupes de séquences de PASL qui diffèrent par la position de la zone de marquage par rapport aux coupes : les méthodes symétriques et les méthodes asymétriques. La méthode symétrique de base, flow alternating inversion recovery (FAIR), utilise une impulsion d'inversion non sélective lors du contrôle, qui devient sélective avec l'ajout d'un gradient de sélection de coupe pour le marquage (19). Les méthodes asymétriques, dont la première version echo-planar mr imaging and signal targeting with alternative radiofrequency (EPISTAR) a été décrite en 1994, ont une zone de marquage de 10—15 mm d'épaisseur, située en amont du volume d'intérêt [10]. Avec la séquence EPISTAR, le marquage est effectué par un pulse d'inversion après saturation de l'aimantation. Lors de l'acquisition contrôle, le volume de marquage est situé en aval du volume d'intérêt pour contrôler l'effet de transfert d'aimantation. (Figure 2)

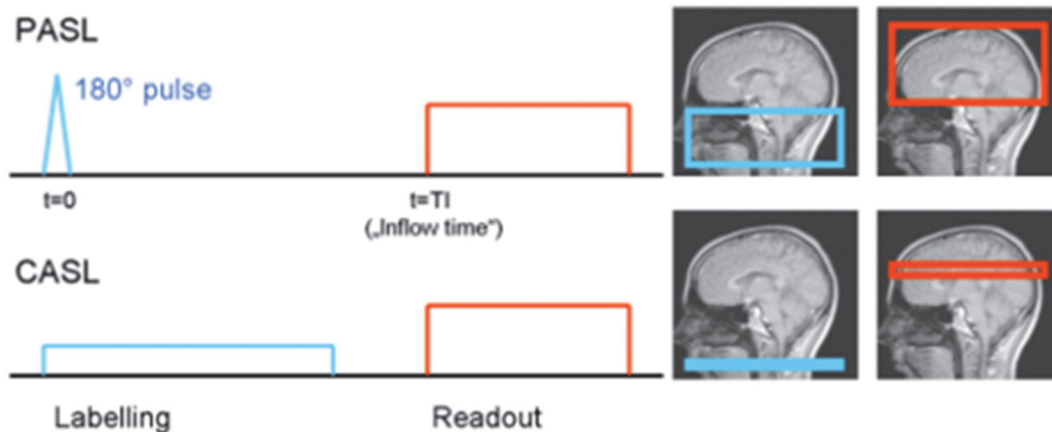


Figure 2. Principe des deux techniques de marquage de spin

## Artefacts

L'imagerie en ASL comporte des artefacts spécifiques à la technique :

L'artefact vasculaire est surtout présent en PASL. Il est dû à la persistance de protons marqués en intra vasculaire, au moment de l'acquisition de l'image marquée. Sa présence indique un ralentissement du temps de transit artériel, comme dans le cas d'une sténose, ou un lorsque le TI choisi est trop court.

La perte de signal dans les coupes supérieures due à la relaxation des protons marqués est surtout présente en ASL 2D.

Chez les patients conscients, on observe des zones d'hyper perfusion physiologique comme dans les zones occipitales qui sont dues à l'activation de l'aire visuelle des patients dans l'environnement de l'IRM et dans les zones frontales déjà décrites dans d'autres imageries de perfusion. Il y a également des zones d'hypo perfusion physiologique qui s'étendent des cornes frontales et occipitales au cortex frontaux et pariéto-occipitaux.

L'imagerie ASL comporte aussi des artefacts non spécifiques :

Les mouvements entraînent des artefacts importants en raison de la nécessité d'acquérir plusieurs couples image marquée-image contrôle pour améliorer le rapport signal sur bruit.

L'artefact de susceptibilité magnétique lié à l'acquisition rapide des images entraîne une diminution focale de la perfusion à la base du crâne et dans les régions temporales et frontales. Les hématomes et les calcifications entraînent aussi ce type d'artefact.

## **Objectifs :**

L'objectif principal de notre travail est de décrire l'évolution du débit sanguin cérébral mesuré par ASL perfusion après un arrêt cardiaque. Les objectifs secondaires sont d'évaluer la corrélation de la mesure du DSC par ASL avec celle mesurée par les séquences en perfusion T2 et de rechercher une éventuelle valeur pronostique dans l'encéphalopathie post anoxique après un ACEH.

## Matériel et méthode :

### Population

Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective, monocentrique. Nous avons inclus tous les patients âgés de plus de 18 ans admis en réanimation à l'hôpital de la Timone entre mai 2015 et septembre 2018 avec le diagnostic d'arrêt cardiaque (AC) récupéré et présentant un coma persistant 7 jours après une réanimation adaptée. Les troubles de la conscience étaient définis par une absence de réponse à l'ordre simple ne pouvant être expliquée par la sédation ou un déficit neurologique focal. A partir d'une étude préalable réalisée par notre équipe, nous avons également inclus des témoins afin de comparer leurs imageries aux sujets de l'étude. Les patients étaient exclus s'ils présentaient une contre-indication à l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ou si la présence d'une défaillance hémodynamique ou respiratoire empêchait le transport jusqu'au service de radiologie.

Tous les sujets ont eu une IRM incluant des séquences en Arterial Spin Labeling (ASL) et en perfusion pondérée en T2\* permettant la mesure du débit sanguin cérébral (DSC).

### Recueil des données :

Nous avons recueilli les données démographiques et anamnestiques incluant la durée de réanimation avant le retour à une activité circulatoire spontanée, le score de Glasgow Coma Scale à l'admission et au jour de réalisation de l'IRM. Un électroencéphalogramme 20 dérives était réalisé pour en obtenir le score de synek (20) (*supplément*). Ces données ont été recueillies de manière rétrospective à partir de l'étude des dossiers.

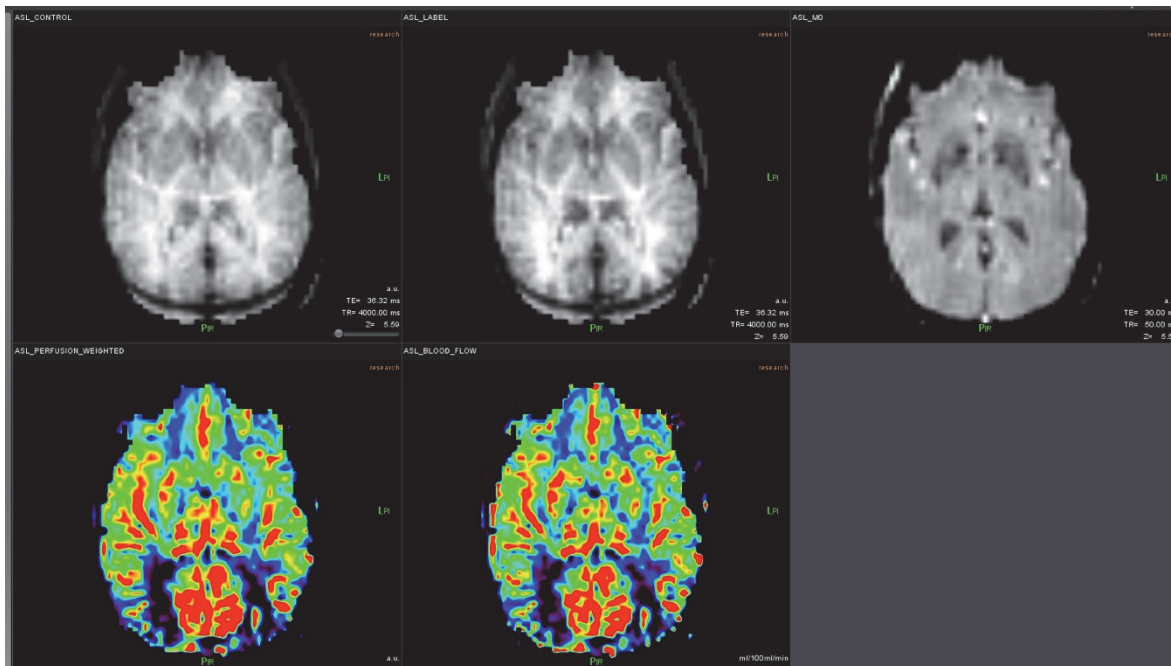
Une IRM a été réalisée pour tous les patients entre le septième jour et le vingtième jour après le retour à une activité circulatoire spontanée. Les images étaient acquises à l'aide d'une IRM Siemens 1,5 Tesla. Pour la quantification du DSC nous avons procédé à une séquence ASL 3D associée à une séquence en densité de protons (M0 : 3D DP flash), ainsi qu'une séquence de perfusion T2\* avec injection de Gadolinium pour la comparaison. A celles-ci on a rajouté des séquences conventionnelles.

Le post-traitement des images se faisait à l'aide du logiciel Oléa Sphère (Figure 3) pour quantifier le débit sanguin cérébral. Le modèle utilisé était le suivant :

$$ASL_{BLOODFLOW} = \frac{6000 \lambda (SI_{control} - SI_{label}) e^{\frac{TI}{T1_{blood}}}}{2 \alpha T1_1 SI_{PD}}$$

où  $\lambda$  est le coefficient de partage cerveau/sang en mL/g,  $S_{\text{control}}$  et  $S_{\text{label}}$  sont les intensités de signal de moyenne temporelle pour les images contrôles et les images marquées,  $T1_{\text{blood}}$  (ms) est le temps de relaxation longitudinal du sang,  $\alpha$  est l'efficacité du marquage,  $S_{\text{IPD}}$  est l'intensité du signal des images en densité de protons ( $M0$  images), et  $\tau$  (ms) est la durée du marquage.  $PLD$  (ms) est le délai après marquage,  $TI$  (ms) est la durée du bolus en PASL qui est l'équivalent de la durée du marquage en CASL/pCASL, et  $TI1$  (ms) est le temps d'inversion en PASL.

Le facteur 6000 convertit l'unité mL/g/s en mL/ (100 g)/min, ce qui correspond à la littérature.



*Figure 3. Module ASL du Logiciel Oléa Spère. Représentant de gauche à droite et de haut en bas l'image contrôlée, l'image marquée, l'image en densité de proton, les deux cartographies du débit sanguin cérébral obtenues après le post traitement du logiciel Oléa Spère*

Les régions d'intérêt (ROI) étaient : les noyaux gris centraux avec la tête du noyau caudé, le pallidum, le putamen et le thalamus, des zones de substance blanche au niveau frontal, pariétal et occipital, des zones corticales au niveau du cunéus, de cingulum dans sa partie occipitale, du lobe frontal, du lobe pariétal, de l'insula, du lobe temporal et des zones au niveau des hémisphère cérébelleux, du pont, du splenium du corps calleux et des hippocampes. Ces ROI sont présentées sur la figure 4 sur une séquence d'IRM en Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR).

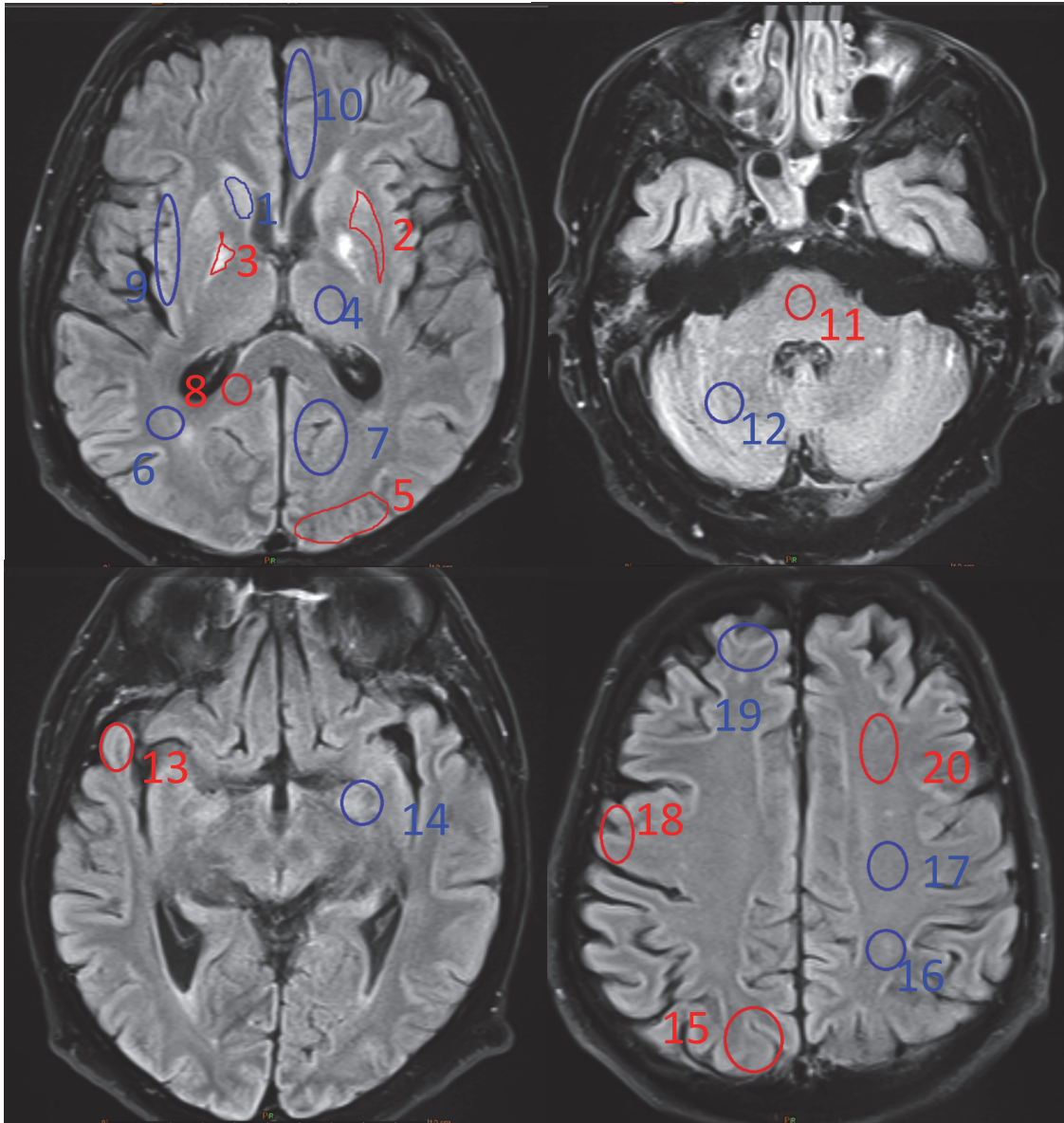


Figure 4. Disposition des régions d'intérêt sur une séquence FLAIRE

1= Noyau caudé ; 2= Putamen; 3=Palidum; 4=Thalamus; 5= Cunéus; 6=Lobe occipital;  
 7=Cingulum; 8= Splénium du corps calleux 9= Insula; 10= Gyrus frontal supérieur interne; 11= Pont ; 12= hémisphère cérébelleux; 13= Gyrus de Heschl; 14= Hippocampe;;;  
 15= Précunéus; 16= Lobe temporal; 17= Lobe frontal ; 18= Aire motrice principale;  
 19= Gyrus frontal supérieur; 20= Lobe frontal supérieur

### **Critère de jugement :**

Les débits sanguins cérébraux des patients étaient comparés à la valeur moyenne des témoins. Ils étaient considérés en hyper débit si leur valeur était supérieure de 2 déviations standard à la moyenne des témoins. Ils étaient considérés en hypo débit si leur valeur était inférieure de 2 déviations standard à la moyenne des témoins.

Les patients étaient classés en groupes selon leur évolution neurologique à 6 mois basé sur l'évaluation du Glasgow Pittsburg Cerebral Performance Category (21) (CPC) (supplément). Nous avons ainsi établi trois groupes : évolution favorable (CPC 1-2), évolution défavorable (CPC 1-5) et les témoins.

### **Analyse statistique :**

La normalité des données continues était testée pour déterminer si nous présentions les moyennes  $\pm$  déviation standard (DS) ou les médianes  $\pm$  intervalle interquartile (IQR). La comparaison entre les groupes était faite à l'aide du test de Mann-Whitney U ou du Student selon le cas. Pour chaque variable significativement prédictive ( $p < 0,05$ ), une courbe receiver-operating-characteristic (ROC) était réalisée avec son aire sous la courbe (AUC) calculée. Les analyses statistiques étaient effectuées à l'aide du logiciel MEDCALC.

## Résultats

Trente-deux patients ont été admis en réanimation à l'hôpital de la Timone pour un ACEH et ont passé une IRM pour des troubles de conscience persistant après 7 jours. Sept d'entre eux n'ont pas pu être analysés, 6 du fait d'artefact de mouvement trop important et 1 perdu de vue dont nous n'avons pas pu déterminer l'état neurologique à 6 mois. Parmi les 25 restant, 4 patients ont évolué favorablement avec un score de CPC de 1 ou 2 et 21 patients ont évolué défavorablement, 3 avec un score de CPC à 3, 2 avec un CPC à 4 et 17 sont décédés avant 6 mois d'évolution. Tous les décès étaient secondaires à une limitation ou un arrêt des thérapeutiques. Les caractéristiques initiales de la population sont exposées dans le tableau 1. Le rythme cardiaque des patients évoluant favorablement était significativement plus souvent un rythme non choquable ( $p=0,0166$ ), dans 2 (50%) cas il s'agissait d'une asystolie et dans les 2 (50%) d'une dissociation électromécanique.

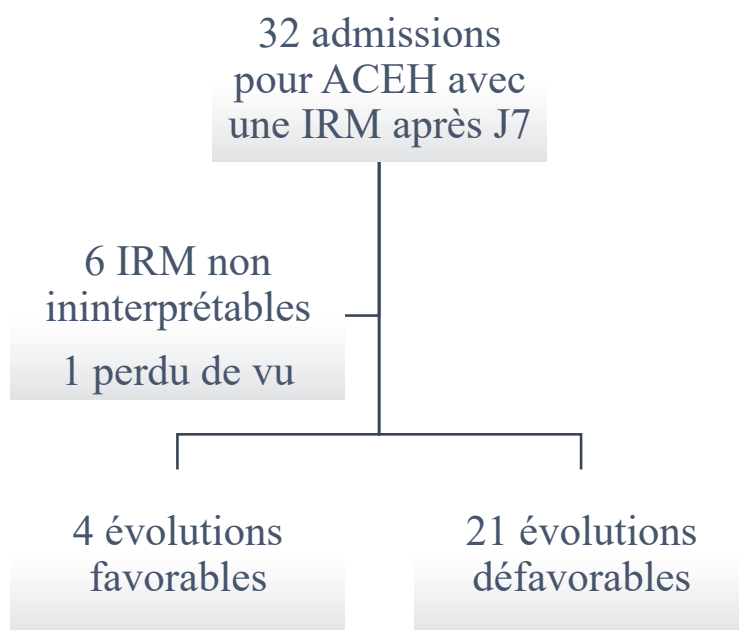


Figure 5. Diagramme de flux

Tableau 1. Caractéristiques initiales de la population.

Les IQR et les DS sont entre parenthèse.

	Tous les patients n= 25	Evolution favorable n= 4	Evolution défavorable n= 21	Valeur p
<b>Données démographiques</b>				
Age	55 (15)	50 (9)	56 (15)	0,41
Homme	13 (52%)	4 (100%)	9 (43%)	0,09
Femme	12 (48%)	0	12 (57%)	
<b>Terrain médical</b>				
Hypertension artérielle	6 (24%)	2 (50%)	4 (20%)	0,23
Cardiopathie ischémique	2 (8%)	1 (25%)	1 (5%)	0,32
<b>Caractéristiques de l'arrêt cardiaque</b>				
Durée de l'ACR	25 (12)	29 (16)	25 (12)	0,54
Durée de la RCP	24 (11)	29 (16)	22 (11)	0,34
<b>Rythme initial</b>				
Choquable	15	0	15 (71%)	<0 ;05 *
Non choquable	10 (48%)	4 (50%)	6 (29%)	
<b>Caractéristique à l'admission</b>				
GSC	3	3	3	1
pH sanguin	7.21 (6.87;7.33)	7.25 (7.06;7.32)	7.20 (7.1;7.25)	0.50
Créatinine sérique	95 (68 ;203)	95 (91 ; 117)	96 (81 ;112)	0.72
Lactate sérique	5.5 (3.91)	4.9 (4.7)	4.9 (4.7)	1
Etat de choqe	13 (52%)	2 (50%)	11 (52%)	0,88
Infarctus myocardique	12 (48%)	3 (75%)	9 (43%)	0,31
<b>Thérapeutiques</b>				
Hypothermie	21 (84%)	3 (75%)	18 (85%)	0,51
Circulation extra corporelle	1 (4%)	0	1 (5%)	1
Epuration extra rénale	2 (8%)	0	2 (10%)	1

## Caractéristiques du débit sanguin cérébral chez tous les patients.

Nous avons pu analyser un total de 975 valeurs de débits sanguins cérébraux régionaux de patients ayant présenté un ACEH. La distribution de ces valeurs par région est illustrée par la figure 5. Les DSC moyens allaient de 26mL/100g/min chez une patiente à 120mL/100g/min pour le plus élevé. Le DSC régional présentait la dispersion la plus importante au niveau du cingulum et il variait de 10mL/100g/min à 449mL/100g/min. En comparant ces valeurs région par région à la moyenne des témoins, comme présentées dans le tableau 2, nous avons pu mettre en évidence que, dans la plupart des régions étudiées, les patients présentaient un hyper débit. Les seules zones en hypo débit chez plusieurs patients étaient les noyaux caudés, avec des DSC < 18mL/100g/min pour des moyennes à 112mL/100g/min, les cingulum, avec des DSC < 28mL/100g/min pour des moyennes à 125mL/100g/min, et les insula, avec des DSC < 20mL/100g/min pour des moyennes à 97mL/100g/min.



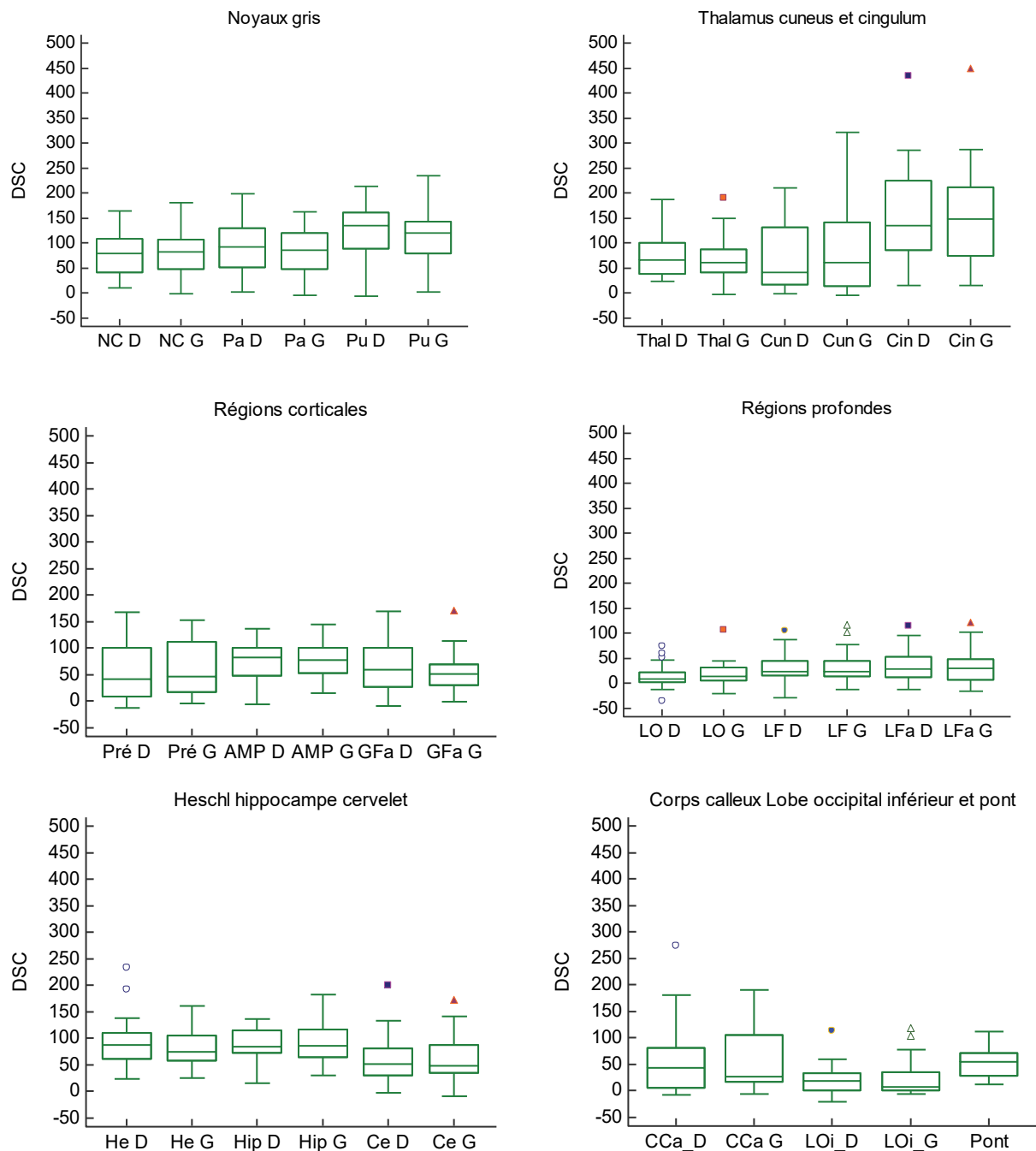


Figure 6. Distribution des DSC régionaux.

*D= Droit ; G= Gauche ; NC = Noyau caudé droit, PU= Putamen ; Pa=Palidum ; ;  
 Thal=Thalamu ; Cun= Cunéus ; Loi=Lobe occipital ; Cin=Cingulum gauche ;  
 Cca= Splénium du corps calleux ; He= Gyrus de Heschl droit ; Hip= Hippocampe ;  
 Ce= hémisphère cérébelleux ; 26= hémisphère cérébelleux gauche ; Pré= Précunéus ;  
 LO= Lobe Pariétal ; AMP=Aire motrice principale gauche ; ; LF= Lobe frontal gauche ;  
 Gfa = Gyrus frontal supérieur ; Lfa= Lobe frontal supérieur*

Tableau 2. DSC régionaux moyens des Témoins et nombre de patients avec des valeurs extrêmes de DSC.

Les DS sont entre parenthèse.

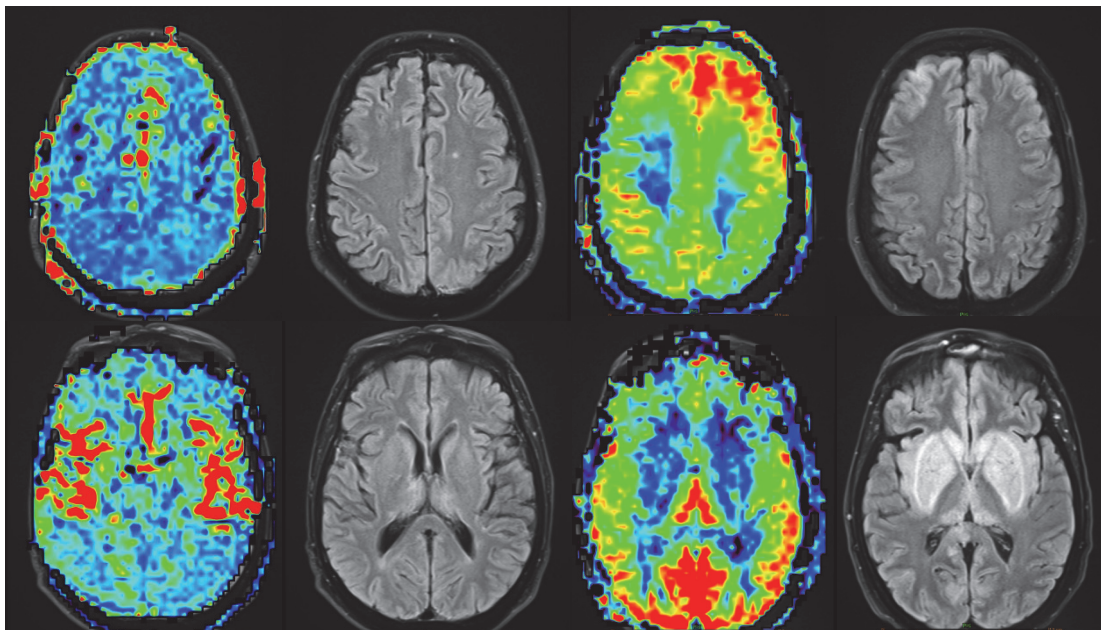
	Témoins N=5	Nombre de patient en hyperdébit	Nombre de patient en hypodébit
Noyau caudé droit	109 (31)	0	9
Noyau caudé gauche	116 (18)	1	13
Thalamus droit	75 (40)	1	0
Thalamus gauche	70 (51)	1	0
Noyau lenticulaire droit	100 (19)	9	1
Noyau lenticulaire gauche	113 (48)	1	1
Putamen droit	109 (48)	1	1
Putamen gauche	126 (57)	9	1
Pallidum droit	70 (27)	8	2
Pallidum gauche	56 (29)	8	1
Insula droite	95 (20)	10	4
Insula gauche	99 (25)	5	3
Cuneus droit	91 (74)	0	0
Cuneus gauche	83 (80)	1	0
Lobe occipital droit	3 (3)	12	4
Lobe occipital gauche	4 (8)	8	1
Cingulum droit	129 (28)	9	6
Cingulum gauche	121 (46)	6	3
Gyrus frontal supérieur	40 (19)	14	0
Interne droit			
Gyrus frontal supérieur interne gauche	51 (19)	17	0
Gyrus frontal supérieur droit	20 (13)	16	1
Gyrus frontal supérieur gauche	33 (21)	5	0
Lobe frontal antérieur droit	11 (9)	13	1
Lobe frontal antérieur gauche	19 (8)	11	5
Aire motrice principale droite	36 (24)	11	0
Aire motrice principale gauche	34 (35)	20	0
Lobe frontal droit	4 (4)	21	1
Lobe frontal gauche	7 (7)	14	1
Précunéus droit	28 (29)	8	0
Précunéus gauche	18 (26)	11	0
Lobe occipital droit	3 (3)	12	4
Lobe occipital gauche	4 (8)	8	1
Gyrus de Heschl droit	56 (7)	19	3
Gyrus de Heschl gauche	50 (16)	12	0
Hippocampe droit	72 (22)	5	1
Hippocampe gauche	71 (20)	9	1
Lobe cérébelleux droit	48 (21)	6	2
Lobe cérébelleux gauche	49 (22)	2	2
Pont	47 (20)	5	0

## Premier profil

Un premier profil, illustré par la figure 6, était observé chez 5 patients avec un hyper débit dans les régions insulaires et un hypo débit marqué au niveau du gyrus cingulaire et des noyaux caudés. Le reste du parenchyme avait un débit conservé ou bas. Le délai médian avant l'IRM pour ces patients était de 10 jours (IQR entre 9 et 13). Leur âge était en moyenne de 50,8 ans (DS =9,7).

## Second profil

Par ailleurs un autre profil présent chez 5 patients était caractérisé par un hyper débit isolé et important, supérieur à 200mL/100g/min au niveau des cingulum. Chez ces patients, les autres régions cérébrales avaient un débit normal, comparable à celui des témoins. Le délai médian avant l'IRM de ces patients était de 8 jours (IQR entre 7 et 9) et ne variait pas significativement ( $p=0,0593$ ) par rapport au premier profil. Leur âge était en moyenne de 61,8 ans (DS =5,9) et n'était pas significativement différent entre les deux profils ( $p=0,0638$ ). La durée moyenne entre la survenu de l'ACEH et le retour à une activité circulatoire spontanée ne différait pas significativement entre le premier profil (23 min DS=4,7) et le deuxième profil (26,6 min DS =8,6)



*Figure 7. Cartographie du DSC en ASL des deux profils observés*

*A droite le premier profil et à gauche le deuxième profil décrit. Pour chacun on voit la cartographie de DSC en séquence ASL et les images anatomiques en FLAIR. Le premier patient présente un hyper débit insulaire avec un hypo débit profond du cingulum et du cunéus, le reste du parenchyme est globalement en hypo débit. Chez la patiente de gauche on note un hyper débit en ASL au niveau du cingulum et du cunéus avec un hypo débit des noyaux gris centraux, notamment des noyaux caudés et lenticulaire. Sur les coupes supérieures on note un hyper débit isolé de la région frontale gauche avec un débit dans les normes du reste des régions.*

## Relation entre ASL et T2 perfusion

Un précédent travail au sein de notre équipe avait trouvé une corrélation significative avec un coefficient  $r=0,652$  ( $p<0,05$ ) entre les mesures du DSC en ASL et en T2 perfusion chez des témoins. Chez les patients ayant subi un ACHE, nous avons analysé 26 des 37 régions cérébrales en T2 perfusion en raison d'artefacts artériels liés à l'injection de gadolinium. Les DSC mesurés en ASL et en séquence T2 de perfusion sont significativement mais faiblement corrélés avec un coefficient de corrélation de  $r=0,31$  ( $p<0,001$ ).

Le test de Bland-Altman retrouve un biais moyen élevé de  $33,9\text{mL}/100\text{g}/\text{min}$  des limites de concordances entre les techniques larges allant de  $-62,9\text{mL}/100\text{g}/\text{min}$  à  $130,6\text{mL}/100\text{g}/\text{min}$ .

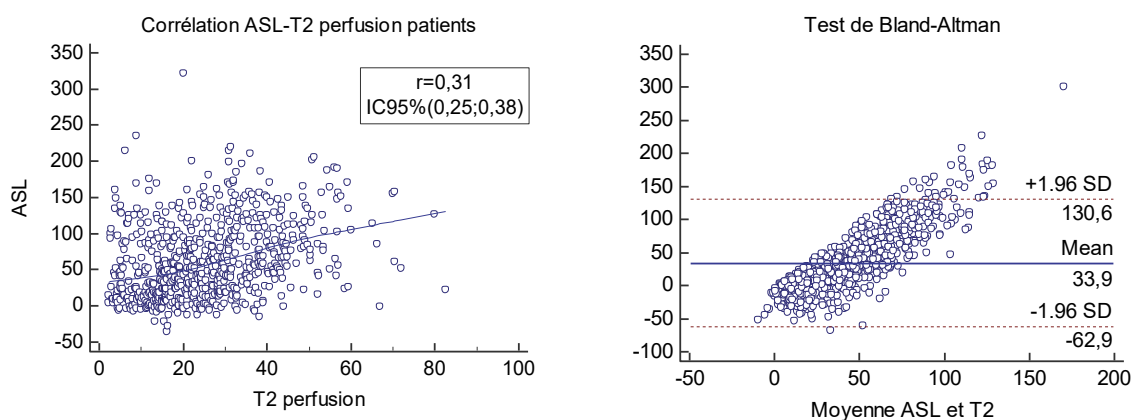


Figure 8. Comparaison des DSC en ASL et en T2 perfusion par la méthode de Spearman et le test de Bland-Altman

Nous avons regroupé les DSC en trois groupes de régions : les noyaux gris avec les noyaux caudés, les putamen, les pallidum et les thalami ; la substance grise corticale inclant le cuneus, le précunéus, l'aire motrice primaire et le gyrus frontal supérieur ; la substance blanche des lobes frontaux, pariétaux et occipitaux. La corrélation des DSC obtenus en ASL et en T2 de perfusion variait selon la zone d'étude comme le montre la figure 9. Au niveau des noyaux gris centraux, les DSC n'étaient pas significativement corrélés avec un coefficient de corrélation  $0,09$  et un  $p=0,34$ . Les régions de la substance blanche montraient une corrélation significative avec un coefficient de corrélation  $0,26$  et un  $p=0,003$ . C'est au niveau des régions corticales que la corrélation était la plus forte avec un coefficient de corrélation à  $0,38$  et un  $p<0,001$ .

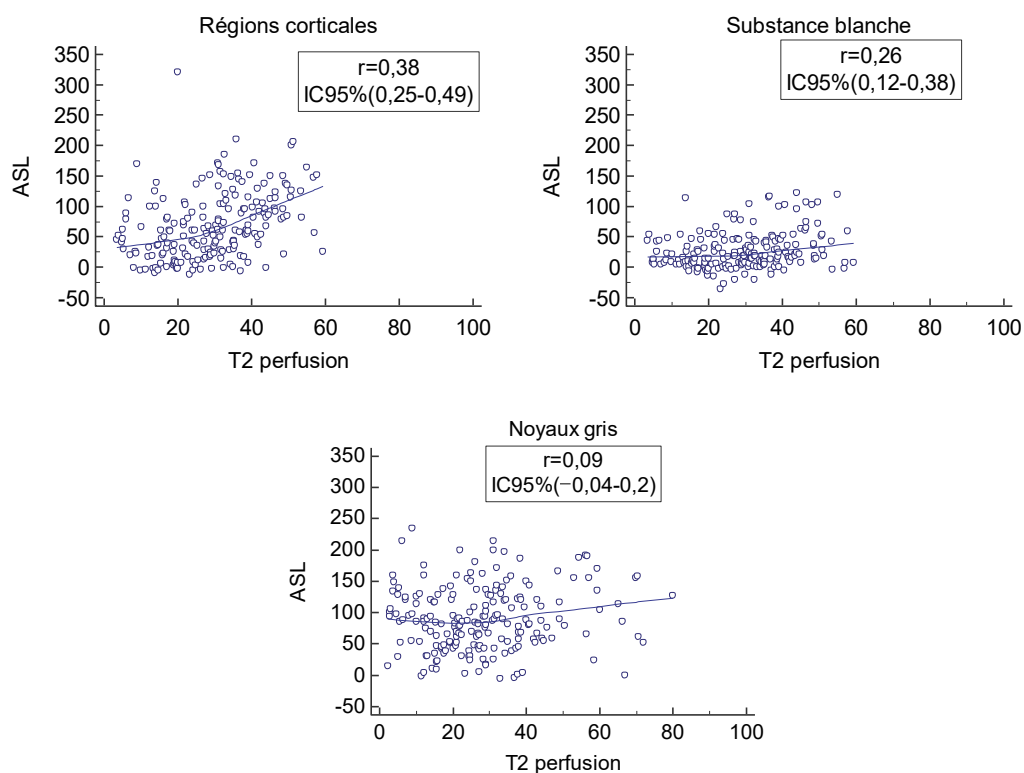


Figure 9 corrélation entre ASL et T2 perfusion selon la région cérébrale

## Valeur pronostic

Aucun des critères de mauvais pronostics habituels, clinique ou électrophysiologique, n'était significativement plus observé chez les patients évoluant défavorablement. Cependant ils n'étaient jamais retrouvés chez ceux évoluant favorablement (Tableau 3). Le délai médian entre l'admission et la réalisation de l'IRM, de 11 (IQR entre 10 et 15) jours dans le groupe d'évolution favorable et de 9 (IQR entre 7 et 12) dans le groupe d'évolution défavorable n'était pas significativement différent. Les DSC de la substance blanche frontale antérieure droite des patients qui ont évolués favorablement étaient significativement plus faible ( $p=0,0415$ ) que ceux des patients avec une évolution défavorable avec des valeurs médianes respective de 12mL/100g/min (IQR entre 3 et 20) et 42mL/100g/min (IQR entre 15 et 53). Cette différence significative disparaît lorsque l'on compare la médiane des DSC bilatéraux des régions frontales antérieures supérieur avec des valeurs de 21mL/100g/min (IQR entre 7 et 37) pour ceux du groupe favorable et de 65mL/100g/min (IQR entre 25 et 108) pour les autres ( $p=0,0705$ ). La courbe ROC de la substance blanche frontale antérieure droite (figure 9) avait un un index de Younden  $J=0,67$  avec une sensibilité à 66% IC95%(43-85) et

une spécificité à 100% IC95%(40-100) pour un DSC régional supérieur à 23mL/g/min/ Tous les DSC régionaux médians des deux groupes sont exposés et comparés dans le tableau 2, nous n'avons retrouvé aucune autre zone pour laquelle il y avait de différence significative.

Tableau 3. Critères de mauvais pronostic

	Tous les patients n= 25	Evolution favorable n= 4	Evolution défavorable n= 21	Valeur p
<b>Critères cliniques</b>				
Absence de réflexe du tronc	1(4%)	0	1(5%)	1
Etat de mal myoclonique	5(20%)	0	5(24%)	0.5
Réponse motrice en extension	2(8%)	0	2(10%)	1
<b>Critères EEG</b>				
Classification de Synek défavorable (4=5)	6(24%)	0	6(29%)	0.5
Absence de réactivité	9(36%)	0	9(43%)	0.3
Présence de crise	11(44%)	2(50%)	9(43%)	1

Substance blanche frontale antérieur du lobe frontal

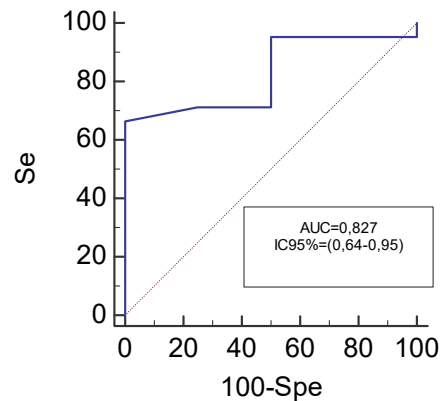


Figure 10. Courbe ROC

Tableau 4. Comparaison des débits sanguins cérébraux régionaux médians en fonction de l'évolution neurologique

Les IQR sont entre parenthèse. \*=Différence significative significatif

	Evolution favorable n= 4	Evolution défavorable n= 21	Valeur p
Noyau caudé droit	96 (78 ;139)	70 (38 ;100)	0.18
Noyau caudé gauche	105 (76 ; 143)	83 (37 ;100)	0.13
Thalamus droit	82 (39 ;139)	67 (42 ;90)	0.65
Thalamus gauche	64 (44 ; 109)	61 (42 ;87)	0.76
Noyau lenticulaire droit	121 (101 ; 163)	124 (83 ;152)	0.65
Noyau lenticulaire gauche	124 (102 ; 149)	114 (75 ;129)	0.45
Putamen droit	120 (103 ; 159)	136 (87 ;161)	1
Putamen gauche	122 (92 ; 150)	121 (80 ; 143)	0.85
Pallidum droit	110 (85 ; 139)	93 (47 ;129)	0.33
Pallidum gauche	103 (60 ; 141)	86 (48 ;117)	0.58
Insula droite	124 (75 ; 175)	107 (91 ;153)	0.94
Insula gauche	101 (90 ; 119)	116 (83 ; 135)	0.60
Cuneus droit	14 (5 ; 36)	44 (27 ;156)	0.0539
Cuneus gauche	12 (2 ; 47)	61 (13 ;141)	0.21
Lobe occipital droit	0.7 (0.2 ; 4)	24 (3.5 ;36)	0.07
Lobe occipital gauche	6 (0.5 ; 8)	13 (0.6 ;50)	0.20
Cingulum droit	121 (62 ; 185)	157 (86 ;227)	0.50
Cingulum gauche	85 (40 ; 161)	158 (76 ; 220)	0.27
Gyrus frontal supérieur Interne droit	86 (61 ; 116)	82 (47 ;123)	1
Gyrus frontal supérieur interne gauche	97 (59 ; 135)	11 (77 ;132)	0.94
Gyrus frontal supérieur droit	26 (23 ; 64)	67 (44 ;103)	0.27
Gyrus frontal supérieur gauche	28 (12 ; 53)	59 (30 ;69)	0.0536
Lobe frontal antérieur droit	12 (3 ; 20)	42 (15 ;53)	<0,05 *
Lobe frontal antérieur gauche	6 (2 ; 18)	37 (13 ;55)	0.07
Aire motrice principale droite	52 (22 ; 107)	84 (54 ;101)	0.55
Aire motrice principale gauche	45 (26 ; 83)	79 (57 ;101 )	0.17
Lobe frontal droit	19 (14 ; 55)	24 (16 ;45)	0.79
Lobe frontal gauche	18 (11 ; 43)	24 (15 ;44)	0.48
Précunéus droit	7 (-6 ; 56)	54 (11 ;112)	0.13
Précunéus gauche	13 (2 ; 48)	52 (31 ; 127)	0.08
Lobe occipital droit	7.5 (-3 ; 9)	12 (3 ;28)	0.29
Lobe occipital gauche	6 (2 ; 16)	17 (7 ;34)	0.23
Gyrus de Heschl droit	79 (13 ; 108)	88 (68 ;110)	0.55
Gyrus de Heschl gauche	75 (49 ; 98)	75 (58 ;106)	0.48
Hippocampe droit	81 (67 ; 89)	85 (72 ;118)	0.46
Hippocampe gauche	73 (52 ; 89)	102 (67 ; 120)	0.18
Lobe cérébelleux droit	52 (18 ; 30)	51 (30 ;82)	0.82
Lobe cérébelleux gauche	51 (27 ; 79)	49 (36 ;87)	0.82
Pont	51 (35 ; 78)	54 (28 ; 70)	0.97

## Discussion

Dans notre étude, nous avons identifié 2 profils de répartition des DSC régionaux chez les patients ayant présenté un ACEH. Ils étaient spécifiquement en hypo et en hyper débit en particulier au niveau des cingulum. Par ailleurs nous n'avons pas mis en évidence de valeur pronostique pour le DSC mesuré par ASL.

L'originalité de notre étude réside dans le délai supérieur à 7 jours avant l'évaluation du DSC par ASL. Quelques autres études ont étudié le DSC en ASL chez l'adulte. Jarnum et al (22) retrouvaient en 2009 des régions cérébrales en hyper débit chez 6 des 7 patients étudiés après un ACEH. Ces régions cérébrales correspondaient à des zones d'ischémie. Par ailleurs le flux sanguin par ASL évalué par Pollock et al en 2008 (23) retrouvait également une hyper perfusion, en particulier au niveau des régions corticales avec un DSC moyen à 142,6mL/100g/min (IQR entre 79 et 204 mL/100g/min). Nos données montrent aussi une majorité de patient en hyper débit, mais nous décrivons par ailleurs des régions en hypo débit. Dans ces études le DSC était mesuré entre le cinquième et le septième jour après l'arrêt cardiaque. Or Edgren et al (10) observaient des modifications dans le DSC en TEP chez les patients entre J3 et J7. Nos résultats peuvent s'expliquer par un délai plus long avant l'IRM.

Chez les nouveaux nés l'étude de 28 patients ayant présenté une encéphalopathie post anoxique, dont 20 avec une évolution neurologique favorable, a permis de mettre en évidence que les débits thalamiques et lenticulaires par ASL étaient significativement plus élevés quand l'évolution allait être défavorable (13). Notre étude présentait un plus faible nombre de patient avec une évolution neurologique favorable et donc un manque de puissance pour mettre en évidence une telle différence.

En 2017, une étude pédiatrique sur des enfants âgés de 6 ans en moyenne n'a pas mis en évidence de différence significative de DSC global en fonction de l'évolution. Le DSC le plus élevé était également retrouvé dans la région occipital à 162mL/100g/min.

Comme nous, les études comparant les DSC en ASL et en T2 avec injection de gadolinium (24)(25) retrouvent une corrélation positive entre ces deux techniques en particulier au niveau de la matière grise corticale. A la différence de ces études, la nôtre ne retrouve pas de corrélation significative au niveau des noyaux gris. Ces travaux portaient sur des sujets témoins ou sur des patients atteints de tumeur cérébrale. La différence de population étudiée peut expliquer ces résultats discordant.



## Limites

Pour bien interpréter ses résultats, notre étude présente quelques limites qu'il faut prendre en compte.

Le matériel utilisé était une IRM d'une puissance de 1,5T. Cependant, lorsque l'on utilise un haut champ magnétique (3T ou 4T), le signal augmente plus que le bruit. De plus l'intensité du champs magnétique allonge le T1 des tissus, prolonge le temps de marquage et double ainsi le signal d'acquisition des images avec une IRM 3T ou 4T (26).

L'acquisition des images se faisait en trois dimensions ce qui facilite la suppression du signal des tissus statiques et donc une amélioration du rapport signal sur bruit. Cependant l'analyse se faisait sur des coupes en deux dimensions. Une analyse volumique renseignerait sur le DSC de l'intégralité d'une région fonctionnelle comme le cingulum.

Une autre limite est l'absence de contrôle rigoureux des facteurs influençant le DSC. En 2017, Clément et al. (27) rapportaient que les facteurs majeurs de modification du débit sanguin cérébral étaient l'âge, le niveau d'éveil et les modifications de la capnie. Ainsi, chez l'adulte, une diminution moyenne du DSC dans la substance grise de 0,31mL/100g/min (comprise entre 0,11 et 0,62) par année était retrouvée par l'équipe de Parkes en 2004(28). Cette diminution est significative à partir de 50 ans. Les régions sous corticales ne sont pas altérées (29). Un ajustement sur l'âge est donc nécessaire pour pouvoir comparer les DSC. Par ailleurs, Hiura et al. (30) ont décrit une augmentation globale du DSC avec une modification dans la répartition par région cérébrale lors de l'effort. Un monitoring de la sédation paraît donc nécessaire mais il est impossible chez ces patients. Enfin l'hypoxémie, hypercapnie et l'hypocapnie entraînent une diminution du DSC (27) ce qui rend leur contrôle nécessaire à l'interprétation du DSC.

## Conclusions

Le débit sanguin cérébral a été étudié par de nombreuses techniques d'imagerie de perfusion au cours des premiers jours après un arrêt cardiaque. Nous sommes les premiers à l'étudier en IRM par Arterial Spin Labeling (ASL) après 7 jours d'évolution pour en décrire les caractéristiques, le corrélérer aux séquences T2 de perfusion et rechercher sa valeur pronostique. Nous avons analysé 925 débits régionaux chez 25 patients dont 4 ont évolué favorablement et 31 défavorablement. Deux profils différents ont été mis en évidence : le premier présentant un hyper débit des insula associé à un hypo débit du cingulum et le second un hyper débit isolé au niveau du cingulum. Ces profils de circulation sanguine cérébrale ne sont présents que chez les patients qui vont évoluer défavorablement. Dans notre étude la corrélation entre le débit sanguin cérébral en ASL et en T2 avec injection de produit de contraste était significative chez les patients mais elle était plus faible après un arrêt cardiaque que chez des témoins. La valeur pronostique du débit sanguin cérébral en ASL n'a pas pu être mis en évidence dans ce travail. En apportant une amélioration dans la connaissance de l'évolution du débit sanguin cérébral en ASL après un arrêt cardiaque, notre étude permet d'en préparer d'autres qui préciseront mieux la place de son évaluation dans ce contexte.

## Bibliographie

1. Stecker EC, Reinier K, Marijon E, Narayanan K, Teodorescu C, Uy-Evanado A, et al. Public health burden of sudden cardiac death in the United States. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* avr 2014;7(2):212-7.
2. Lemiale V, Dumas F, Mongardon N, Giovanetti O, Charpentier J, Chiche J-D, et al. Intensive care unit mortality after cardiac arrest: the relative contribution of shock and brain injury in a large cohort. *Intensive Care Med.* nov 2013;39(11):1972-80.
3. Rossetti AO, Rabinstein AA, Oddo M. Neurological prognostication of outcome in patients in coma after cardiac arrest. *Lancet Neurol.* 2016;15(6):597-609.
4. Rossetti AO, Oddo M, Logroscino G, Kaplan PW. Prognostication after cardiac arrest and hypothermia: a prospective study. *Ann Neurol.* mars 2010;67(3):301-7.
5. Kamps MJA, Horn J, Oddo M, Fugate JE, Storm C, Cronberg T, et al. Prognostication of neurologic outcome in cardiac arrest patients after mild therapeutic hypothermia: a meta-analysis of the current literature. *Intensive Care Med.* oct 2013;39(10):1671-82.
6. Samaniego EA, Mlynash M, Caulfield AF, Eyngorn I, Wijman CAC. Sedation confounds outcome prediction in cardiac arrest survivors treated with hypothermia. *Neurocrit Care.* août 2011;15(1):113-9.
7. Paul M, Bougouin W, Geri G, Dumas F, Champigneulle B, Legriel S, et al. Delayed awakening after cardiac arrest: prevalence and risk factors in the Parisian registry. *Intensive Care Med.* juill 2016;42(7):1128-36.
8. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation.* oct 2015;95:1-80.
9. Iordanova B, Li L, Clark RSB, Manole MD. Alterations in Cerebral Blood Flow after Resuscitation from Cardiac Arrest. *Front Pediatr.* 2017;5:174.
10. Edgren E, Enblad P, Grenvik A, Lilja A, Valind S, Wiklund L, et al. Cerebral blood flow and metabolism after cardiopulmonary resuscitation. A pathophysiologic and prognostic positron emission tomography pilot study. *Resuscitation.* mai 2003;57(2):161-70.
11. Obrist WD, Thompson HK, Wang HS, Wilkinson WE. Regional cerebral blood flow estimated by 133-xenon inhalation. *Stroke.* juin 1975;6(3):245-56.
12. Iida K, Satoh H, Arita K, Nakahara T, Kurisu K, Ohtani M. Delayed hyperemia causing intracranial hypertension after cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* juin 1997;25(6):971-6.

13. De Vis JB, Hendrikse J, Petersen ET, de Vries LS, van Bel F, Alderliesten T, et al. Arterial spin-labelling perfusion MRI and outcome in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Eur Radiol.* janv 2015;25(1):113-21.
14. Manchester LC, Lee V, Schmithorst V, Kochanek PM, Panigrahy A, Fink EL. Global and Regional Derangements of Cerebral Blood Flow and Diffusion Magnetic Resonance Imaging after Pediatric Cardiac Arrest. *J Pediatr.* févr 2016;169:28-35.e1.
15. Ferré J-C, Bannier E, Raoult H, Mineur G, Carsin-Nicol B, Gauvrit J-Y. Perfusion par arterial spin labeling (ASL): technique et mise en œuvre clinique. [/data/revues/22115706/v94i12/S2211570613002944/](#) [Internet]. 7 déc 2013 [cité 18 sept 2018]; Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/en/article/856832>
16. Havsteen I, Damm Nybing J, Christensen H, Christensen AF. Arterial spin labeling: a technical overview. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. oct 2018;59(10):1232-8.
17. Williams DS, Detre JA, Leigh JS, Koretsky AP. Magnetic resonance imaging of perfusion using spin inversion of arterial water. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1 janv 1992;89(1):212-6.
18. Chen Y, Wang DJ, Detre JA. Test-Retest Reliability of Arterial Spin Labeling with Common Labeling Strategies. *J Magn Reson Imaging JMRI.* avr 2011;33(4):940-9.
19. Kim SG. Quantification of relative cerebral blood flow change by flow-sensitive alternating inversion recovery (FAIR) technique: application to functional mapping. *Magn Reson Med.* sept 1995;34(3):293-301.
20. Synek VM. EEG abnormality grades and subdivisions of prognostic importance in traumatic and anoxic coma in adults. *Clin EEG Electroencephalogr.* juill 1988;19(3):160-6.
21. Ajam K, Gold LS, Beck SS, Damon S, Phelps R, Rea TD. Reliability of the Cerebral Performance Category to classify neurological status among survivors of ventricular fibrillation arrest: a cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 15 juin 2011;19:38.
22. Järnum H, Knutsson L, Rundgren M, Siemund R, Englund E, Friberg H, et al. Diffusion and perfusion MRI of the brain in comatose patients treated with mild hypothermia after cardiac arrest: a prospective observational study. *Resuscitation.* avr 2009;80(4):425-30.
23. Pollock JM, Whitlow CT, Deibler AR, Tan H, Burdette JH, Kraft RA, et al. Anoxic injury-associated cerebral hyperperfusion identified with arterial spin-labeled MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* août 2008;29(7):1302-7.

24. Wong AM, Yan F-X, Liu H-L. Comparison of three-dimensional pseudo-continuous arterial spin labeling perfusion imaging with gradient-echo and spin-echo dynamic susceptibility contrast MRI. *J Magn Reson Imaging JMRI*. févr 2014;39(2):427-33.
25. Jiang J, Zhao L, Zhang Y, Zhang S, Yao Y, Qin Y, et al. Comparative analysis of arterial spin labeling and dynamic susceptibility contrast perfusion imaging for quantitative perfusion measurements of brain tumors. *Int J Clin Exp Pathol*. 15 mai 2014;7(6):2790-9.
26. Wang J, Alsop DC, Li L, Listerud J, Gonzalez-At JB, Schnall MD, et al. Comparison of quantitative perfusion imaging using arterial spin labeling at 1.5 and 4.0 Tesla. *Magn Reson Med*. août 2002;48(2):242-54.
27. Clement P, Mutsaerts H-J, Václavů L, Ghariq E, Pizzini FB, Smits M, et al. Variability of physiological brain perfusion in healthy subjects - A systematic review of modifiers. Considerations for multi-center ASL studies. *J Cereb Blood Flow Metab Off J Int Soc Cereb Blood Flow Metab*. 2018;38(9):1418-37.
28. Parkes LM, Rashid W, Chard DT, Tofts PS. Normal cerebral perfusion measurements using arterial spin labeling: reproducibility, stability, and age and gender effects. *Magn Reson Med*. avr 2004;51(4):736-43.
29. Chen JJ, Rosas HD, Salat DH. Age-Associated Reductions in Cerebral Blood Flow Are Independent from Regional Atrophy. *NeuroImage*. 15 mars 2011;55(2):468-78.
30. Hiura M, Nariai T, Ishii K, Sakata M, Oda K, Toyohara J, et al. Changes in cerebral blood flow during steady-state cycling exercise: a study using oxygen-15-labeled water with PET. *J Cereb Blood Flow Metab*. mars 2014;34(3):389-96.

## Figures et tableaux

Figure 1. Principe du marquage de spin en ASL pour obtenir une cartographie du DSC .....	5
Figure 2. Principe des deux techniques de marquage de spin.....	6
Figure 3. Module ASL du Logiciel Oléa Spère. ....	9
Figure 4. Disposition des régions d'intérêt sur une séquence FLAIRE .....	10
Figure 5. Diagramme de flux .....	12
Figure 6. Distribution des DSC régionaux.....	14
Figure 7. Cartographie du DSC en ASL des deux profils observés.....	16
Figure 8. Comparaison des DSC en ASL et en T2 perfusion par la méthode de Spearman et le test de Bland-Altman .....	17
Figure 9. Corrélation entre ASL et T2 perfusion selon la région cérébrale.....	18
Figure 10. Courbe ROC .....	19
Tableau 1. Caractéristiques initiales de la population. ....	13
Tableau 2. DSC régionaux moyens des Témoins et nombre de patients avec des valeurs extrêmes de DSC.....	15
Tableau 3. Critères de mauvais pronostic .....	19
Tableau 4. Comparaison des débits sanguins cérébraux régionaux médians en fonction de l'évolution neurologique.....	20

## 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.**





## Résumé

Introduction : Le débit sanguin cérébral (DSC) après un arrêt cardiaque extra hospitalier (ACEH) a été principalement décrit avec des techniques invasives. Cette étude de faisabilité avait pour objectif de décrire l'évolution du DSC après un ACEH avec les séquences d'IRM en arterial spin labeling (ASL), d'évaluer sa corrélation avec les séquences T2 de perfusion et sa valeur pronostique.

Matériel et méthode : Cette étude observationnelle, monocentrique, rétrospective menée à l'hôpital de la Timone incluait les patients admis en réanimation entre mai 2015 et septembre 2018 pour un ACEH et présentant un coma après 7 jours d'évolution. Les DSC de 39 régions cérébrales étaient mesurées dans en ASL et en T2 de perfusions pour rechercher celles qui étaient en hyper débit, en hypo débit par rapport à des témoins. L'évolution neurologique était évaluée avec la Cerebral Performance Category (CPC) à 6 mois d'évolution pour classer les patients en deux groupes : évolution favorable (CPC 1-2) ou évolution défavorable (CPC 3-5).

Résultats : 25 patients avec une IRM interprétable ont pu être inclus dans notre étude avec un délai médian de réalisation de l'IRM de 11 jours (IQR entre 10 et 15). Quatre ont évolué favorablement et 21 ont évolué défavorablement. La plupart des régions cérébrales étaient en hyper débit sauf les régions du cingulum, des noyaux caudés et de l'insula par rapport aux témoins. Deux profils de circulation sanguine cérébrale ont pu être observés : un avec un hyper débit insulaire associé à un hypo débit des noyaux caudés et du cingulum, et un autre avec un hyper débit cingulaire isolé. La cartographie du DSC en ASL était significativement corrélée à celle obtenue en séquence T2 de perfusion.

Conclusion : Notre étude retrouve deux profils de circulation sanguine cérébrale en ASL lorsqu'il est évalué 7 jours après un ACEH.

Mots-clés : débit sanguin cérébral, Arterial Spin Labeling.