



**HAL**  
open science

# Apport de l'IRM multiparamétrique pour la caractérisation des tumeurs de la glande parotide

Matthieu Graber

► **To cite this version:**

Matthieu Graber. Apport de l'IRM multiparamétrique pour la caractérisation des tumeurs de la glande parotide. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03409141

**HAL Id: dumas-03409141**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03409141>**

Submitted on 29 Oct 2021

**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 des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Apport de l'IRM multiparamétrique pour la caractérisation des tumeurs de  
la glande parotide**

**T H E S E     A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 11 Octobre 2021**

**Par Monsieur Matthieu GRABER**

**Né le 19 mai 1992 à Toulon (83)**

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

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

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur CHAGNAUD Christophe**

**Président**

**Monsieur le Professeur VAROQUAUX Arthur**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur FAKHRY Nicolas**

**Assesseur**

**Madame le Docteur GABAUDAN Charline**

**Assesseur**





Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Apport de l'IRM multiparamétrique pour la caractérisation des tumeurs de  
la glande parotide**

**T H E S E     A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 11 Octobre 2021**

**Par Monsieur Matthieu GRABER**

**Né le 19 mai 1992 à Toulon (83)**

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

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

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur CHAGNAUD Christophe**

**Président**

**Monsieur le Professeur VAROQUAUX Arthur**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur FAKHRY Nicolas**

**Assesseur**

**Madame le Docteur GABAUDAN Charline**

**Assesseur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Assesseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DEVRED Philippe
	ALDIGHERI René		DJIANE Pierre
	ALESSANDRINI Pierre		DONNET Vincent
	ALLIEZ Bernard		DUCASSOU Jacques
	AQUARON Robert		DUFOUR Michel
	ARGEME Maxime		DUMON Henri
	ASSADOURIAN Robert		ENJALBERT Alain
	AUFFRAY Jean-Pierre		FAUGERE Gérard
	AUTILLO-TOUATI Amapola		FAVRE Roger
	AZORIN Jean-Michel		FIECHI Marius
	BAILLE Yves		FARNARIER Georges
	BARDOT Jacques		FIGARELLA Jacques
	BARDOT André		FONTES Michel
	BERARD Pierre		FRANCES Yves
	BERGOIN Maurice		FRANCOIS Georges
	BERLAND Yvon		FUENTES Pierre
	BERNARD Dominique		GABRIEL Bernard
	BERNARD Jean-Louis		GALINIER Louis
	BERNARD Jean-Paul		GALLAIS Hervé
	BERNARD Pierre-Marie		GAMERRE Marc
	BERTRAND Edmond		GARCIN Michel
	BISSET Jean-Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BLANC Bernard		GAUTHIER André
	BLANC Jean-Louis		GERARD Raymond
	BOLLINI Gérard		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BONGRAND Pierre		GIUDICELLI Sébastien
	BONNEAU Henri		GOUDARD Alain
	BONNOIT Jean		GOUIN François
	BORY Michel		GRILLO Jean-Marie
	BOTTA Alain		GRIMAUD Jean-Charles
	BOTTA-FRIDLUND Danielle		GRISOLI François
	BOURGEADE Augustin		GROULIER Pierre
	BOUVENOT Gilles		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BOUYALA Jean-Marie		HASSOUN Jacques
	BREMOND Georges		HEIM Marc
	BRICOT René		HOUEL Jean
	BRUNET Christian		HUGUET Jean-François
	BUREAU Henri		JAQUET Philippe
	CAMBOULIVES Jean		JAMMES Yves
	CANNONI Maurice		JOUVE Paulette
	CARTOUZOU Guy		JUHAN Claude
	CAU Pierre		JUIN Pierre
	CHABOT Jean-Michel		KAPHAN Gérard
	CHAMLIAN Albert		KASBARIAN Michel
	CHARPIN Denis		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CHARREL Michel		LACHARD Jean

CHAUVEL Patrick  
CHOUX Maurice  
CIANFARANI François  
CLAVERIE Jean-Michel  
CLEMENT Robert  
COMBALBERT André  
CONTE-DEVOLX Bernard  
CORRIOL Jacques  
COULANGE Christian  
CURVALE Georges  
DALMAS Henri  
DE MICO Philippe  
DELPERO Jean-Robert  
DESSEIN Alain  
DELARQUE Alain  
DEVIN Robert

LAFFARGUE Pierre  
LAUGIER René  
LE TREUT Yves  
LEVY Samuel  
LOUCHET Edmond  
LOUIS René  
LUCIANI Jean-Marie  
MAGALON Guy  
MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
METGE Paul

MM MICHOTÉY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice  
MUNDLER Olivier  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
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  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert

VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean

ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAMBUC Roland  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SARLES - PHILIP Nicole  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITZ Jean-François  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THIRION Xavier  
THOMASSIN Jean-Marc  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène

## 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	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

**2018**

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019

**2019**

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020

M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021

## 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.) LIANA BOLIS (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.)

**2000**

MM. les Professeurs

D. SPIEGEL (U. S. A.)  
C. R. CONTI (U.S.A.)

**2001**

MM. les Professeurs

P-B. BENNET (U. S. A.)  
G. HUGUES (Grande Bretagne)  
J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)

**2002**

MM. les Professeurs

M. ABEDI (Canada)  
K. DAI (Chine)

**2003**

M. le Professeur  
Sir

T. MARRIE (Canada)  
G.K. RADDI (Grande Bretagne)

**2004**

M. le Professeur

M. DAKE (U.S.A.)

**2005**

M. le Professeur

L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)

**2006**

M. le Professeur

A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

**2007**

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille
ALBANESE Jacques	COLLART Frédéric
ALIMI Yves	COSTELLO Régis
AMABILE Philippe	COURBIERE Blandine
AMBROSI Pierre	COWEN Didier
ANDRE Nicolas	CRAVELLO Ludovic
ARGENSON Jean-Noël	CUISSET Thomas
ASTOUL Philippe	DA FONSECA David
ATTARIAN Shahram	DAHAN-ALCARAZ Laetitia
AUDOUIN Bertrand	DANIEL Laurent
AUQUIER Pascal	DARMON Patrice
AVIERINOS Jean-François	DAVID Thierry
AZULAY Jean-Philippe	D'ERCOLE Claude
BAILLY Daniel	D'JOURNO Xavier
BARLESI Fabrice	DEHARO Jean-Claude
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel
BARLOGIS Vincent	DENIS Danièle
BARTHET Marc	DISDIER Patrick
BARTOLI Christophe	DODDOLI Christophe
BARTOLI Jean-Michel	DRANCOURT Michel
BARTOLI Michel	DUBUS Jean-Christophe
BARTOLOMEI Fabrice	DUFFAUD Florence
BASTIDE Cyrille	DUFOUR Henry
BENSOUSSAN Laurent	DURAND Jean-Marc
BERBIS Philippe	DUSSOL Bertrand
BERBIS Julie	EBBO Mikael
BERDAH Stéphane	EUSEBIO Alexandre
BEROUD Christophe	FABRE Alexandre
BERTUCCI François	FAKHRY Nicolas
BLAISE Didier	FELICIAN Olivier
BLIN Olivier	FENOLLAR Florence
BLONDEL Benjamin	FIGARELLA/BRANGER Dominique
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard
<i>BOUBLI Léon Surnombre</i>	FRANCESCHI Frédéric
BOUFI Mourad	FUENTES Stéphane
BOYER Laurent	GABERT Jean
BREGEON Fabienne	GABORIT Bénédicte
BRETELLE Florence	GAINNIER Marc
BROUQUI Philippe	GARCIA Stéphane
BRUDER Nicolas	GARIBOLDI Vlad
BRUE Thierry	GAUDART Jean
BRUNET Philippe	GAUDY-MARQUESTE Caroline
BURTEY Stéphane	GENTILE Stéphanie
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GERBEAUX Patrick
CASANOVA Dominique	GEROLAMI/SANTANDREA René
CASTINETTI Frédéric	GILBERT/ALESSI Marie-Christine
CECCALDI Mathieu	GIORGI Roch
CHAGNAUD Christophe	GIOVANNI Antoine
CHAMBOST Hervé	GIRARD Nadine
CHAMPSAUR Pierre	GIRAUD/CHABROL Brigitte
CHANEZ Pascal	GONCALVES Anthony
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GRANEL/REY Brigitte
CHARREL Rémi	GRANVAL Philippe
CHAUMOITRE Kathia	GREILLIER Laurent
CHIARONI Jacques	GROB Jean-Jacques
CHINOT Olivier	GUEDJ Eric

# PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAGANELLI Franck	ROCHE Pierre-Hugues
<i>PANUEL Michel Surnombre</i>	ROCH Antoine
PAPAZIAN Laurent	ROCHWERGER Richard
PAROLA Philippe	ROLL Patrice
<i>PARRATTE Sébastien Disponibilité</i>	ROSSI Dominique
PELLISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROSSI Pascal
PELLETIER Jean	ROUDIER Jean
PERRIN Jeanne	SALAS Sébastien
PETIT Philippe	SARLON-BARTOLI Gabrielle
PHAM Thao	SCAVARDA Didier
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SCHLEINITZ Nicolas
PIQUET Philippe	SEBAG Frédéric
PIRRO Nicolas	SIELEZNEFF Igor
POINSO François	SIMON Nicolas
RACCAH Denis	STEIN Andréas
RANQUE Stéphane	TAIEB David
<i>RAOULT Didier Surnombre</i>	THOMAS Pascal
REGIS Jean	THUNY Franck
REYNAUD/GAUBERT Martine	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès
REYNAUD Rachel	TRIGLIA Jean-Michel
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	TROPIANO Patrick
RICHERI Raphaëlle	TSIMARATOS Michel

## 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 retraite mars 2021*  
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI

REVIS Joana

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GEN

GENTILE Gaëtan

## PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE

GUIDA Pierre

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

GUIEU Régis  
GUIS Sandrine  
GUYE Maxime  
GUYOT Laurent  
*GUYS Jean-Michel Surnombre*  
HABIB Gilbert  
HARDWIGSEN Jean  
HARLE Jean-Robert  
HOUVENAEGHEL Gilles  
JACQUIER Alexis  
JOURDE-CHICHE Noémie  
JOUVE Jean-Luc  
KAPLANSKI Gilles  
KARSENTY Gilles  
*KERBAUL François détachement*  
KRAHN Martin  
LAFFORGUE Pierre  
LAGIER Jean-Christophe  
LAMBAUDIE Eric  
LANCON Christophe  
LA SCOLA Bernard  
LAUNAY Franck  
LAVIEILLE Jean-Pierre  
LE CORROLLER Thomas  
LECHEVALLIER Eric  
LEGRE Régis  
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
LEONE Marc  
LEONETTI Georges  
LEPIDI Hubert  
LEVY Nicolas  
MACE Loïc  
MAGNAN Pierre-Edouard  
MANCINI Julien  
MEGE Jean-Louis  
MERROT Thierry  
METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
MEYER/DUTOUR Anne  
MICCALEF/ROLL Joëlle  
MICHEL Fabrice  
MICHEL Gérard  
MICHEL Justin  
MICHELET Pierre  
MILH Mathieu  
MILLION Matthieu  
MOAL Valérie  
MORANGE Pierre-Emmanuel  
MOULIN Guy  
MOUTARDIER Vincent  
NAUDIN Jean  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
NICOLLAS Richard  
NGUYEN Karine  
OLIVE Daniel  
OLLIVIER Matthieu  
OUAFIK L'Houcine  
OVAERT-REGGIO Caroline  
PADOVANI Laetitia

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

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 détachement*

VIVIER Eric

XERRI Luc

AHERFI Sarah	ELDIN Carole	PAULMYER/LACROIX Odile
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	FAURE Alice	PESENTI Sébastien
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	FOLETTI Jean- Marc	RADULESCO Thomas
BEGE Thierry	FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie
BELIARD Sophie	FROMNOT Julien	ROBERT Philippe
BENYAMINE Audrey	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
BERTRAND Baptiste	GELSI/BOYER Véronique	ROMANET Pauline
BEYER-BERJOT Laura	GIUSIANO Bernard	SABATIER Renaud
BIRNBAUM David	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BONINI Francesca	GONZALEZ Jean-Michel	SAVEANU Alexandru
BOUCRAUT Joseph	GOURIET Frédérique	SECQ Véronique ( <i>disponibilité</i> )
BOULAMERY Audrey	GRAILLON Thomas	STELLMANN Jan-Patrick
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUERIN Carole	SUCHON Pierre
BOUSSEN Salah Michel	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	TABOURET Emeline
BUFFAT Christophe	GUIDON Catherine	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	GUIVARCH Jokthan	TOGA Isabelle
CARRON Romain	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOMASINI Pascale
CASSAGNE Carole	HRAIECH Sami	TOSELLO Barthélémy
CERMOLACCE Michel	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	VELY Frédéric
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VION-DURY Jean
CUNY Thomas	LAGARDE Stanislas	ZATTARA/CANNONI Hélène
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DAUMAS Aurélie	LOOSVELD Marie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	MAAROUF Adil	
DELLIAUX Stéphane	MACAGNO Nicolas	
DESPLAT/JEGO Sophie	MAUES DE PAULA André	
DEVILLIER Raynier	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUCONSEIL Pauline	NINOVE Laetitia	
DUFOUR Jean-Charles	NOUGAIREDE Antoine	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

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

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

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

BARGIER Jacques  
 CALVET-MONTREDON Céline  
 FORTE Jenny  
 JANCZEWSKI Aurélie  
 NUSSLI Nicolas  
 ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle

THERY Didier

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

BOURRIQUEN Maryline

EVANS-VIALLAT Catherine

LAZZAROTTO Sébastien

LUCAS Guillaume

MATHIEU Marion

MAYENS-RODRIGUES Sandrine

MELLINAS Marie

ROMAN Christophe

TRINQUET Laure

**ESSEURS 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)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH) *disponibilité*

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

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
POUGET Benoît (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) *Surnombre*

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
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)  
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)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE) *retraite mars 2021*  
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

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

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

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)

GUYE Maxime (PU-PH)  
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 Médicale  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
GIORGI Roch (PU-PH)  
MANCINI Julien (PU-PH)

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

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

**CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
FLECHER Xavier (PU-PH)  
OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
PARRATTE Sébastien (PU-PH) *Disponibilité*  
ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
TROPANO Patrick (PU-PH)

**ROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702 CANCÉROLOGIE ; RADIOTHERAPIE**

BERTUCCI François (PU-PH)  
CHINOT Olivier (PU-PH)  
COWEN Didier (PU-PH)  
DUFFAUD Florence (PU-PH)  
GONCALVES Anthony (PU-PH)  
HOUVENAEAGHEL Gilles (PU-PH)  
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
SALAS Sébastien (PU-PH)  
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
TABOURET Emeline (MCU-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 VISCÉRALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
SEBAG Frédéric (PU-PH)  
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)  
BIRNBAUM David (MCU-PH)  
DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
GUERIN Carole (MCU-PH)  
MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402 CHIRURGIE INFANTILE 5402**

*GUYS Jean-Michel (PU-PH) Surnombre*  
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
LAUNAY Franck (PU-PH)  
MERRROT Thierry (PU-PH)  
*VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) détachement*  
DARIEL Anne (MCU-PH)  
FAURE Alice (MCU-PH)  
PESENTI Sébastien (MCU-PH)

**FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503 CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
GUYOT Laurent (PU-PH)  
  
FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

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

BERTRAND Baptiste (MCU-PH)  
 HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 BOUFI Mourad (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)  
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

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

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 NGYUEN Karine (PU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

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

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

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

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

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)  
 CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

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)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

DEVILLIER Raynier (MCU PH)  
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**IMMUNOLOGIE 4703**

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

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

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

FERON François (PR) (69ème section)

TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

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

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

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

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

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

ELDIN Carole (MCU-PH)

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

**MEDECINE D'URGENCE 4805**

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

*KERBAUL François (PU-PH) détachement*

MICHELET Pierre (PU-PH)

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

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
 EBBO Mikael (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps) retraite au 25/09/2012 (MOAL Valérie (PU-PH)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) DUFOUR Henry (PU-PH)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/11/2012) FUENTES Stéphane (PU-PH)

**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**

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (PU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

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

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-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)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

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

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502****PHILOSOPHIE 17**

RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PHYSIOLOGIE 4402**

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

*DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)*

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903**

BAILLY Daniel (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

RICHIERI Raphaëlle (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

ASTOUL Philippe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

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

AGHABABIAN Valérie (PR)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

**RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

**RHUMATOLOGIE 5001**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

*PANUEL Michel (PU-PH) surnombre*

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

**HERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4801**

AMBROSI Pierre (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

GAINNIER Marc (PU-PH)  
GERBEAUX Patrick (PU-PH)  
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
ROCH Antoine (PU-PH)  
  
HRAIECH Sami (MCU-PH)

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



**MINISTÈRE  
DES ARMÉES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



---

**ÉCOLE DU VAL DE GRACE – Paris**

**A Monsieur le médecin général Guillaume PELÉE de SAINT MAURICE**

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé de l'École du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Chevalier dans l'Ordre National du Mérite

Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

**A Monsieur le médecin chef des services Jean-François GALLET**

Directeur-adjoint de l'École du Val-de-Grâce

Chevalier de l'Ordre National de la Légion d'Honneur

Chevalier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre du Mérite maritime

**Monsieur le Professeur Christophe CHAGNAUD**

Je suis honoré de votre présence pour présider mon jury de thèse. Mon passage dans votre service a fortement contribué à mon épanouissement dans la radiologie et à la genèse de ce travail de thèse. Je vous remercie pour votre pédagogie et pour toutes les connaissances que vous avez pu m'apporter.

**Monsieur le Professeur Arthur VAROQUAUX**

Un grand merci pour ta contribution et ton investissement dans ce travail de thèse. De son élaboration à sa finalisation, tu as été disponible et toujours motivé pour m'épauler. Ton expertise et tes conseils ont été d'une aide précieuse. Ta bonne humeur et ton second degré ont apporté une ambiance joviale et un peu de folie à nos sessions de travail.

**Monsieur le Professeur Nicolas FAKHRY**

Je vous remercie de me faire l'honneur de juger mon travail de thèse. Vous y avez également contribué et je vous exprime pour cela ma reconnaissance et mon respect.

**Madame le Docteur Charline GABAUDAN**

Merci d'être présente pour ma soutenance en tant que membre du jury. Je te remercie également et surtout pour ta bienveillance, la qualité de ton enseignement et pour tout le temps que tu as consacré à ma formation durant ces 5 années.

**Kawtar**, tu as été un moteur et un repère sans qui je n'aurais surement pas pu être ce que je suis aujourd'hui. Tu m'as bien évidemment soutenu et poussé durant ces longues années d'études afin que je puisse réussir. J'ai également pu compter sur ton amour pour être un homme comblé en tous points. J'ai hâte de partager de nouvelles choses, d'avoir de nouveaux projets avec toi et notre merveilleuse fille.

**Yasmine**, tu es un peu petite encore pour me lire mais sache que chaque jour tu remplis ma vie de bonheur depuis ta naissance.

### **Ma famille**

Maman, Papa, vous m'avez accompagné et soutenu durant toutes ces années d'étude et ma réussite est en grande partie grâce à vous. Je vous en suis extrêmement reconnaissant et vous aime très fort.

Élise, je suis fier de t'avoir comme (très) petite sœur. Les années passent et j'aime toujours autant t'embêter. Je te souhaite plein de bonheur pour le futur.

Nonna, merci de m'avoir autant gâté depuis mon plus jeune âge.

Dominique, Tata Pina et Tonton, merci pour votre affection et votre générosité ainsi que tous les moments passés en famille.

Ma cousine Oriane et mon cousin Antoine, aux souvenirs de toutes nos rigolades et bêtises d'enfance.

### **Ma belle-Famille**

Mes beaux-parents, l'affection que vous me portez depuis que l'on s'est rencontré me touche énormément et j'ai de la chance de pouvoir compter sur vous.

Rita et Omar, malgré la distance qui nous sépare, je pense fort à vous et j'ai hâte de vous retrouver prochainement.

Saâd, le petit frère que je n'ai pas eu, prends soin de toi et surtout fais gaffe aux dermabrasions.

Et une pensée pour mes cousins par alliance Ghali, Saoussane, Yazid, Myriem, Hajar, Islam, Fatima Zara, Oumama, Sidi Ahmed ainsi qu'à toute ma belle-famille du Maroc.

### **Toulon**

Germain, le seul que j'ai retrouvé à Marseille, toujours un plaisir de se voir pour boire un verre et se donner des nouvelles.

Abdel, je garde en mémoire tous les moments partagés depuis notre rencontre.

Je n'oublie bien sûr pas tous mes autres amis toulonnais avec qui je garde des souvenirs impérissables des années lycée, des parties de contrée et tous les autres moments inoubliables.

### **ESSA**

Jean et Léo, ma team secrète, 6 années mémorables, de notre rencontre en amphi 3 jusqu'à notre dispersion aux 4 coins de la France pour l'internat, en passant par le stage de mitrofaneur (la véritable naissance de la team). La distance n'altère en rien notre amitié et j'ai hâte que l'on se retrouve.

Dorian et Romain, mes toulonnais, nos racines ne pouvaient que nous rapprocher et nous lier d'amitié.

Deuch, Max, Gaby, Rouc, Robin, Kéké, que de souvenirs entre les cafés au foyer et les parties de Seven Wonders interminables.

Jade, Valentin, Claire, le groupe des « mauvaises ».

Marion, ma voisine, et bien sûr mon associée dans les horaires d'ouverture/fermeture de la bibal.

Sandrine et Cédric, hâte de vous revoir.

Thierry et Françoise, toujours un plaisir de vous voir et de déguster de délicieuses pâtisseries.

Erwan, qui doit sûrement être en train de surfer.

Le XI de la boîte, la génération « dorée », à nos victoires (mais surtout 2èmes places) sur et en

dehors du terrain : William, Flo, Léo (senior), Quentin, Guillaume, Aurélien, Samir, Marchet, Deuch, Guitou, Rouc, Léo (junior), Boye, PE, Dodo, Hugo, Marchandot, Léo (Baby), Maxime, Baptiste et tous ceux que j'ai pu oublier.

Et à tous ceux de ma promo ou de l'école avec qui j'ai pu partager des choses durant ces 6 années.

### **Internat**

Thomas, apparemment même à Marseille on peut trouver des supporters Lyonnais. Heureusement que ta sympathie et ton humour rattrapent ce petit défaut.

Idir et Ahmed, ces maghrébins qui nous envahissent mais qui nous font bien rire (je thak).

Charlotte, Alexandra, pleins de bons moments passés avec la bande de radio dont vous êtes les intrus.

Lisa et Karim, toujours aussi plaisant de passer du temps avec vous.

Maxime et Morgane, nos tous premiers amis marseillais.

Farah, toujours souriante et joviale, un grand merci pour ta contribution au travail.

Mathieu, mon co-interne pendant 3 semestres (personne n'a fait mieux !) et ça a été un plaisir à chaque fois (surtout quand je suis à mi-temps et pas toi).

Mes co-internes de promo avec qui on a traversé ces 5 années d'internat : Ahmed, Clara, Clotilde, Farah, Géraldine, Margaux R, Margaux S, Mathias, Maxime, Morgane, Thomas.

Mes co-internes avec qui je garde d'excellents souvenirs de mes différents stages : Estelle, Dara, Paul, Thomas, Firdaous, Mathieu, Amar, Margaux, Nassim, Farah, Idir, Géraldine, Antoine, Julien, Julian, Charlotte, François, Lisa, Clara, Axel, Rémi, Vassili, Raphaël, Chrystelle.

La team du foot radio avec qui c'est toujours un plaisir de venir toucher le ballon : Jérôme, Simon, Farouk, Karim, Alexandre, Axel, Sébastien, Geoffrey, François, Robin, Thomas, Baptiste, Antoine, Arnaud, Hector, Mathieu, Louis, Mohammed, Michael, Renaud et tous ceux que je n'ai pas cités.

Et tous ceux que j'ai pu côtoyer pendant ces 5 ans, que ce soit à l'hôpital ou en soirée.

### **Seniors de l'APHM**

Merci à tous pour votre enseignement, j'ai beaucoup appris et progressé au cours de mes quelques stages en dehors de l'hôpital Laveran : Monsieur Bartoli, Alexis Jacquier, Jean-Yves Gaubert, Vincent Vidal, Guillaume Louis, Farouk Tradi, Anaïs Grob, Melinda Kheiri, Ana Carbaleira, Samia Akkari, Rémi Fernandez, Eva Beschmout.

### **Service de radiologie de l'Hôpital Laveran**

Après y avoir passé 6 semestres, j'y accorde naturellement une attention toute particulière au terme de mon internat.

Merci à tous les seniors du service de m'avoir accompagné, formé et de m'avoir appris tant de choses depuis le 1<sup>er</sup> jour de mon internat jusqu'à aujourd'hui encore : Yann, Charline, Florian, Nicolas, Céline, Damien, Robin (et Alban pour les 3 derniers mois de mon internat).

Cécile et Pierre-Yves (je ne te mets pas dans les seniors désolé), on a pu progresser ensemble petit à petit au cours de l'internat et nouer des relations d'amitié.

Merci à toute l'équipe des manipulateurs avec qui ça a toujours été agréable de travailler en alliant la bonne humeur et le professionnalisme : Alain, Jean-Chri, Seb, Fabrice, Fred, Franck, Cyril, Lidwine, Emma, Mimsy, Mylène, Marie-Luce, Sophie, Hayet, Laëtitia, Tiago, Elisa, Sophie, Steeven, Julie, Franck, Léo, Léa, Anna, Carine, Maxime, Cécile, Aurélie, François, Alain, Mélanie, Fred, Emilie et ceux que j'ai pu oublier.

Merci à Samba et à l'équipe du secrétariat et de l'accueil avec qui ça a été également un plaisir de travailler.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	2
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	3
<i>Design de l'étude et sélection des patients</i> .....	3
<i>Acquisition IRM</i> .....	3
<i>Post-traitement des images</i> .....	4
<i>Modèle d'apprentissage profond</i> .....	5
<i>Ré-évaluation avec utilisation des données multiparamétriques et de l'apprentissage profond</i> .....	5
<i>Analyse statistique</i> .....	5
<b>RESULTATS</b> .....	6
<i>Population étudiée</i> .....	7
<i>Comparaison entre les différents types histologiques</i> .....	7
<i>Résultats des modèles d'apprentissage profond</i> .....	8
<i>Performance diagnostique de l'évaluation morphologique et multiparamétrique</i> .....	9
<b>DISCUSSION</b> .....	10
<b>CONCLUSION</b> .....	14
<b>REFERENCES</b> .....	15
<b>ANNEXES</b> .....	18
<b>ABREVIATIONS</b> .....	29

## INTRODUCTION

Les tumeurs de la glande parotide comprennent une grande variété de types histopathologiques, divisés en 12 types de tumeurs bénignes et 24 types de tumeurs malignes selon la classification de l'OMS [1]. En fonction de son type histologique, le traitement des lésions malignes peut être soit médical pour les lymphomes, soit chirurgical avec parotidectomie totale avec ou sans curage ganglionnaire pour les carcinomes [2]. Pour les tumeurs bénignes, l'approche chirurgicale diffère également entre les adénomes pléomorphes et les autres tumeurs bénignes telles que les tumeurs de Warthin. Ainsi, la caractérisation de la lésion est cruciale pour une prise en charge optimale du patient.

Plusieurs approches invasives (cytologie par aspiration à l'aiguille fine (FNAC), biopsies percutanées, biopsies extemporanées) ou non invasives (imagerie par résonance magnétique (IRM), ultrasons (US), tomodensitométrie (CT)) permettent de distinguer une lésion bénigne d'une lésion maligne, mais avec des performances diagnostiques variables. La plupart des équipes combinent plusieurs approches pour minimiser les résultats discordants [3].

L'IRM est la meilleure modalité d'imagerie non invasive pour l'extension des tissus mous et la propagation péri-neurale au nerf facial. Sur la base de séquences morphologiques (T2, T1 pré- et post-contraste), l'IRM fournit des informations sur le signal de la lésion, ses limites, sa localisation et ses caractéristiques de rehaussement [4–7] qui permettent d'évaluer le risque de malignité avec une sensibilité et une spécificité pouvant atteindre 80 % [7].

En plus de ces séquences anatomiques conventionnelles, différents paramètres IRM ont été développés pour différencier les tumeurs bénignes et malignes des glandes salivaires. La DWI est la technique la plus rapportée, avec le calcul de l'ADC qui reflète la cellularité du tissu. Les tumeurs hypercellulaires telles que les lymphomes présentent typiquement une DWI très restreinte [8–11] par rapport aux adénomes pléomorphes qui peuvent afficher un ADC élevé, surtout lorsqu'ils sont principalement composés de mucine [12–14].

En 2003, Yabuuchi H. et al [15] ont été les premiers à rapporter l'utilisation de l'IRM dynamique avec prise de contraste (DCE) pour différencier les tumeurs bénignes des tumeurs malignes. La prise en compte du temps jusqu'au rehaussement maximal (TME) et du rapport de lavage du produit de contraste (WASHOUT) a permis d'identifier 4 courbes temps-intensité (TIC) qui pouvaient distinguer les lésions malignes des lésions bénignes. Depuis, les auteurs ont affiné les protocoles d'IRM, communément appelés IRM multiparamétrique, en combinant DWI et TIC pour augmenter la valeur prédictive de l'IRM [[9–11, 16–21].

Le développement de nouveaux paramètres DCE permet d'évaluer la vascularisation et la perméabilité capillaire dans les tumeurs de la parotide. Basée sur la déconvolution artérielle, la

méthode la plus utilisée a été décrite par Tofts [22]. Elle permet d'évaluer le volume plasmatique (VP), les fractions de volume extracellulaire-extravasculaire (VE) au sein de la tumeur parotidienne et d'évaluer les constantes de transfert entre le vaisseau et l'espace interstitiel (KTRANS et KEP) [22–25]. La prise en compte de ces paramètres dans l'IRM multiparamétrique semble attrayante, cependant, il existe très peu de données sur leur valeur prédictive supplémentaire dans le diagnostic des tumeurs de la parotide.

Par conséquent, cette étude a cherché à construire un modèle d'apprentissage profond combinant les paramètres DCE et DWI pour le diagnostic des tumeurs de la parotide et à analyser leur valeur diagnostique supplémentaire dans un contexte clinique.

## **MATERIELS ET METHODES**

### ***Design de l'étude et sélection des patients***

Cette étude de cohorte observationnelle rétrospective a eu lieu dans un hôpital universitaire tertiaire français disposant d'un service de radiologie spécialisé dans l'imagerie de la tête et du cou. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique institutionnel (CRM-2010-114), a suivi la déclaration d'Helsinki III et le consentement éclairé de tous les patients a été obtenu.

Nous avons examiné les dossiers médicaux électroniques de tous les adultes présentant une lésion parotidienne prouvée histologiquement entre janvier 2009 et janvier 2018. Les patients qui n'avaient pas subi d'IRM préopératoire (IRM incomplète ou indisponible (réalisée dans un autre centre), contre-indications, claustrophobie) ont été exclus.

Nous avons extrait les données démographiques (âge, sexe) et la nature de la lésion respectivement des dossiers médicaux électroniques et des rapports pathologiques. Les résultats pathologiques ont été répartis en 5 diagnostics conduisant à 5 groupes : adénome pléomorphe (PA), Warthin (W), autre bénin (OB), carcinome (C) et lymphome (L).

### ***Acquisition IRM***

Toutes les IRM ont été réalisées à 1,5 Tesla (Magnetom® Amira Siemens, Erlangen, Allemagne) avec une bobine tête et cou à 16 canaux en réseau phasé.

Les séquences conventionnelles comprenaient : T2W (TSE) axiale et coronale sans saturation de la

graisse (TR:2460ms ; TE:107ms ; FOV:210 mm), T1W (SE) axiale sans saturation de la graisse (TR:317ms ; TE:8,4ms ; FOV:210mm), et rappel de gradient T1-3D post-contraste avec saturation de la graisse (examen volumétrique interpolé avec breath-hold, TR:9,75ms ; TE:3,98ms ; FOV:200mm) 5 minutes après l'administration intraveineuse de 0.2mL/kg (taux d'injection : 2.5mL/s rincé par 50 mL de solution saline) d'acide gadotérique (Dotarem®, Guerbet, France). Les séquences multiparamétriques comprenaient : DWI en segmentation de lecture de longs échos-trains variables (TR:5520ms ; TE:80ms ; FOV:200mm ;), DCE-MRI utilisant une VIBE T1 axiale multiphase (TR:47ms ; TE:1,85ms ; FOV:200×200 mm).

### ***Post-traitement des images***

Les cartes ADC ont été calculées à partir de 4 valeurs de b en utilisant une régression linéaire de  $\ln [S_i] = -b \times \text{ADC} + \ln [S_0]$  [26]. Les paramètres cinétiques DCE ont été estimés à l'aide d'un modèle TOFTS modifié via Oleasphere (v3.0-SP6, Olea Medical, LaCiotat, France) en utilisant la correction de mouvement intégrée et la fonction d'entrée artérielle manuelle. Les données suivantes ont été enregistrées : ADC, KEP, KTRANS, VE, VP, TME, WASHIN, WASHOUT, SER. Un ROI ellipsoïde de 10 mm<sup>2</sup> a été positionné dans la tumeur en évitant les régions kystiques sur les séquences DCE et DWI. Les valeurs du ROI (moyenne, écart-type, minimum et maximum) ont été automatiquement extraites pour chaque paramètre DWI et DCE. Pour chaque IRM, l'ensemble des données multiparamétriques (DWI et DCE) a été séparé des séquences morphologiques.

### ***Evaluation des séquences morphologiques***

Toutes les images ont été analysées par le logiciel gratuit Horos (v.3.3.6) en aveugle par deux radiologues expérimentés en imagerie de la tête et du cou (5 et 20 ans d'expérience en imagerie des tumeurs de la parotide). Ignorant la pathologie, les radiologues sont parvenus à un consensus en cas de désaccord. Lors d'une première session, les images IRM conventionnelles ont été analysées en utilisant les critères morphologiques définis par Christie [7]. Les images ont été analysées de façon aléatoire et une probabilité a été attribuée pour chacun des 5 diagnostics suivant une échelle de Likert comme suit :

1= n'est pas cette tumeur, 2= n'est certainement pas cette tumeur, 3= n'est probablement pas ce type de tumeur, 4= est probablement ce type de tumeur, 5= est certainement ce type de tumeur et 6 = c'est ce type de tumeur.

### ***Modèle d'apprentissage profond***

Les valeurs minimales, maximales, moyennes et l'écart type pour chaque paramètre ont été inclus dans un modèle d'apprentissage profond. Pour chaque type histologique (PA, W, OB, C, L), une approche par arbre de classification et de régression (CART) a généré un arbre prédisant le résultat (par exemple, PA : oui/non) sur la base des paramètres sus-mentionnés.

### ***Ré-évaluation avec utilisation des données multiparamétriques et de l'apprentissage profond***

Deux semaines plus tard, une deuxième session a consisté à relire toutes les séquences conventionnelles dans un ordre aléatoire différent, mais en ajoutant cette fois les images multiparamétriques et les résultats proposés par les modèles d'apprentissage profond. Au cours de cette seconde session, un nouveau score de Likert a été attribué pour chaque groupe pathologique. La sélection aléatoire et en temps réel visait à minimiser la mémoire du lecteur sur la détection et la caractérisation des lésions.

### ***Analyse statistique***

L'analyse statistique a été effectuée sur R (v3.5.3).  $p < 0,05$  a été considéré comme significatif. La normalité a été testée par Kolmogorov-Smirnov. Les variables continues ont été exprimées sous la forme de la moyenne  $\pm$  SD ou de la médiane et de l'intervalle interquartile (IQR) en fonction de la normalité de la distribution. Le test de Kruskal-Wallis a comparé les différents types histologiques. L'algorithme CART a construit des modèles d'apprentissage profond avec une approche récursive pour le partitionnement binaire des données. Une correction automatique de Bonferroni a été effectuée pour éviter l'accumulation d'erreurs alpha dans les tests multiples, et l'arbre de décision a fait l'objet d'une validation croisée. Un arbre a été construit pour chaque type histologique (PA, W, OB, C, L) sur la base des paramètres DWI et DCE. L'analyse ROC du score de Likert a permis d'évaluer la précision du diagnostic. Des courbes ROC ont été obtenues pour les lectures morphologiques avec et sans l'utilisation de l'apprentissage profond. Le test de DeLong a comparé les AUC appariées.

## RESULTATS

Sur les 873 patients adultes présentant une lésion parotidienne histologiquement prouvée, 206 patients ont finalement été inclus (Figure 1).

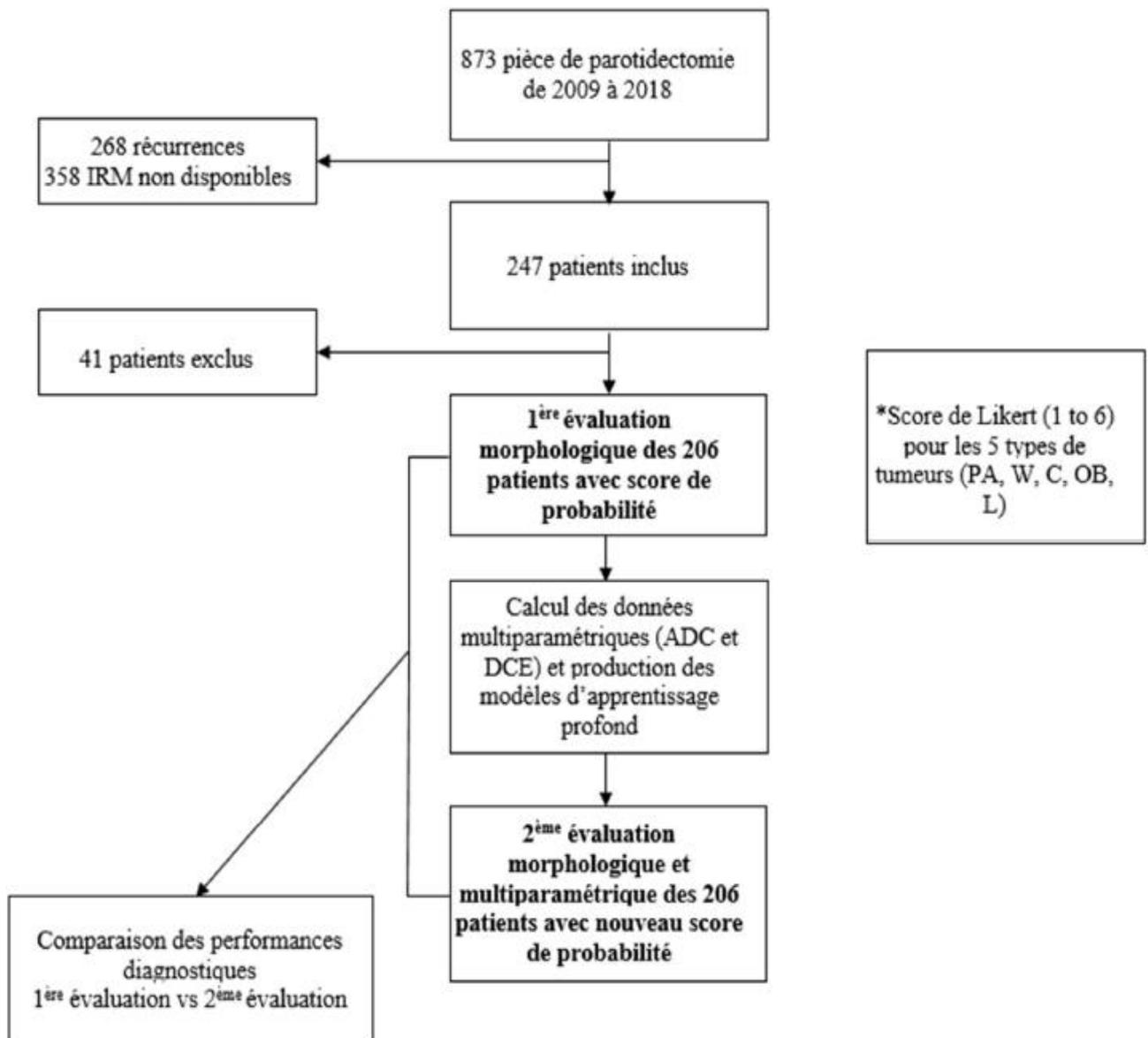


Figure 1. Flowchart.

### ***Population étudiée***

Un total de 206 tumeurs provenant de 206 patients a été analysé. L'âge moyen de la population était de 56 +/- 17 ans et comprenait 120 hommes (58%) et 86 femmes (42%). Les différents types histologiques sont présentés dans le tableau 1 et se composaient de 72% (149/206) de tumeurs bénignes et de 28% (57/206) de tumeurs malignes. L'adénome pléomorphe était la lésion la plus fréquente (35%).

<b>Sous-type de tumeur</b>	<b>n</b>
<b>Adénome pléomorphe</b>	<b>73</b>
<b>Whartin</b>	<b>66</b>
<b>Autres bénins</b>	<b>10</b>
Adénome à cellule basales	3
Adénome ductal	1
Oncocytome	4
Angiome capillaire	1
Schwannome	1
<b>Carcinome</b>	<b>51</b>
Carcinome adénoïde kystique	5
Adénocarcinome	8
Carcinome muco-épidermoïde	11
Carcinome épidermoïde	19
Carcinome lympho-épithélial	1
Carcinome neuro-endocrine	1
Carcinome à cellules acineuses	3
Carcinome de Meckel	1
Carcinome épithélial-myoépithélial	1
Carcinome sino-nasal indifférencié	1
<b>Lymphome</b>	<b>6</b>

*Tableau 1. Résultats histopathologiques des tumeurs de la parotide*

### ***Comparaison entre les différents types histologiques***

Les comparaisons univariées entre les différents marqueurs des séquences multiparamétriques sont présentées dans le tableau 2. Aucune différence significative entre les 5 groupes n'a été mise en évidence pour VPsd, KTRANSmin, KTRANSmax, KTRANSsd, WASHOUTmax. Tous les autres paramètres étaient significatifs.

En DWI, les adénomes pléomorphes présentaient les valeurs d'ADCmoyen les plus élevées ( $1,760 \pm 3,50 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), et les lymphomes avaient la valeur la plus basse avec un ADCmoyen très faible

de  $0,523 \pm 0,088 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $p < 0,001$ ). Les tumeurs de Warthin et les carcinomes avaient un ADCmoyen intermédiaire, respectivement  $0,884 \pm 0,227 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  et  $1,067 \pm 0,292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . Sur les images DCE, un faible temps de rehaussement maximal (TME) ( $< 120\text{s}$ ) a été observé principalement pour les tumeurs de Warthin ( $63 \pm 72\text{s}$ ) et les carcinomes ( $119 \pm 95\text{s}$ ), tandis que le rehaussement des adénomes pléomorphes était lent et progressif ( $231 \pm 97\text{s}$ ). La moyenne de WASHOUT était élevée pour les tumeurs de Warthin ( $40,6 \pm 32,5 \%$ ) et faible pour les adénomes pléomorphes ( $17,2 \pm 32,1 \%$ ) et les carcinomes ( $23,9 \pm 22,2 \%$ ). En ce qui concerne les paramètres de perméabilité capillaire, KEPmoyen était le plus élevé pour les tumeurs de Warthin ( $0,646 \pm 0,595 \text{ min}^{-1}$ ) et le plus bas pour les adénomes pléomorphes ( $0,363 \pm 0,329 \text{ min}^{-1}$ ). Inversement, le VEmoyen était le plus élevé pour les adénomes pléomorphes et le plus faible pour les tumeurs Warthin (respectivement  $0,497 \pm 0,25$  vs.  $0,068 \pm 0,119$  ;  $p < 0,001$ ).

### ***Résultats des modèles d'apprentissage profond***

Lors de l'analyse multivariée, ADCmoyen, ADCmin, VEmoyen, TMEmin, TMEsd, et WASHINmoyen étaient statistiquement significatifs dans les différents arbres de décision (Matériel supplémentaire 1-5).

ADCmoyen est apparu comme le 1<sup>er</sup> nœud de partitionnement pour la prise de décision dans les adénomes pléomorphes, les carcinomes et les lymphomes. Pour les adénomes pléomorphes, un seuil à  $1,292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  a été considéré comme la valeur la plus discriminante (Matériel supplémentaire 2, Figure 2): 90% des adénomes pléomorphes (66/73) avaient un ADCmoyen  $> 1,292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . Pour les carcinomes et les lymphomes, le seuil de prédiction du diagnostic a été trouvé respectivement à  $1,181 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  et  $0,611 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  (Matériel supplémentaire 4 et 5).

VEmoyen était le premier prédicteur de partitionnement dans le modèle des tumeurs de Warthin et le second dans le modèle des carcinomes (Matériel supplémentaire 1 et 4). Nous avons constaté que 76 % (55/66) des tumeurs Warthin avaient un VEmoyen  $\leq 0,07$  avec une spécificité de 90 % (Figure 3). Dans le modèle des carcinomes, la combinaison d'un ADCmoyen  $\leq 1,181 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  (1<sup>er</sup> nœud) et d'un VEmoyen  $> 0,14$  (2<sup>ème</sup> nœud) était prédictive du diagnostic avec une sensibilité et une spécificité respectivement de 63% et 97% (Matériel supplémentaire 4, Figure 4). Enfin, le modèle des autres tumeurs bénignes (OB) a montré que le WASHINmoyen était le premier critère discriminant avec un seuil à 16,23 % (sensibilité 40 % et spécificité 96 %) (Matériel supplémentaire 3).

La précision diagnostique des modèles de décision pour les adénomes pléomorphes, les tumeurs de Warthin et les carcinomes était respectivement de 89 %, 85 % et 83 %.

### *Performance diagnostique de l'évaluation morphologique et multiparamétrique*

Les différentes stratégies d'analyse IRM avec leurs caractéristiques correspondantes sont résumées dans le tableau 3. Nous avons évalué l'analyse morphologique uniquement basée sur les séquences conventionnelles, l'analyse multiparamétrique basée sur les modèles d'apprentissage profond, et la combinaison de ces deux méthodes. Il est intéressant de noter que pour tous les types histologiques, la performance diagnostique a augmenté avec la combinaison des stratégies, toutefois sans augmentation significative pour les lymphomes ( $p=0.066$ ). Cette augmentation de la performance diagnostique, lorsqu'on ajoute l'analyse multiparamétrique aux séquences conventionnelles, est représentée sur les courbes ROC (Figure 5).

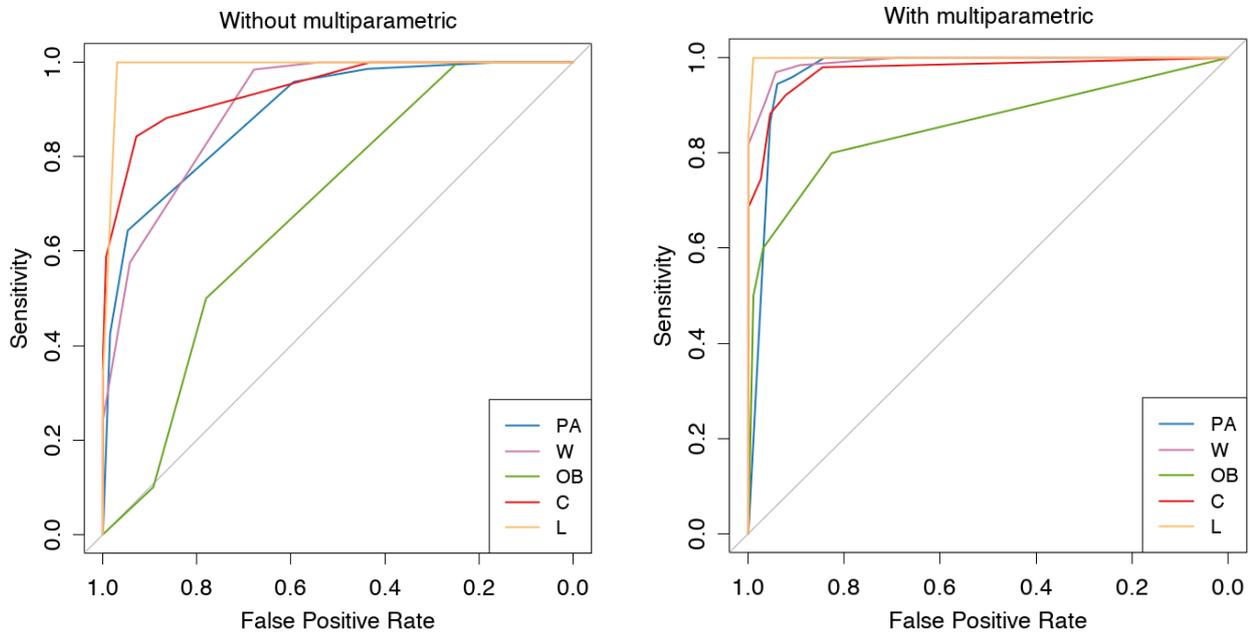
*Tableau 3. Analyse multivariée et son impact sur les performances diagnostiques.*

<b>Type histologique</b>	<b>Méthode</b>	<b>AUC</b>	<b>95% CI</b>	<b>Sens</b>	<b>Spe</b>	<b>PPV</b>	<b>NPV</b>	<b>p-value</b>
<b>PA (n=73)</b>	Parametric			0.88	0.90	0.94	0.80	
	Morpho	0.89	[0.85-0.93]	0.96	0.59	0.56	0.96	
	M+P	0.97	[0.95-0.99]	0.96	0.91	0.85	0.98	0.001*
<b>W (n=66)</b>	Parametric			0.90	0.76	0.89	0.78	
	Morpho	0.91	[0.87-0.94]	0.98	0.68	0.59	0.99	
	M+P	0.99	[0.98-1]	0.97	0.94	0.89	0.99	0.001*
<b>C (n=51)</b>	Parametric			0.91	0.61	0.88	0.69	
	Morpho	0.94	[0.91-0.98]	0.84	0.93	0.80	0.95	
	M+P	0.97	[0.95-1]	0.88	0.95	0.87	0.96	0.033*
<b>OB (n=10)</b>	Parametric			1.00	0.00	0.95	NA	
	Morpho	0.69	[0.56-0.81]	0.10	0.89	0.05	0.95	
	M+P	0.86	[0.71-1]	0.50	0.99	0.71	0.97	0.011*
<b>L (n=6)</b>	Parametric			1.00	0.00	0.97	NA	
	Morpho	0.99	[0.98-1]	1.00	0.97	0.50	1.00	
	M+P	1	[1-1]	0.83	1.00	1.00	1.00	0.066

*AUC: Aire sous la courbe; CI: Intervalle de confiance; Sens: Sensibilité; Spe: Spécificité; PPV: Valeur prédictive positive; NPV: Valeur prédictive négative; M, Morpho: Séquence morphologique; P: Séquence multiparamétrique; NA: non applicable.*

*\*p-value <0.05*

Figure 5. Augmentation de la performance diagnostique avec les séquences multiparamétriques à travers les courbes ROC. La performance diagnostique dans chaque tumeur de sous-types histologiques de l'analyse morphologique seule est à gauche, et combinée avec l'analyse multiparamétrique est à droite.



## DISCUSSION

Notre étude a examiné la valeur des paramètres dérivés de l'IRM multiparamétrique dans le diagnostic des tumeurs de la parotide et a rapporté les principaux résultats suivants : 1) les paramètres diffèrent selon les types histologiques ; 2) les performances de l'apprentissage profond sont au moins égales à celles de la lecture de la morphologie ; 3) les performances diagnostiques les plus élevées ont été atteintes en ajoutant l'apprentissage profond à la morphologie.

La glande parotide est le site privilégié des tumeurs des glandes salivaires, environ 80 % d'entre elles étant bénignes [27]. La lecture morphologique est essentielle pour le diagnostic et la prise en charge des lésions parotidiennes, en évaluant son extension et en recherchant d'éventuelles adénopathies métastatiques. L'intensité du signal de la lésion elle-même et sa localisation sont également des données diagnostiques intéressantes. Par exemple, un signal élevé sur les images pondérées en T2 et des contours lobulés seront évocateurs d'un adénome pléomorphe ; une localisation au niveau du lobe inférieur de la glande sera évocatrice de tumeur de Warthin ; des bords irréguliers, une infiltration sous-cutanée et un engainement péri-nerveux doivent faire craindre un carcinome [4–7]. Christe et al. a montré qu'un faible signal sur les séquences pondérées T2 et des limites mal définies étaient très évocatrices de malignité [7]. Cependant, en raison du chevauchement entre tumeurs malignes et

bénignes, les séquences morphologiques conventionnelles semblent insuffisantes [27].

D'autres techniques d'IRM ont donc été développées pour tenter de surmonter cette insuffisance diagnostique, comme l'imagerie DWI et DCE. L'ajout de ces modalités, également appelées imagerie multiparamétrique, aux séquences morphologiques conventionnelles a été étudié dans la caractérisation des tumeurs de la parotide. Yuan et al. [18] a montré que l'ajout de la DWI à l'IRM conventionnelle augmenterait la valeur diagnostique, ce qui est cohérent avec nos résultats.

Cependant, ils n'ont pas trouvé de plus-value à l'ajout de la DCE. Dans le travail de Yuan, un total de 207 patients a été analysé, mais seulement 154 et 129 d'entre eux ont eu respectivement une analyse DCE et DWI. De plus, ils n'ont pas distingué la tumeur selon son type histologique mais seulement selon son caractère bénin ou malin. Concernant leur analyse DCE, un score a été établi en fonction du type de TIC, bien que nous sachions qu'il peut y avoir un chevauchement entre celui-ci et le type histologique.

Dans notre étude, nous avons extrait de nombreux paramètres supplémentaires de l'imagerie DCE liés à la physiologie de la microcirculation et de la vascularisation. Ces paramètres dérivés de l'imagerie DCE étaient : KTRANS qui représente la constante de transfert de volume entre le plasma sanguin et l'espace extracellulaire (EES) ; KEP qui représente la constante de vitesse d'écoulement entre l'espace extracellulaire et le plasma, et VE qui est la fraction de volume de l'espace extracellulaire. Ces paramètres sont dérivés du modèle TOFTS qui est basé sur l'imagerie DCE utilisant une séquence de rappel de gradient de 5 secondes de résolution, corrigée par une cartographie T1 [23].

Ces paramètres quantitatifs de perfusion ne sont pas actuellement utilisés en routine, contrairement aux TIC [18, 28, 29]. Cependant, notre étude suggère qu'ils peuvent être intéressants car ils aident à différencier le type de tumeur. Pour essayer d'inclure ces paramètres de perfusion dans un éventuel flux de travail radiologique de routine, nous avons développé des modèles d'apprentissage profond. Plusieurs techniques d'apprentissage profond existent ; la méthode de l'arbre de décision est une technique d'apprentissage automatique prédictive puissante avec l'algorithme de classification CART qui fournit un outil facile à utiliser dans la pratique clinique. Il s'agit également d'un algorithme plus intuitif que d'autres méthodes statistiques couramment utilisées comme la régression logistique ou les forêts aléatoires [30]. La méthode CART a déjà été utilisée en IRM des tissus mous ou en imagerie mammaire, mais pas à ce jour pour les tumeurs de la parotide [31, 32]. Nous avons donc considéré que le modèle CART serait plus facilement applicable pour aider à la prise de décision radiologique. Par conséquent, 5 modèles différents d'arbres de décision utilisant l'analyse CART ont été construits dans notre étude, chacun pour un type histologique de tumeurs de la parotide. Dans notre analyse CART, nous n'avons pas seulement inclus les paramètres DCE mais aussi DWI, puisque DWI est considéré, par de nombreux auteurs, comme un outil précieux pour caractériser les lésions de la tête

et du cou, en particulier des espaces parotidiens.

Les ADCmoyens dans notre étude pour les différents types histologiques étaient cohérents avec ceux rapportés par la littérature [34], Pour Habermann et al. [13], les adénomes pléomorphes présentaient un ADC élevé à  $2,09 \pm 0,16 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  comparable à celui trouvé dans notre étude (ADC moyen  $1,76 \pm 0,35 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). Dans leur travail, un seuil à  $1,4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  semblait pouvoir discriminer les adénomes myoépithéliaux (OB) et les adénomes pléomorphes (PA) des autres lésions, notamment des carcinomes. Notre seuil de  $1,292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  pour différencier les adénomes pléomorphes des autres tumeurs, trouvé par notre modèle d'apprentissage profond, était presque identique à ceux décrits dans des études précédentes, variant entre  $1,2$  et  $1,4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  [9, 11, 16, 17, 21]. Ainsi, comme l'a constaté Xu et al. [23], nous pensons également que le DWI, et en particulier l'ADCmoyen, est un paramètre crucial pour distinguer les adénomes pléomorphes des autres tumeurs.

Probablement en raison de leur forte cellularité, les lymphomes présentent généralement une restriction de diffusion extrême. En effet, dans notre étude, nous avons trouvé un ADCmoyen de  $0,523 \pm 0,088 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , ce qui est cohérent avec la littérature [8–11, 19, 33]. Il est intéressant de noter que notre analyse CART n'a trouvé qu'un seul nœud discriminatoire pour la prédiction du diagnostic des lymphomes, qui était basé sur l'ADCmoyen, avec un seuil à  $0,611 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ . Les tumeurs de Warthin et les carcinomes présentent également une restriction sévère de la diffusion, ce qui souligne la nécessité d'une évaluation multiparamétrique et pas seulement basée sur l'ADC pour établir le diagnostic des tumeurs de la parotide.

Les paramètres quantitatifs et semi-quantitatifs de la DCE mis en œuvre dans notre analyse multiparamétrique et les arbres de décision CART ont apporté des données supplémentaires pour le diagnostic. Dans notre analyse univariée, nous avons trouvé un TME  $>120\text{s}$  avec WASHOUT  $<30\%$  pour les adénomes pléomorphes, un TME  $<120\text{s}$  avec WASHOUT  $>30\%$  pour les tumeurs de Warthin, et un TME  $<120\text{s}$  avec WASHOUT  $<30\%$  pour les carcinomes ; ce qui est cohérent avec les modèles de courbe de Yabuuchi (TIC) [16, 34]. Il est également intéressant de noter que dans notre analyse CART, le TME est un critère de décision pour l'adénome pléomorphe. Cependant, le WASHOUT n'est pas apparu comme un critère majeur de décision dans nos modèles d'apprentissage profond.

Notre travail suggère également qu'un intérêt particulier doit être porté au VE. Ce paramètre, qui représente l'espace extracellulaire extravasculaire, était un bon paramètre quantitatif discriminatoire dans l'algorithme de diagnostic des tumeurs de Warthin (1<sup>er</sup> noeud) et des adénomes pléomorphes (3<sup>ème</sup> noeud). Les tumeurs de Warthin présentaient la valeur de VEmoyen la plus faible avec un seuil à 0,07. Pour Xu et al. [23], le VEmoyen s'est également avéré être le meilleur paramètre pour distinguer les tumeurs Warthin des carcinomes et des adénomes pléomorphes, et Zheng et al. [24] a

proposé un seuil de VE à 0,315 afin de différencier les tumeurs Warthin des carcinomes. En considérant nos 5 modèles d'apprentissage profond pour la prise de décision, nous avons évalué leur valeur diagnostique potentielle ajoutée à la simple évaluation morphologique. Notre étude a montré qu'ils augmentaient significativement toutes les performances diagnostiques, à l'exception des lymphomes qui ne représentaient que 6 patients et qui avaient une performance diagnostique initiale élevée uniquement en morphologique (AUC 1 vs. 0.99,  $p=0.066$ ). En utilisant notre modèle CART, nous avons rectifié à raison certains diagnostics comme par un exemple une tumeur de Warthin en adénome pléomorphe, pour une lésion qui présentait des caractéristiques morphologiques (hypersignal T2 hétérogène, portions en hypersignal T1) de tumeur de Warthin mais pour laquelle, en deuxième lecture, l'algorithme proposait un adénome pléomorphe sur la base des données multiparamétriques (ADC estimé à  $2,209 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). De même, nous avons également reconsidéré une lésion bénigne pour un carcinome après l'apport des données multiparamétriques (ADC estimé à  $0,974 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $VE_{\text{moyen}}$  à 0,21) alors que l'étude des séquences morphologiques ne présageait pas du caractère malin de la lésion (contours nets, absence d'extension péri-nerveuse après injection). Notre étude suggère donc que la combinaison des séquences multiparamétriques et morphologiques conduit à la meilleure performance diagnostique, ce qui est cohérent avec la littérature [28, 29].

Notre étude présente des limites. Sur le plan méthodologique, les patients ont été inclus de manière rétrospective et nous n'avons pas testé les modèles d'apprentissage profond avec une cohorte de validation. Les études futures devront évaluer la validation externe des modèles. De plus, cette étude n'intègre pas de validation multi-fabricants des paramètres quantitatifs de perfusion étudiés, ce qui peut influencer les valeurs en fonction du type d'IRM et de logiciel de post-traitement utilisés. Bien que basée sur des critères définis dans la littérature et une forte expérience des observateurs, l'évaluation morphologique reste subjective. La performance de nos modèles de prédiction histologique est dépendante de l'évaluation morphologique initiale qui nécessite un niveau minimal de connaissances et d'expertise. Bien que la distribution des tumeurs de la parotide dans notre échantillon semble être similaire à celle décrite dans la littérature [16, 23], le groupe des autres tumeurs bénignes représentait un petit groupe ( $n=10$ ) de tumeurs variées, ce qui limite la reproductibilité des résultats sur ce type de tumeur. Enfin, le faible nombre de lymphomes ( $n=6$ ) limite également la reproductibilité et rend impossible la constitution d'un groupe de validation.

## **CONCLUSION**

Cette étude montre que les modèles d'apprentissage profond basés sur des paramètres multiparamétriques, augmentent les performances de la caractérisation non-invasive des tumeurs de la parotide. Les algorithmes diagnostiques CART suggèrent que l'ADC et le VE sont des paramètres clés pour la prise de décision. L'évaluation morphologique reste essentielle pour l'approche diagnostique mais devrait être mise en œuvre avec une analyse multiparamétrique.

## REFERENCES

1. Barnes L, Eveson JW, Reichart PA, Sidransky D (2005) Pathology And Genetics of Head and Neck Tumours (World Health Organization Classification of Tumours), 1st ed. World Health Organization
2. Papadogeorgakis N, Skouteris CA, Mylonas AI, Angelopoulos AP (2004) Superficial parotidectomy : technical modifications based on. 350–353. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2004.05.004>
3. Vergez S, Fakhry N, Cartier C, et al (2020) Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology– Head and Neck Surgery (SFORL), part I: Primary treatment of pleomorphic adenoma. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2020.09.002>
4. Curtin HD (2007) Imaging of the salivary glands. *Salivary Gland Disord* 48:17–32. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-47072-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-47072-4_2)
5. Lee YYP, Wong KT, King AD, Ahuja AT (2008) Imaging of salivary gland tumours. *Eur J Radiol* 66:419–436. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.01.027>
6. Kontzialis M, Glastonbury CM, Aygun N (2016) Evaluation: Imaging Studies. *Adv Otorhinolaryngol* 78:25–38. <https://doi.org/10.1159/000442122>
7. Christe A, Waldherr C, Hallett R, et al (2011) MR imaging of parotid tumors: Typical lesion characteristics in MR imaging improve discrimination between benign and malignant disease. *Am J Neuroradiol* 32:1202–1207. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A2520>
8. Wang J, Takashima S, Takayama F, et al (2001) Head and neck lesions: Characterization with diffusion-weighted echo-planar MR imaging. *Radiology* 220:621–630. <https://doi.org/10.1148/radiol.2202010063>
9. Eissa L, Abou Seif S, El Desooky S, et al (2016) Accuracy assessment of combined diffusion weighed and dynamic gadolinium MR sequences in characterization of salivary gland tumors. *Egypt J Radiol Nucl Med* 47:127–139. <https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2015.11.011>
10. Tao X, Yang G, Wang P, et al (2017) The value of combining conventional, diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging for the diagnosis of parotid gland tumours. *Dentomaxillofacial Radiol* 46:. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160434>
11. Elmokadem AH, Abdel Khalek AM, Abdel Wahab RM, et al (2019) Diagnostic Accuracy of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Differentiation Between Parotid Neoplasms. *Can*

Assoc Radiol J 70:264–272. <https://doi.org/10.1016/j.carj.2018.10.010>

12. Turner F, Cohen F, Varoquaux A, et al (2008) Role of diffusion weighted MR in the diagnosis of parotid tumours. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 129:
13. Habermann CR, Arndt C, Graessner J, et al (2009) Diffusion-Weighted Echo-Planar MR Imaging of Primary Parotid Gland Tumors: Is a Prediction of Different Histologic Subtypes Possible? *Am J Neuroradiol* 30:591–596. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1412>
14. Sumi M, Sakihama N, Takahashi H (2007) Apparent Diffusion Coefficient Mapping of Salivary Gland Tumors : Prediction of the Benignancy and Malignancy
15. Yabuuchi H, Fukuya T, Tajima T, et al (2003) Salivary gland tumors: Diagnostic value of gadolinium-enhanced dynamic MR imaging with histopathologic correlation. *Radiology* 226:345–354. <https://doi.org/10.1148/radiol.2262011486>
16. Yabuuchi H, Matsuo Y, Kamitani T, et al (2008) Parotid gland tumors: Can addition of diffusion-weighted MR imaging to dynamic contrast- Enhanced MR imaging improve diagnostic accuracy in characterization? *Radiology* 249:909–916. <https://doi.org/10.1148/radiol.2493072045>
17. Gökçe E (2020) Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for the Diagnosis and Differential Diagnosis of Parotid Gland Tumors. *J Magn Reson Imaging* 52:11–32. <https://doi.org/10.1002/jmri.27061>
18. Yuan Y, Tang W, Tao X (2016) Parotid gland lesions: Separate and combined diagnostic value of conventional MRI, diffusion-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI. *Br J Radiol* 89:. <https://doi.org/10.1259/bjr.20150912>
19. Assili S, Fathi Kazerooni A, Aghaghazvini L, et al (2015) Dynamic contrast magnetic resonance imaging (DCE-MRI) and diffusion weighted MR imaging (DWI) for differentiation between benign and malignant salivary gland tumors. *J Biomed Phys Eng* 5:157–168. <https://doi.org/10.22086/jbpe.v5i4>
20. Eida S, Sumi M, Nakamura T (2010) Multiparametric magnetic resonance imaging for the differentiation between benign and malignant salivary gland tumors. *J Magn Reson Imaging* 31:673–679. <https://doi.org/10.1002/jmri.22091>
21. Mikaszewski B, Markiet K, Smugała A, et al (2017) Diffusion-weighted MRI in the differential diagnosis of parotid malignancies and pleomorphic adenomas: can the accuracy of dynamic MRI be

enhanced? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 124:95–103.

<https://doi.org/10.1016/j.oooo.2017.03.007>

22. Tofts PS, Brix G, Buckley DL, et al (1999) Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T(1)-weighted MRI of a diffusable tracer: standardized quantities and symbols. *J Magn Reson Imaging* 10:223–32. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1522-2586\(199909\)10:3<223::aid-jmri2>3.0.co;2-s](https://doi.org/10.1002/(sici)1522-2586(199909)10:3<223::aid-jmri2>3.0.co;2-s)
23. Xu Z, Zheng S, Pan A, et al (2019) A multiparametric analysis based on DCE-MRI to improve the accuracy of parotid tumor discrimination. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 46:2228–2234. <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04447-9>
24. Zheng SY, Xu ZF, Wu XH PA (2018) Use-fullness of dynamic contrast-enhanced MR imaging and diffusion weighted MR imaging for differentiation of benign and malignant parotid tumors. 1–6
25. Patella F, Franceschelli G, Petrillo M, et al (2018) A multiparametric analysis combining DCE-MRI- and IVIM -derived parameters to improve differentiation of parotid tumors: A pilot study. *Futur Oncol* 14:2893–2903. <https://doi.org/10.2217/fon-2017-0655>
26. Thoeny HC, De Keyzer F, Boesch C, Hermans R (2004) Diffusion-weighted imaging of the parotid gland: Influence of the choice of b-values on the apparent diffusion coefficient value. *J Magn Reson Imaging* 20:786–790. <https://doi.org/10.1002/jmri.20196>
27. Zhang W, Zuo Z, Huang X, et al (2018) Value of Diffusion-Weighted Imaging Combined with Susceptibility-Weighted Imaging in Differentiating Benign from Malignant Parotid Gland Lesions. *Med Sci Monit* 24:4610–4616. <https://doi.org/10.12659/MSM.911185>
28. Coudert H, Mirafzal S, Dissard A, et al (2021) Multiparametric magnetic resonance imaging of parotid tumors: A systematic review. *Diagn Interv Imaging* 102:121–130. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2020.08.002>
29. Liang YY, Xu F, Guo Y, Wang J (2018) Accuracy of Magnetic Resonance Imaging Techniques for Parotid Tumors, a Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Imaging* 52:36–43. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2018.05.026>
30. Pavlov YL (2019) Random forests. *Random For* 1–122. <https://doi.org/10.1201/9780429469275-8>
31. Bumberger A, Clauser P, Kolta M, et al (2019) Can we predict lesion detection rates in second-look ultrasound of MRI-detected breast lesions? A systematic analysis. *Eur J Radiol* 113:96–100.

<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.02.008>

32. Shim EJ, Yoon MA, Yoo HJ, et al (2020) An MRI-based decision tree to distinguish lipomas and lipoma variants from well-differentiated liposarcoma of the extremity and superficial trunk: Classification and regression tree (CART) analysis. *Eur J Radiol* 127:.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109012>
33. Eida S, Sumi M, Sakihama N, et al (2007) Apparent diffusion coefficient mapping of salivary gland tumors: Prediction of the benignancy and malignancy. *Am J Neuroradiol* 28:116–121
34. Fukuya T, Tajima T, Hachitanda Y, et al (2003) Salivary Gland Tumors : Dynamic MR Imaging with Histopathologic Correlation 1. 345–354
35. Ogawa T, Kojima I, Ishii R, et al (2018) Clinical utility of dynamic-enhanced MRI in salivary gland tumors: retrospective study and literature review. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* 275:1613–1621.  
<https://doi.org/10.1007/s00405-018-4965-9>

## ANNEXES

Tableau 2. Analyse univariée de l'âge, de la longueur, du coefficient de diffusion apparent (ADC) et des paramètres cinétiques

Biomarqueur	PA	W	OB	C	L	p
<b>ADC</b>						
ADC moyen	1749 ± 359	884 ± 227	1462 ± 488	1067 ± 292	523 ± 88	<0.001*
ADC min	1200 ± 480	529 ± 218	1067 ± 392	714 ± 301	344 ± 134	<0.001*
ADC max	2163 ± 384	1307 ± 410	1918 ± 685	1480 ± 400	902 ± 407	<0.001*
ADC sd	213 ± 126	170 ± 95	196 ± 88	162 ± 81	103 ± 73	0.013*
<b>KEP</b>						
KEP moyen	0.363 ± 0.329	0.646 ± 0.595	0.449 ± 0.356	0.582 ± 0.575	0.617 ± 0.718	0.016*
KEP min	0.078 ± 0.179	0.073 ± 0.208	-0.001 ± 0.003	0.177 ± 0.301	0.168 ± 0.412	0.045*
KEP max	1.08 ± 1.1	1.99 ± 1.1	2.36 ± 2.21	1.4 ± 1.1	2.45 ± 1.28	<0.001*
KEP sd	0.216 ± 0.214	0.488 ± 0.341	0.54 ± 0.481	0.273 ± 0.244	0.5 ± 0.267	<0.001*
<b>VP</b>						
VP moyen	0.133 ± 0.133	0.285 ± 0.131	0.325 ± 0.233	0.188 ± 0.119	0.245 ± 0.124	<0.001*
VP min	0.038 ± 0.074	0.153 ± 0.122	0.157 ± 0.197	0.079 ± 0.078	0.135 ± 0.134	<0.001*
VP max	0.28 ± 0.215	0.425 ± 0.186	0.445 ± 0.281	0.308 ± 0.164	0.357 ± 0.169	<0.001*
VP sd	0.055 ± 0.045	0.064 ± 0.039	0.057 ± 0.033	0.051 ± 0.03	0.038 ± 0.022	0.342
<b>VE</b>						
VE moyen	0.497 ± 0.25	0.068 ± 0.119	0.195 ± 0.139	0.317 ± 0.219	0.113 ± 0.122	<0.001*
VE min	0.12 ± 0.219	0.021 ± 0.083	0 ± 0	0.087 ± 0.141	0.022 ± 0.053	0.002*
VE max	0.902 ± 0.197	0.37 ± 0.382	0.867 ± 0.281	0.653 ± 0.34	0.528 ± 0.433	<0.001*
VE sd	0.177 ± 0.092	0.061 ± 0.07	0.206 ± 0.082	0.127 ± 0.098	0.087 ± 0.091	<0.001*
<b>Ktrans</b>						
Ktrans moyen	0.225 ± 0.41	0.073 ± 0.138	0.07 ± 0.063	0.218 ± 0.256	0.122 ± 0.169	0.015*
Ktrans min	0.086 ± 0.249	0.016 ± 0.061	0.004 ± 0.008	0.069 ± 0.111	0.032 ± 0.078	0.097
Ktrans max	0.466 ± 0.549	0.299 ± 0.487	0.512 ± 0.83	0.481 ± 0.511	0.473 ± 0.537	0.301
Ktrans sd	0.082 ± 0.08	0.065 ± 0.115	0.105 ± 0.166	0.091 ± 0.107	0.087 ± 0.099	0.634
<b>Washin</b>						
Washin moyen	1.7 ± 2.5	7.3 ± 7.1	12.1 ± 11.6	2.6 ± 3.4	9.1 ± 4.6	<0.001*
Washin min	0.5 ± 1.2	4.7 ± 6.4	4.7 ± 11.5	0.8 ± 1.2	2.6 ± 3.2	<0.001*
Washin max	5.9 ± 6.4	8.9 ± 8	15.2 ± 10.9	5.8 ± 6.1	15.7 ± 5.6	<0.001*
Washin sd	1.15 ± 1.43	1.16 ± 1.46	3.19 ± 3.07	1.35 ± 1.79	3.35 ± 2.42	<0.001*
<b>Washout</b>						
Washout moyen	0.172 ± 0.321	0.406 ± 0.325	0.461 ± 0.315	0.239 ± 0.222	0.542 ± 0.294	<0.001*
Washout min	0.016 ± 0.071	0.22 ± 0.25	0.184 ± 0.235	0.069 ± 0.151	0.197 ± 0.135	<0.001*
Washout max	0.496 ± 0.599	0.553 ± 0.397	0.926 ± 0.555	0.498 ± 0.502	0.91 ± 0.696	0.054
Washout sd	0.112 ± 0.131	0.076 ± 0.061	0.179 ± 0.125	0.102 ± 0.102	0.162 ± 0.175	0.023*
<b>PEAK</b>						
PEAK moyen	261 ± 212	268 ± 211	489 ± 281	282 ± 190	310 ± 72	0.029*
PEAK min	132 ± 142	193 ± 182	344 ± 233	197 ± 142	227 ± 47	0.001

PEAK max	384 ± 284	341 ± 242	652 ± 312	362 ± 243	401 ± 81	0.014*
PEAK sd	57.9 ± 49.7	36.6 ± 26.9	69.8 ± 50.4	37.6 ± 30.2	35.4 ± 17	0.002*
<b>TME</b>						
TME moyen	231 ± 97	63 ± 72	102 ± 73	119 ± 94	53 ± 10	<0.001*
TME min	99.6 ± 70.9	40 ± 29.2	42.3 ± 33.6	70.3 ± 65.4	35.7 ± 4.2	<0.001*
TME max	297 ± 98	103 ± 102	219 ± 134	177 ± 117	126 ± 61	<0.001*
TME sd	54.8 ± 33.8	15.4 ± 21.8	57.7 ± 44.5	36.3 ± 25	17.8 ± 11.4	<0.001*
<b>SER</b>						
SER moyen	55 ± 30	193 ± 80	135 ± 81	89 ± 36	159 ± 42	<0.001*
SER min	24 ± 26	113 ± 66	71 ± 58	55 ± 31	99 ± 35	<0.001*
SER max	127 ± 141	370 ± 255	288 ± 274	165 ± 169	310 ± 166	<0.001*
SER sd	17.9 ± 16.8	51.6 ± 51.2	33.6 ± 33.5	19.5 ± 16.8	34.7 ± 23	<0.001*

*ADC: coefficient apparent de diffusion ( $10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/sec)*

*KEP: constante de vitesse entre l'espace extracellulaire-extravasculaire et le plasma sanguin (min<sup>-1</sup>)*

*VP: volume de plasma sanguine (/unité de volume de tissue)*

*VE: volume de l'espace extracellulaire-extravasculaire (/unité de volume de tissue)*

*Ktrans: coefficient de transfert de volume entre le plasma sanguin et l'espace extravasculaire-extracellulaire (min<sup>-1</sup>)*

*Washin: taux de remplissage (%)*

*Washout: taux de lavage (%)*

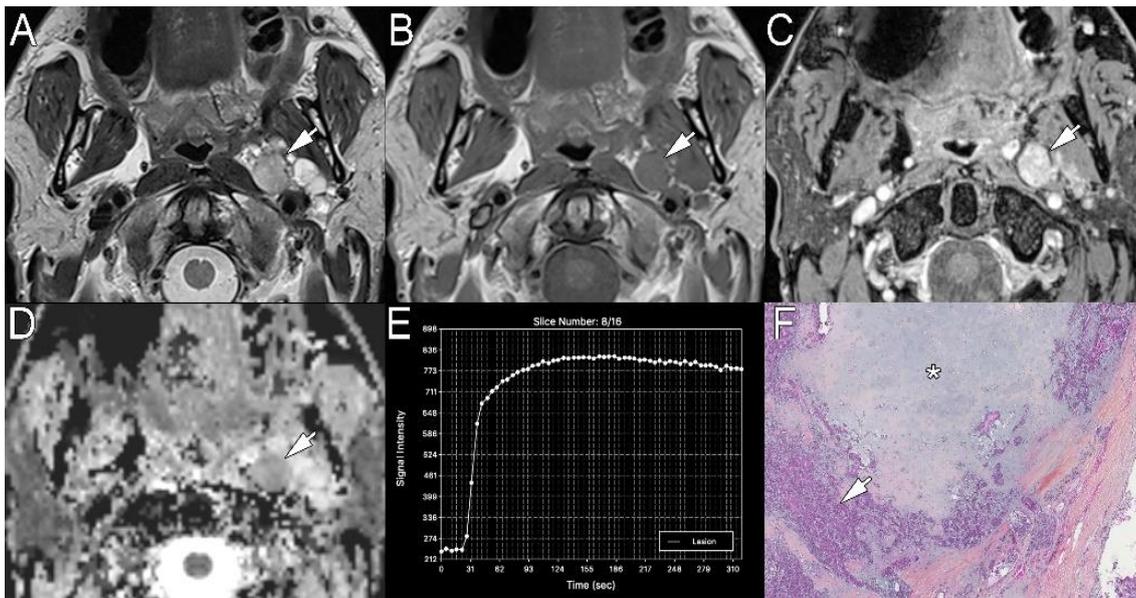
*PEAK: signal d'intensité maximale*

*TME: temps de réhaussement maximal (temps écoulé en seconde entre le pic de réhaussement artériel et la fin de la partie la plus abrupte du réhaussement)*

*SER: rapport d'amélioration du signal.*

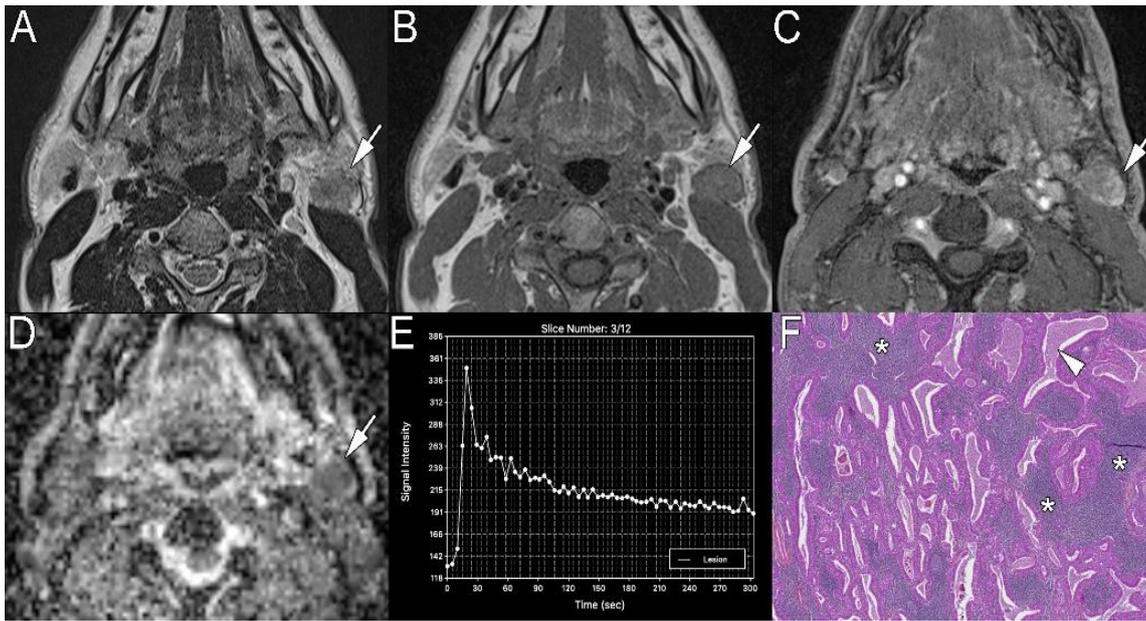
*\*p-value <0.05*

Figure 2. Résultats d'imagerie typique d'un adénome pléomorphe (PA).



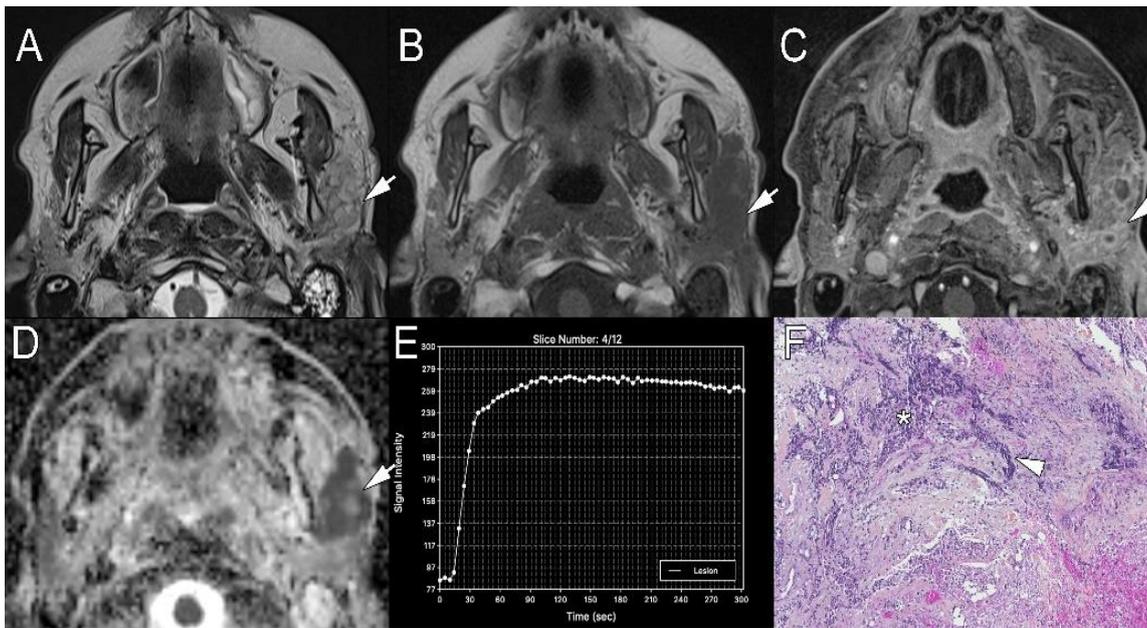
Voici l'imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un patient de 44 ans présentant un adénome pléomorphe du lobe profond de la glande parotidienne gauche. A. La séquence T2W axiale (FSE) montre une tumeur multilobulée (flèche) avec des portions en hypersignal. B. La séquence axiale T1W (SE) montre un isosignal homogène (flèche). C. La séquence axiale post-contraste T1 VIBE montre un rehaussement homogène sans infiltration des tissus adjacents (flèche). D. La cartographie du coefficient apparent de diffusion (ADC) ne montre aucune restriction de diffusion ( $1,386 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). E. La courbe temps-intensité (TIC) montre un rehaussement progressif sans wash-out. F. Coupe microscopique pathologique composée de composants épithéliaux (flèche) et stromaux (chondroïde, \*) variables dans un mélange de motifs.

Figure 3. Résultats d'imagerie typique d'une tumeur de Warthin (W).



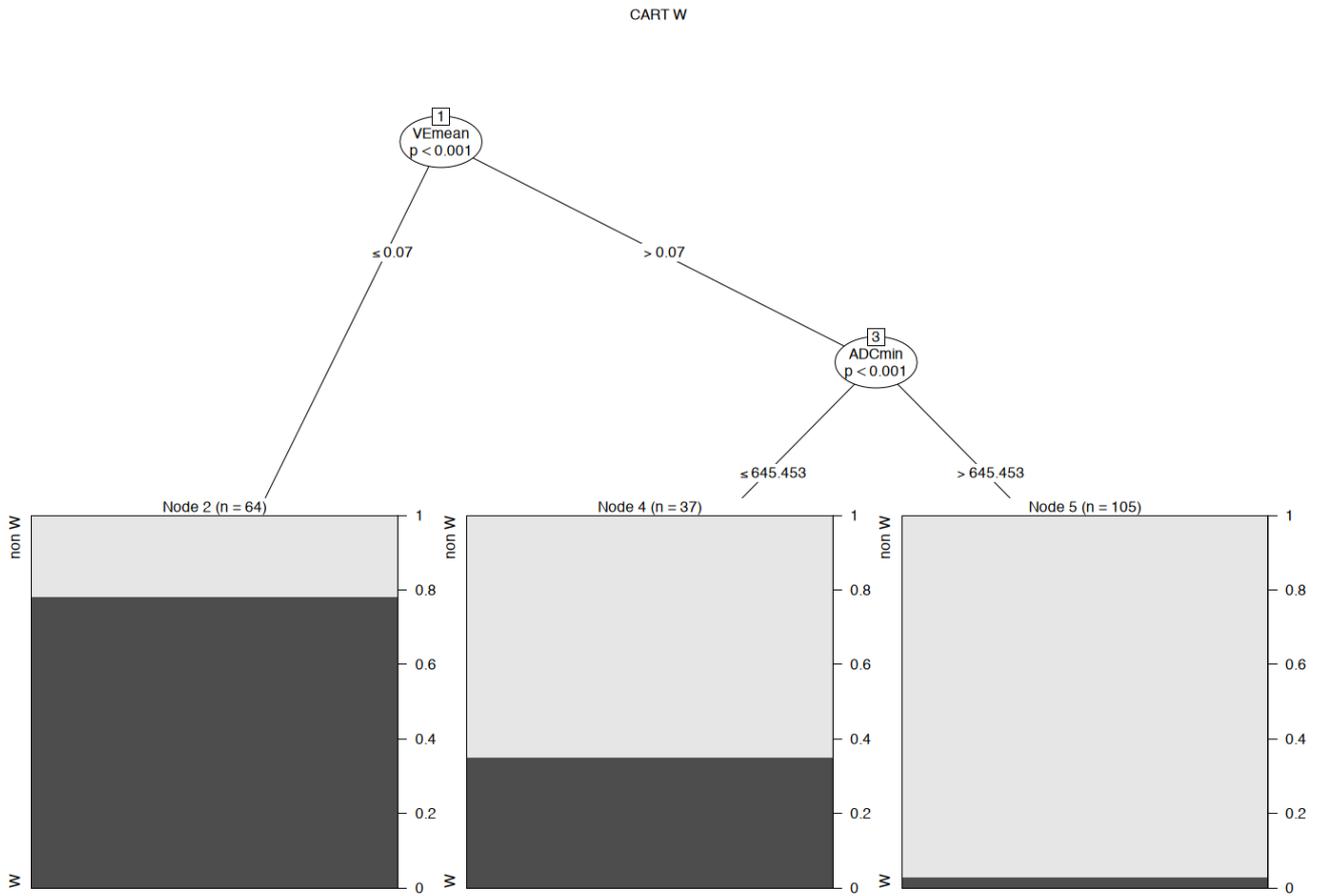
Voici l'imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un patient de 44 ans présentant une tumeur de Warthin de la glande parotidienne gauche. La séquence axiale T2W (FSE) (A.) et la séquence axiale T1W (SE) (B.) montrent une tumeur en isosignal (flèche). C. La séquence axiale post-contraste T1 VIBE montre un rehaussement hétérogène sans infiltration des tissus adjacents (flèche). D. La cartographie du coefficient apparent de diffusion (ADC) montre une restriction de la diffusion ( $1,049 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). E. La courbe temps-intensité (TIC) montre un rehaussement précoce avec un lavage significatif. F. La coupe microscopique pathologique montre une petite proportion de structures papillaires kystiques (tête de flèche) bordées par des zones denses de cellules épithéliales oncocytaires et un stroma lymphoïde avec des centres germinaux (\*).

Figure 4. Résultats d'imagerie typique d'une tumeur d'un carcinome (C).



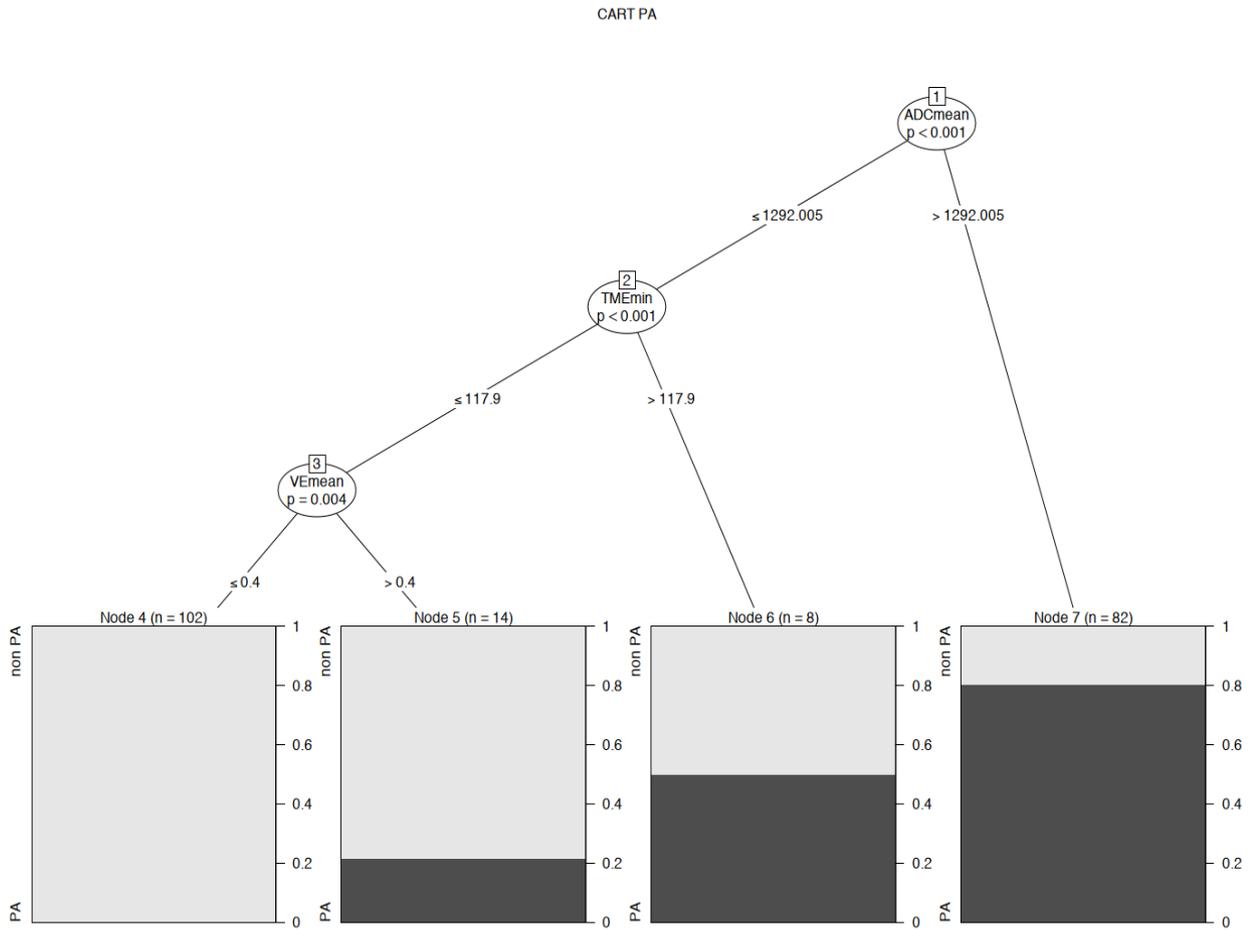
Voici l'imagerie par résonance magnétique (IRM) d'un patient de 60 ans présentant un carcinome de la glande parotidienne gauche. A. La séquence axiale T2W (FSE) montre une tumeur en signal intermédiaire (flèche). B. La séquence axiale T1W (SE) montre une tumeur irrégulière en hyposignal (flèche). C. La séquence axiale post-contraste T1 VIBE montre un rehaussement hétérogène avec infiltration du tissu adjacent (flèche). D. La cartographie du coefficient apparent de diffusion (ADC) montre une restriction de la diffusion ( $0,805 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). E. La courbe temps-intensité (TIC) montre un rehaussement progressif sans wash-out. F. La coupe microscopique pathologique montre des lobules de feuilles (\*) et des trabécules (pointe de flèche) de cellules malignes provenant d'une métastase de carcinome sino-nasal indifférencié.

Matériel supplémentaire 1. Arbre de classification et de régression (CART) pour la tumeur de Whartin (W).



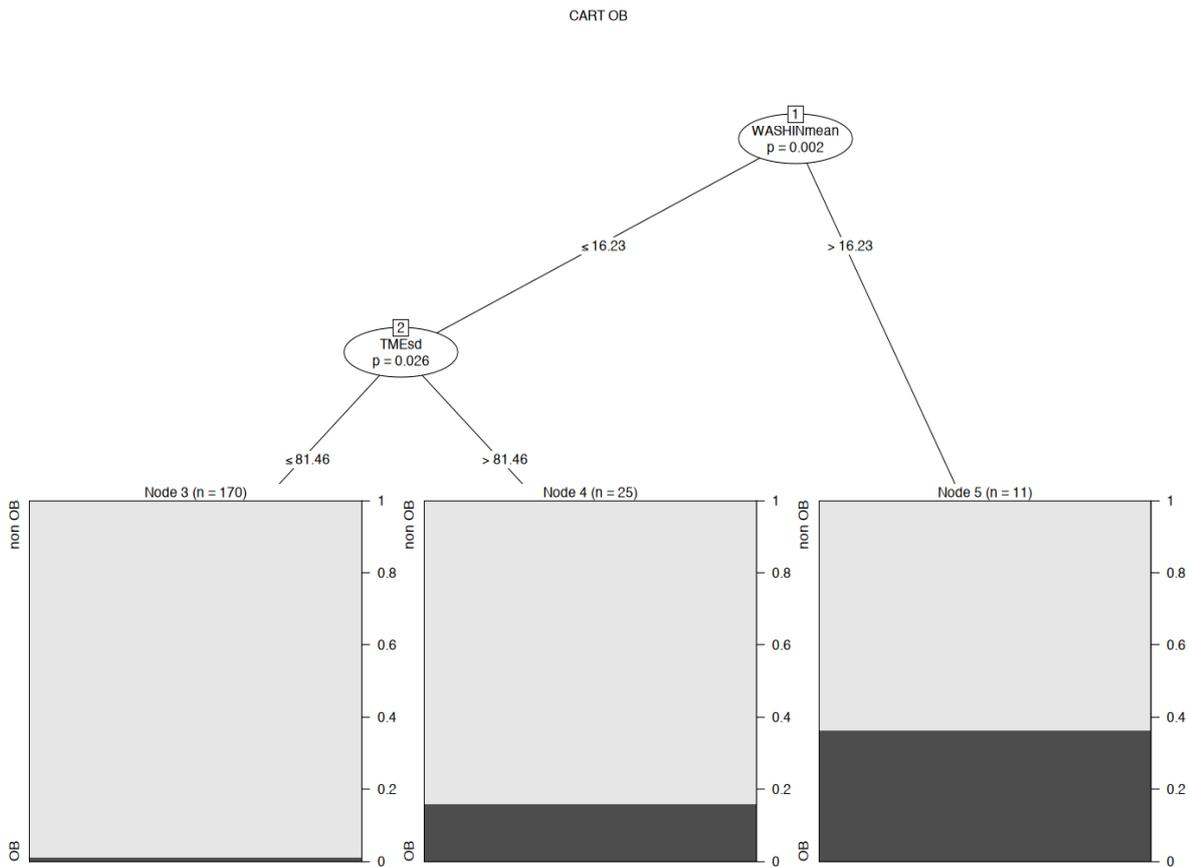
ADCmin : coefficient apparent de diffusion minimal ( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ ) ; VEmean : volume moyen de l'espace extravasculaire-extracellulaire (/unité de volume tissulaire)

Matériel supplémentaire 2. Arbre de classification et de régression (CART) pour l'adénome pléomorphe (PA).



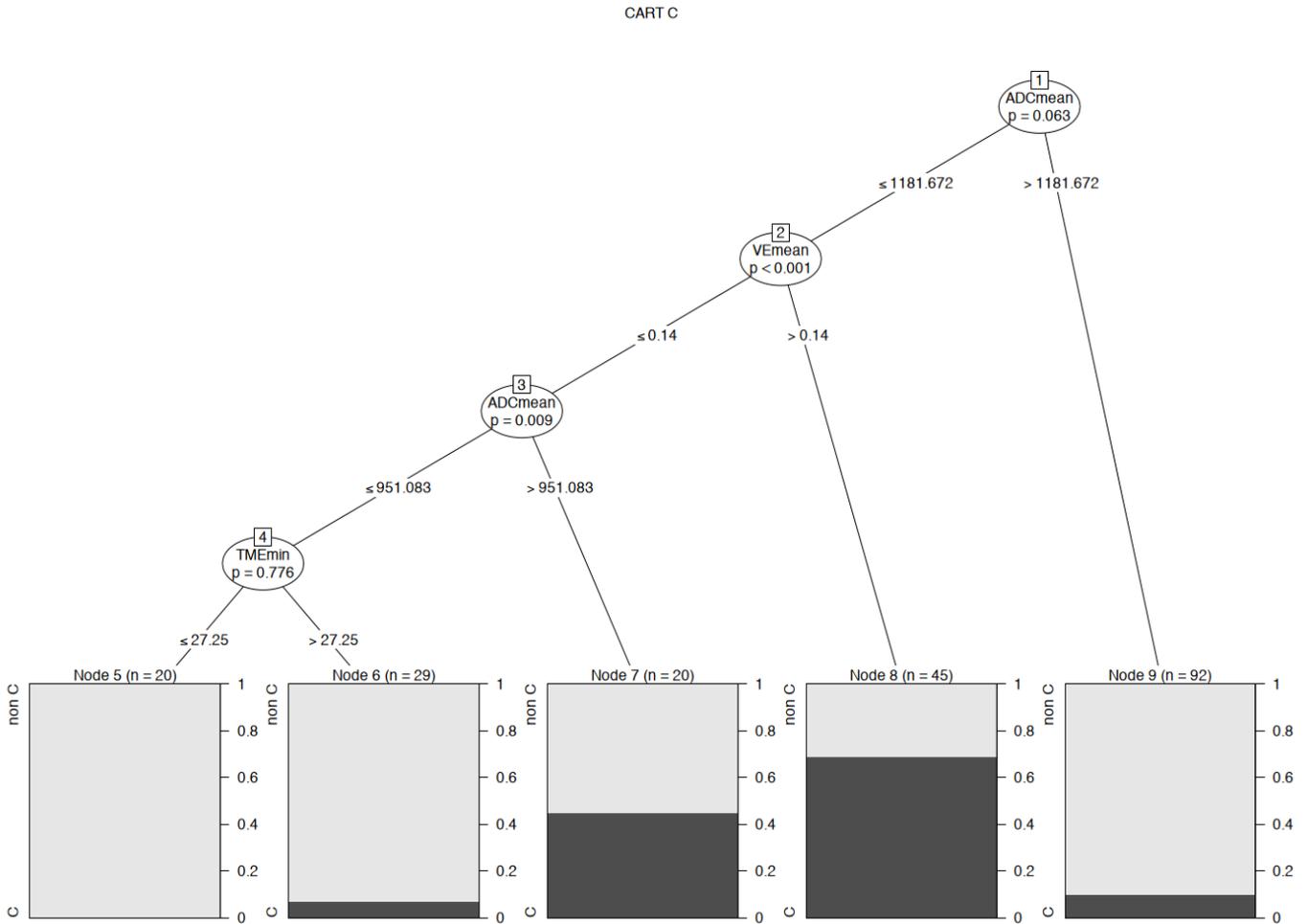
*ADCmoyen* : coefficient apparent de diffusion moyen ( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ ) ; *TMEmin* : temps minimum jusqu'au rehaussement maximal (secondes) ; *VEmoyen* : volume moyen de l'espace extravasculaire-extracellulaire (/unité de volume tissulaire).

Matériel supplémentaire 3. Arbre de classification et de régression (CART) pour les autres tumeurs bénignes (OB).



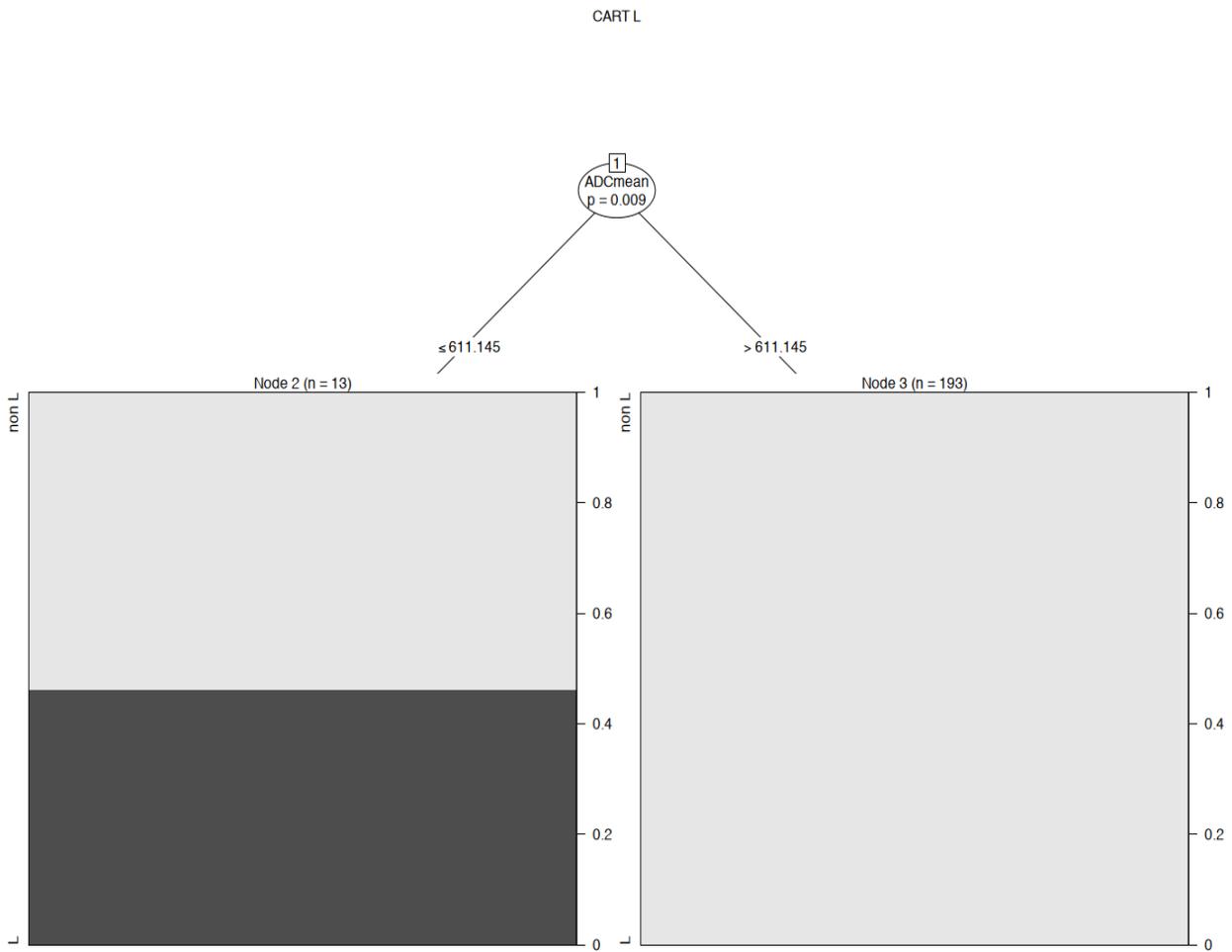
*WASHINmoyen* : taux de remplissage moyen (%) ; *TMEsd* : écart-type du temps jusqu'au rehaussement maximal (secondes)

Matériel supplémentaire 4. Arbre de classification et de régression (CART) pour les carcinomes (C).



*ADCmoyen* : coefficient apparent de diffusion moyen ( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ ) ; *TMEmin* : temps minimum jusqu'au rehaussement maximal (secondes) ; *VEmoyen* : volume moyen de l'espace extravasculaire-extracellulaire (/unité de volume tissulaire).

Matériel supplémentaire 5. Arbre de classification et de régression (CART) pour les lymphomes (L).



*ADCmean* : coefficient apparent de diffusion moyen ( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sec}$ )

## **ABBREVIATIONS**

ADC: Apparent diffusion coefficient

CART: Classification and Regression Tree

CT: Computed tomography

DCE: Dynamic contrast-enhanced

DWI: Diffusion-weighted imaging

EES : Extracellular extravascular space

FOV: Field of view

MRI: Magnetic resonance imaging

FNAC: Fine-needle aspiration cytology

ROI: Region of interest

ROC: Receiver operating characteristic

SD: standard deviation

TE: Echo time

TIC: Time intensity curve

TR: Repetition time

TSE: Turbo spin echo

US: Ultrasound

## 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.**