

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2022

2022 TOU3 1567

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Julien ALMEIDA

le 24 juin 2022

**Le « White Gray Sign » est-il utilisable dans une population
pédiatrique pour le repérage du sillon central ?**

Directrice de thèse : Dr Margaux ROQUES

JURY

Monsieur le Professeur	Fabrice BONNEVILLE	Président
Docteur	Claude CANCES	Assesseur
Docteur	Annick SEVELY	Assesseur
Docteur	Margaux ROQUES	Assesseur
Docteur	Magali RAVENEAU	Suppléant

FACULTE DE SANTE
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux
Tableau des personnels HU de médecine
Mars 2022

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GRAND Alain
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GUIRAUD CHAUMEIL Bernard
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MALECAZE François
Professeur Honoraire	M. BLANCHER Antoine	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MARCHOU Bruno
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BONNEVIALLE Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire Associé	M. BROS Bernard	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire associé	M. NICODEME Robert
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. PARINAUD Jean
Professeur Honoraire	M. CARON Philippe	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PERRET Bertrand
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. RISCHMANN Pascal
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SERRE Guy
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. FABIE Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles		

Professeurs Emérites

Professeur ARLET Philippe
 Professeur BOUTAULT Franck
 Professeur CARON Philippe
 Professeur CHAMONTIN Bernard
 Professeur CHAP Hugues
 Professeur GRAND Alain
 Professeur LAGARRIGUE Jacques
 Professeur LAURENT Guy
 Professeur LAZORTHES Yves
 Professeur MAGNAVAL Jean-François
 Professeur MARCHOU Bruno
 Professeur PERRET Bertrand
 Professeur RISCHMANN Pascal
 Professeur RIVIERE Daniel
 Professeur ROUGE Daniel

FACULTE DE SANTE
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ACAR Philippe	Pédiatrie	Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique
M. ACCADBLED Franck (C.E)	Chirurgie Infantile	M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. LARRUE Vincent	Neurologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie, Santé publique	M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'Urgence
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie	M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale
M. ARNAL Jean-François (C.E)	Physiologie	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. BERRY Antoine	Parasitologie	M. MALAVAUD Bernard	Urologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. MAURY Jean-Philippe (C.E)	Cardiologie
M. BRASSAT David	Neurologie	Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MAZIERES Julien (C.E)	Pneumologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. MOLINIER Laurent (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
Mme BURA-RIVIERE Alessandra (C.E)	Médecine Vasculaire	M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
M. BUREAU Christophe	Hépto-Gastro-Entérologie	Mme MOYAL Elisabeth (C.E)	Cancérologie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. PAUL Carle (C.E)	Dermatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence	M. PAYOUX Pierre (C.E)	Biophysique
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. PERON Jean-Marie (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chir. Orthopédique et Traumatologie	Mme RAUZY Odile	Médecine Interne
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. RECHER Christian(C.E)	Hématologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique	M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
Mme COURTADE SAIDI Monique (C.E)	Histologie Embryologie	M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. DAMBRIN Camille	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses	M. SAILLER Laurent (C.E)	Médecine Interne
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie	M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique	M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	Mme SELVES Janick (C.E)	Anatomie et cytologie pathologiques
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique	M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	M. SIZUN Jacques (C.E)	Pédiatrie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. GAME Xavier	Urologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie, Santé publique	M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique	M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
M. GOURDY Pierre (C.E)	Endocrinologie	Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique	M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	Mme TREMOLLIÈRES Florence	Biologie du développement
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	Mme URO-COSTE Emmanuelle (C.E)	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie	M. VAYSSIERE Christophe (C.E)	Gynécologie Obstétrique
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie

P.U. Médecine générale

M. OUSTRIC Stéphane (C.E)

FACULTE DE SANTE
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux

P.U. - P.H.
2ème classe

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie, Santé publique
M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. CAVAIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique
M. COGNARD Christophe	Radiologie
Mme CORRE Jill	Hématologie
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FARUCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
Mme MARTINEZ Alejandra	Gynécologie
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. PAGES Jean-Christophe	Biologie cellulaire
Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. PUGNET Grégory	Médecine interne
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie
Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. SAVALL Frédéric	Médecine légale
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
M. TACK Ivan	Physiologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

M. MESTHÉ Pierre
Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeurs Associés

Professeur Associé de Médecine Générale

M. ABITTEBOUL Yves
Mme BOURGEOIS Odile
M. BOYER Pierre
M. CHICOULAA Bruno
Mme IRI-DELAHAYE Motoko
M. PIPONNIER David
M. POUTRAIN Jean-Christophe
M. STILLMUNKES André

Professeur Associé de Bactériologie-Hygiène

Mme MALAUAUD Sandra

FACULTE DE SANTE
Département Médecine Maieutique et Paramédicaux

MCU - PH

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène	Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie	M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie	Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme BELLIERES-FABRE Julie	Néphrologie	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. HAMDJ Safouane	Biochimie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme HITZEL Anne	Biophysique
Mme BREHIN Camille	Pneumologie	Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. BUSCAIL Etienne	Chirurgie viscérale et digestive	M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire	Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie	M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie	Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie	M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique	Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
M. CHASSAING Nicolas	Génétique	M. MONTASTRUC François	Pharmacologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire	Mme MOREAU Jessika	Biologie du dév. Et de la reproduction
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques	Mme MOREAU Marion	Physiologie
M. CONGY Nicolas	Immunologie	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. CUROT Jonathan	Neurologie	Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie	Mme PERROT Aurore	Hématologie
Mme DE GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie	M. PILLARD Fabien	Physiologie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale	Mme PLAISANCIE Julie	Génétique
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie	Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
M. DELMAS Clément	Cardiologie	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et médecine nucléaire
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale	Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie	M. REVET Alexis	Pédo-psychiatrie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail	Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie	Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie	M. TAFANI Jean-André	Biophysique
Mme GALINIER Anne	Nutrition	M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie	Mme VALLET Marion	Physiologie
M. GANTET Pierre	Biophysique	M. VERGEZ François	Hématologie
M. GASQ David	Physiologie	Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction		

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie
M. ESCOURROU Emile

Maîtres de Conférence Associés

M.C.A. Médecine Générale

M. BIREBENT Jordan
Mme BOUSSIER Nathalie
Mme FREYENS Anne
Mme LATROUS Leila
Mme PUECH Marielle

Ces remerciements vont être longs, j'ai beaucoup de personnes à remercier, et je vais probablement oublier des noms (ne m'en voulez pas trop si c'est le cas).

Toujours est-il que ce n'est pas ce travail de thèse qui a fait de moi celui que je suis, c'est vous.



A mes parents,

Vous m'avez donné une éducation remarquable, vous m'avez toujours soutenu et encouragé à me lancer dans le travail que j'aime, vous avez toujours été prêts à tout donner pour que je réussisse, sans la moindre hésitation. La personne que je suis devenu, c'est principalement à vous que je le dois. Je vous aime.

A Martine,

Merci de m'avoir toujours aidé au moindre besoin, je n'aurai probablement pas passé le cap de la première année sans ton soutien. Je suis heureux de pouvoir partager cette vie avec toi comme sœur.

A Chantal,

Tu es une super grande sœur, heureusement que je t'ai. Ton amour inconditionnel, sans oublier ton aide à faire les devoirs, ont été des éléments essentiels pour que j'en arrive jusque-là. Sans toi je n'aurai probablement pas trouvé cette voie.

Aos meus avôs,

Agradeço-vos para todos estes momentos passados juntos, que ficarão na minha memória para sempre. Ao meu avô, você estava certo, quis fazer doutor, e consegui.

Au reste de ma famille,

Merci pour votre soutien. Merci pour être là.

Aux membres du jury,

Merci Margaux,

Pas spécialement pour le cas contact covid deux jours avant le départ en vacances hein mais clairement pour tout ce que tu as pu m'apporter dans l'internat. Déjà tu as accepté (et réussi) le défi d'encadrer ma thèse, de manière on va dire un peu imprévue, avec des délais pas forcément très confortables, en réussissant à gérer ta propre thèse à côté. Ta méthodologie et ta rigueur dans le travail ne passent pas inaperçus.

Merci Magali,

En plus d'avoir accepté de faire partie de ce jury, de m'avoir apporté de nombreuses bases de neuroradio pédiatrie avec une clarté formidable. Je te souhaite vraiment beaucoup de bonheur pour l'après clinicat.

Merci Annick,

Pour toutes ces jolies vacances remplies de jolis dossiers, pour toutes ces connaissances de neuroradiologie pédiatrique que vous partagez avec nous. Merci pour ces petites pauses café au soleil le matin, qui nous redonnaient l'énergie pour la journée. Je ne peux plus voir de bébés jumeaux sans penser à vous maintenant.

Merci Fabrice,

Pour tous ces dossiers que tu as pu nous montrer, que ce soit en vacation ou en dehors, pour tous ces enseignements clairs et complets. Merci également pour ces conseils donnés sur ces débuts de travail de thèse.

Merci Docteur Cances,

Pour avoir accepté de faire partie de ce jury et d'apporter un œil extérieur au monde radiologique sur le sujet.

Aux cointernes et aux chefs de la radiologie,
Merci de m'avoir fait découvrir cette famille bienveillante qu'est le monde de la radiologie Toulousaine, qui fourmille d'échanges enrichissants, et qui nous gâte d'une bonne dose de bienveillance.

Tout d'abord à mes cointernes de promo, Sylvain / Louis / Hamza / Gildas / Tam / Rokia / Julie K, c'est un véritable plaisir que de partager cette aventure avec vous.

Merci à Harold et Roxane, qui ont été mes premiers cointernes avant que j'arrive et découvre le monde du CHU, et m'ont appris de nombreuses bases.

Merci aux vieux internes (pour certains devenus chefs) qui ont été là lors de mes premiers passages en central, et qui ont toujours été disponibles pour me guider.

Narimène, qui en plus de se donner à fond dans son travail, s'est donnée à fond pour ses cointernes aussi, et qui m'a dépanné de bon nombre de galères, je te remercie infiniment, et j'espère que ta nouvelle vie post-internat t'apportera tout le bonheur que tu mérites.

Sarah, ça a été un plaisir de travailler avec toi, aussi bien en tant que cointernes que ces quelques semaines où tu as été ma cheffe.

Arthur, merci de m'avoir montré qu'il est important de savoir rester soi-même. A ta façon, t'es un peu un modèle. J'espère que ton installation à Tahiti se déroulera sans problème, et que la vie fera qu'on se recroise quand même.

Axel, certaines se sont posées la question, mais à mes yeux t'as toujours été "un interne compétang", en plus d'avoir eu la patience de me guider à l'écho et au scanner lors de ces débuts difficiles à Rangueil.

Philippe, j'espère que ce retour dans la radiologie se passe bien, et j'espère que tu vas bien toi aussi.

Elorie, ne change jamais. Même si souvent, je dis que j'en peux plus de toi, je n'en ai jamais assez finalement. Sous ces airs de déontologie robuste et de "ouiiii ? j'suis au bout d'ma vie", tu émanes de toi quand même une bonne humeur, même quand tu oublies tes gardes.

Julie (cuicui), ton parcours depuis que je te connais m'impressionne, mais pas autant que la personne que tu es. Sur ces semestres ensemble, ça a été un vrai plaisir de travailler avec toi.

Ephraïm, on ne se sera croisé que quelques mois mais c'était un plaisir de travailler avec toi.

Antoine, je te souhaite du bonheur en tant que radiologue mais aussi en tant que futur Papa !

Gildas, ta motivation et ta disponibilité pour dépanner les autres sont modèles, t'as été un super cointerne en os.

Thibault, c'était un régal de travailler avec toi, j'espère que ton cursus en interventionnel se passe bien, et je te souhaite plein de bonnes choses.

Marie-Claire, en plus d'être sympa, j'ai vu dès ton premier semestre ta motivation pour apprendre et faire, continue comme ça tu seras une super radiologue j'en suis certain.

Nithida, j'espère vraiment qu'un jour tu réussiras à ne plus être en cours de démarches administratives, et que tu auras trouvé un bubble tea sur Toulouse à la hauteur de tes espérances. J'espère aussi que tu penseras à moi à chaque fois que tu verras du Bongo.

Sylvain, franchement change pas, en plus d'être hyper compétent t'es humble, et toujours disponible pour aider. Je garderai en souvenir pas mal de moments de l'internat passés ensemble (en même temps, on a fait 3 semestres de suite dans le même stage).

Jeff, ta capacité de bluff aux Trivial Pursuit me fascinera toujours, tout comme l'étendue de tes connaissances sur Harry Potter.

Julie (Konsane), encore merci de m'avoir guidé dans ces premières vacances de neuroradio, à l'époque où je n'avais pas vu un crâne depuis des lustres.

Alix, je suis vraiment content que tu sois resté en radiologie, j'espère que tu t'épanouiras comme jaja. Ah et j'ai hâte de rencontrer l'Alpaga que t'aura adopté, et j'espère que tu envisageras quand même d'adopter un raton laveur un jour.

Louis, merci de pimenter notre internat de tes expressions bien caractéristiques, tu mets un dégât dans nos vies, mais dans le bon sens du terme.

Hamza L, avec ta doudoune rouge et ta taille à faire pleurer les enfants à l'écho, ce stage en pédiatrie était quand même bien cool, je suis vraiment content de l'avoir pu passer avec toi. Toujours un plaisir en garde quand le téléphone sonne mais que c'est l'interne de radio de Ranguel en galère qui t'appelle !

Rokia, on n'a pas eu de stage ensemble, mais tu as clairement été une découverte pépite lors de cet internat.

Samantha, j'ai appris à te connaître un peu lors de ces gardes difficiles, t'es vraiment quelqu'un de super, ne change pas. Je ne t'ai pas connue en tant que cheffe mais t'as été une super cointerne.

Rayan, avec qui ça a été très drôle d'organiser en amont les gardes pour... Optimiser. T'inquiète, un jour elles se finiront bien.

Aux chefs de Ranguetil,

Merci pour tout l'enseignement que vous m'avez apporté.

Merci Chloé pour avoir eu la patience avec moi de me montrer énormément de choses.

Merci Pierre d'être toujours autant disponible pour tes internes même quand t'es sous l'eau (tu n'imagines pas combien de fois t'as été mon sauveur pour la relecture de ces gardes).

Merci Adrien d'avoir été aussi motivé pour tes internes, surtout pour ce premier abord de l'imagerie de la femme.

Merci Paul pour ces vacances d'IRM cœur sans pression, et surtout cette dernière vacation du semestre à se refaire les sketches de François Damiens.

Merci Alex d'être venu me soutenir pendant des gardes de weekend à la cave de Ranguetil, avec ton tas de fiches RECIST.

Merci Séverine pour ta bonne humeur infaillible.

Merci Tema pour ce que tu fais pour tous les internes, même si on n'a pas vraiment pu bosser ensemble vu que tu étais en congé mater.

Merci Micha pour ton énergie exemplaire dont j'ai eu je pense qu'un aperçu au bloc.

Merci Charline pour ta disponibilité et ton efficacité redoutables.

Merci Samia pour avoir rendu ces vacances de Larrey plus intéressantes, je te souhaite une bonne continuation, et j'espère que tu trouveras quelqu'un de super motivé pour ces travaux sur les nodules de verre dépoli !

Merci Philippe, j'ai l'impression que tu sous-estimes l'apport que tu as pour tes internes, alors que tu es un modèle pour nous tous.

Aux chefs d'ostéoarticulaire,

Merci Céline et Romain, d'avoir toujours été aussi dispos pour vos internes, compréhensifs, pour la quantité incroyable de choses que vous avez pu m'apprendre, et sans oublier les petits-déjeuners chez Jean.

Merci Maxence, déjà pour toutes ces matinées de fin de garde où on se rend compte que t'as déjà relu et validé nos comptes rendus, mais aussi pour ces vacances os ensembles où tu essaie toujours d'amener nos compétences un peu plus loin.

Merci Florent, pour ta gentillesse, mais aussi pour ton efficacité de relecture sur ces vacances de bip l'après-midi.

Merci François, toujours prêt et motivé à nous apprendre de nouvelles choses. On ne te voit pas beaucoup à Purpan mais ton implication pour les internes m'a marqué.

Merci Hubert, pour ta bonne humeur constante avec les internes, les « tout ça tout ça en ce sens », ces petits déjeuners les matins de gardes pendant les weekends, ce magnifique bloc pour terminer ton dernier weekend d'astreinte en beauté, et pour bien d'autres choses encore.

Merci Franck, pour ces vacances où tu arrives à rendre l'os facile, tes enseignements sont précieux.

Merci Hélène, toujours prête à nous apprendre des choses, et à nous laisser la main sur les gestes. Merci également pour ton soutien. Ta faculté à prendre la défense de tes internes lors des gardes ne laisse aucun de nous indifférent. Surtout, ne change pas.

Merci Nicolas pour ces vacances de mercredi matin, avec tes explications claires.

Merci Marie, pour ta gentillesse et ta capacité à toujours privilégier la qualité de tes enseignements, même au milieu de tout ce que tu as à faire. Tu sais toujours prendre le temps de te poser pour nous expliquer, nous montrer, nous laisser nous entraîner. Tu es quelqu'un de remarque, que j'admire énormément, et qui m'aura apporté beaucoup, aussi bien dans les connaissances qu'en tant que personne.

Aux autres chefs de la neuroradio,

Merci Gilles, pour ta bonne humeur et ton attitude sans stress, ainsi que ton humour. Je me souviendrai longtemps de ces vacances au -2 de Rangueil à faire plus d'imitations que de neuroradio.

Merci Julien pour ce coaching intensif sur les rochers.

Merci Carole pour ces vacances calmes, mais efficaces.

Merci Delphine, à qui je pense obligatoirement maintenant dès que je dicte un « slash ».

Merci Simon pour cet enthousiasme que tu portais à enseigner à tes internes, on a tous eu droit à tes petits quizz pratiques, et à un aperçu de tes sources d'enseignement radiologiques sur ta tablette, et on a tous apprécié.

Merci Jean, pour ton implication avec les internes qui passent en stage (et ceux qui y sont passés), que ce soit par tes cours interactifs ou tes quizz.

Merci Sofia, tu es quelqu'un de formidable, gentille avec tes internes avec qui tu es toujours prête à partager tes connaissances avec bonne humeur (« Mais si, les cavums, c'est

facile »). Ta rigueur au travail m'impressionnera toujours. Tu fais partie des piliers essentiels du service, et l'investissement impressionnant que tu mets dans ton travail et à l'enseignement pour les internes ne nous laisse pas indifférent.

Merci Raluca, pour tous ces dossiers que tu as pu nous montrer. J'espère vraiment que tout se passe bien pour toi.

Merci Isabelle, à la fois pour ton enseignement mais aussi pour ta gentillesse et ton retour sur notre travail, toujours la bienvenue. Je te remercie également pour le temps passés ensembles sur ces vacances même si je t'attirais toujours les dossiers foireux, qui nous ont pris la tête bien plus d'une fois.

Merci Philippe, pour ta bonne humeur et ta franchise, ainsi que pour les avis donnés sur les cas lors de tes passages dans les couloirs de diagnostic.

Aux chefs d'imagerie de la femme et de radiopédia,

Merci Rafy, garde ton implication pour les patientes et ta spontanéité dans le déroulement des vacances, ainsi que ta bonne humeur. J'espère qu'on aura à nouveau l'occasion de travailler ensembles.

Merci Djaïda, pour toutes ces vacances bien sympas, même si à chaque fois on tombait sur des dossiers bien foireux et incompréhensibles.

Merci Louise, pour cette introduction à l'imagerie de la femme, ainsi que tous ces jolis petits dossiers que tu nous sors entre deux patientes à l'IRM.

Merci Léa, à la fois pour les vacances en IDF mais aussi en pédiatrie. C'était un plaisir de travailler avec toi.

Merci Estelle, pour toutes les aventures de Gaston, mais aussi pour les aventures d'Estelle au Yoga. Ah et merci aussi pour ton encadrement de ces vacances de pédiatrie !

Merci Sophie, pour avoir toujours pris le temps (même si parfois il manquait) de m'expliquer des choses, pour tous ces coups de main après mes « je n'arrive pas à voir l'appendice », pour nous avoir amené au McDo avec Louis, pour m'avoir laissé partir de l'écho plus tôt quand j'étais très fatigué, et pour beaucoup de choses encore.

Merci Julie, pour ces vacances de pédiatrie claires et efficaces, sans prise de tête, tes dons à l'échographie pour débloquer les situations difficiles m'impressionneront toujours.

Merci à l'équipe de l'Oncopole,

Je ne vais pas pouvoir citer tout le monde, mais merci à Richard, Carole, Gisèle, Bérénice, Olivier, Franklin, Valérie... pour m'avoir aidé dans mes premiers pas de bébé radiologue.

Merci à l'équipe de Cahors,

Merci Madame Rodier de m'avoir accueilli dans ce service, et de m'avoir aidé à progresser en radiologie avec tous ces enseignements bienveillants.

Merci Liliane, pour ces enseignements précieux sur les radiographies standard et les échographies.

Merci Clémentina pour toutes ces petites pauses, ainsi que ces coups de main à l'échographie qui ont toujours été la bienvenue.

Merci Xavier, tes enseignements n'ont pas toujours été très subtiles, mais toujours rudement efficaces. Alors ?

Je continue sur ma lancée Cadurcienne (Bonsoir Cahors),

Merci Biquette, déjà pour être une amie au top, à supporter mes petites manies, mon humour tout pourri, ces nombreuses photos de ratons laveurs, pour m'aider à organiser ma vie (le pot de thèse n'existerait pas sans toi), pour être à l'écoute quand j'ai envie de me plaindre (ce qui ma foi arrive assez régulièrement). Je suis vraiment content de t'avoir trouvé à Cahors même si bon ton premier contact était un peu ~~bruta~~ brutal frontal, mais ça fait partie des choses que j'apprécie chez toi.

Merci Apo, grâce à qui j'ai plus aucune honte à être un asocial. Vive les colis, vive les livraisons de repas, et pas vive les gardes.

Merci Lucas, pour tous ces bangers, ces memes, et pour toute ton attitude professorale qui nous divertit toujours.

Merci Franck pour ces ballades à rythme confortable (merci l'appareil photo), et pour ces sessions jeux fort sympathiques.

Merci à tous les copains et copines de l'internat, pour m'avoir montré que c'est sympa de trouver des gens aussi pathologiques que soi. Merci pour tous ces bons moments à l'internat, je pense à ces petites soirées, notre Noël, le pseudo gala improvisé, sans oublier nos mythiques brunchs.

Merci à toutes les équipes de manips, d'infirmières, d'AS, de cadres, de secrétaires et de brancardiers que j'ai pu rencontrer,

A toute l'équipe de Cahors, c'était un plaisir d'avoir été chouchouté comme vous m'avez chouchouté. Vous êtes tous le cœur même de ce service où il fait bon travailler bien entouré. Merci Elodie même si j'en peux plus de toi et que tu m'épuises je t'aime quand même. Merci Sébastien pour tous ces jeux de mots pourris. Merci Fabienne, toujours de bonne humeur. Merci Doriane, un plaisir d'avoir fait ces weekends avec toi, tu peux retrasher la chambre de quelqu'un d'autre avec Elodie quand tu veux. Merci Raphaël, pour l'instant je n'ai eu encore personne d'autre au travail qui m'ai mis du Amalia Rodrigues.

Les manips au scan de Ranguel, vous êtes formidables. Merci encore à Maga et Carole de m'avoir accueilli dans cet étage -2 à ma première vacation. D'ailleurs, merci aussi Carole pour ces bons petits gâteaux et ta bonne humeur constante. Merci Laurent pour ces petits cafés toujours appréciés. Merci Steph pour ton efficacité redoutable sur ces débuts de garde où on se prend une avalanche de scans qui s'enchainent sans qu'on comprenne ce qu'il se passe. Je ne vais pas pouvoir tous vous citer mais encore merci à chacun d'entre vous.

A toutes les équipes d'AS / infirmières avec qui j'ai eu le plaisir de travailler à l'écho que ce soit à Ranguel, à PPR, ou à HE, un grand merci pour votre accueil et pour l'aide que vous nous apportez. On ne se rend malheureusement compte de son caractère précieux qu'une fois qu'on doit se débrouiller seul à l'écho.

A toute l'équipe de PPR, un grand merci également. Une spéciale dédicace à Fred quand même, c'est en vrai toujours un plaisir quand tu viens m'emmerder un peu, presque autant que toutes ces bonnes petites choses que tu as pu me cuisiner, qui m'ont d'ailleurs sauvé plus d'une fois sur les gardes de weekend.

A toute l'équipe de l'IRM de Purpan, merci également pour m'avoir accompagné dans mes premières vraies vacances d'IRM, pour vos conseils, vos astuces et bien plus. Un coucou d'ailleurs à Aldéric sans qui je ne pourrais pas faire des prévisions météo de qualité.

A toute l'équipe de l'URM, vous êtes des oufs j'ai rarement vu des gens abattre une quantité de travail aussi monstrueuse en gardant le sourire. A chaque garde vous m'impressionnez.

Aux filles des secrétariats, merci de votre gentillesse, votre bonne humeur, de votre efficacité, et de votre bonne volonté à nous aider dès qu'on a le moindre souci.

Ça y est Limoges, j'arrive enfin jusqu'à vous ! Merci à tout 404 d'être qui vous êtes, c'est toujours un plaisir de vous revoir, de repasser du temps avec vous, comme avant. Je vous dois énormément, celui que je suis devenu je n'aurai pas pu l'être sans me construire à vos côtés pendant ces années d'externat. Merci de votre soutien pendant ces années difficiles qu'on été la paces et la D4. Je vous aime.

Merci Coco, j'espère que tu te souviendras encore de moi quand tu seras devenue une Urgentiste célèbre quand tu seras passée chez Nagui. Je pense à toi à chaque facétie, chaque saumon, mégaphone, chaque bweuuu, chaque calembour, mais aussi à chaque fois que je vois des gens se disputer, et bien sûr à chaque fois que j'entends une chanson digne de celles qu'on pourrait passer en pleine nuit pour empêcher les autres de dormir.

Merci Edith, sans qui les épreuves de la vie auraient été plus difficiles. Merci d'être qui tu es, tu es un modèle pour moi dans bien des domaines, j'admire énormément (entre autres) ta capacité à relativiser les choses et à avancer.

Merci Teddy, ami de longue date désormais, mais dont le côté facétieux se révèle toujours de plus en plus. Merci pour tous ces moments ensemble depuis ce début d'aventures en médecine.

Merci Adeline, les stages ensemble ça me manque cruellement, heureusement il y a toujours moyen de se mettre de la bonne musique disco et de repenser à cette époque.

Merci Quentin, même si tu m'épuises la majorité du temps, je suis content de te connaître, et je suis très fier de tout le chemin que t'as parcouru jusqu'ici, et je suis sûr que ce n'est que le début.

Merci Lulu, tu m'as toujours poussé à travailler un peu plus et à m'améliorer, à la fois dans le travail mais aussi dans les petits tacles que tu sais si bien faire.

Merci Clément, probablement l'ami de plus longue date de toutes les personnes citées dans ces remerciements. Merci pour tous ces bons souvenirs je t'aime bro.

Merci Amandine, ma pupute, je ne sais pas qu'auraient été ces longues heures de révision à la BU sans toi derrière moi (à part des révisions plus tranquilles pour toi). Merci Antoine, pour ton soutien pendant la D4, masqué parmi tout le bruit que tu faisais et tes chaussettes trouées.

Merci Alix, Augustin, et Leonard, vous êtes tous les trois bon délire quand même. Je vous souhaite plein de bonheur. J'espère qu'on aura pleins d'occasions pour se revoir, et encore pleins d'histoires racontées par Alix, à la Alix. Mais surtout : méfiez-vous des dragonnes.

Merci Vero, promis je ne casse plus mes doigts désormais (à part pour t'embêter). J'espère que tu réussiras à choisir entre sandwich au caca et poire à lavement. Ah et... Bon

anniversaire, évidemment ! Merci Arnaud pour nous avoir inspiré à faire le trombi avec Coco. Je vous souhaite plein de bonheur pour cet évènement majeur qui viendra bientôt bousculer vos vies.

Merci Patin, sans qui ces débuts à Toulouse auraient été bien plus difficiles encore. J'admire toujours autant ta passion pour ce que tu fais, que ce soit de la pédiatrie ou autre. Merci Mathieu de réussir à contenir les exagérations d'Elise. Tu fais partie des quelques urgentistes que je trouve quand même cool.

Merci MC, je t'aime quand même, je sais bien que l'initiative de me killer à Naël ne venait pas de toi, tu n'as fait que suivre les ordres.

Merci Marine Lacroix, pour tous ces petits moments où clairement on ne travaillait pas alors qu'on aurait dû. Je pense par exemple à ces petites après-midi piscines en périodes de révision en deuxième année.

Merci Marine Fournet, pour avoir résolu ce mystère qui a duré toute la première année : mais qui est cette femme qu'on voit déposer un papier sur le bureau du prof chaque jour ? Merci pour ta bonne humeur, je te souhaite de garder longtemps le reste de ton audition.

Merci Lolo, pour ta bonne humeur, ton écoute, tes délires. Tu m'as marqué dès notre premier et seul stage ensemble en neurochir. J'espère que tout se passe bien dans le grand Nord.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABBREVIATIONS	18
INTRODUCTION.....	19
MATERIEL ET METHODES	23
I. Population d'étude.....	23
II. Identification du sillon central et analyse qualitative du White Gray Sign	23
III. Analyse quantitative du White Gray Sign	24
IV. Analyses statistiques.....	26
RESULTATS	27
I. Analyse qualitative du White Gray Sign	27
1. Identification d'un WGS « définitivement présent ».....	27
2. Identification d'un WGS +	29
3. Reproductibilité inter-observateur.....	30
II. Analyse quantitative du White Gray Sign	30
DISCUSSION	33
CONCLUSION	35
Bibliographie.....	36

LISTE DES ABBREVIATIONS

DNET : tumeur neuroépithéliale dysembryoplasique

EG : écho de gradient

FOV : field of view

IRM : imagerie par résonance magnétique

LEAT : Low-grade developmental and Epilepsy Associated brain Tumors

MVNT : tumeur neuronale multinodulaire à vacuoles

PACS : Pictures Archiving and Communication System

TE : temps d'écho

TR : temps de répétition

WGS : White Gray Sign

INTRODUCTION

Le sillon central est une des structures essentielles de l'anatomie de surface de l'encéphale et un repère indispensable en imagerie en coupe. Il forme la limite anatomique entre le lobe pariétal en arrière et le lobe frontal en avant, permettant de repérer respectivement les gyrus post-central et pré-central. Le gyrus post-central constitue le cortex somesthésique primaire, traitant les informations tactiles et proprioceptives venant de l'hémicorps controlatéral. Le gyrus pré-central constitue le cortex moteur primaire, responsable de la commande des mouvements musculaires de l'hémicorps controlatéral (1). Des lésions focales de ces régions sont potentiellement responsables de conséquences fonctionnelles irréversibles, sans compensation par les autres régions de l'encéphale. De ce fait, l'identification du sillon central est primordiale en pré-thérapeutique, notamment lors des planifications chirurgicales. En population pédiatrique, plusieurs grands cadres pathologiques, peuvent amener à la réalisation de gestes invasifs sur le cerveau. Nous citerons par exemple, les lésions tumorales malignes de l'enfant ou bien les lésions responsables d'épilepsie pharmaco-résistante, dont le traitement curatif passe par l'exérèse chirurgicale. Ces dernières regroupent les dysplasies corticales focales ou encore les lésions appartenant au spectre des *LEAT* (Low-grade developmental and Epilepsy Associated brain Tumors) comme les gangliogliomes, les tumeurs neuroépithéliales dysembryoplasiques (DNET) ou encore les tumeurs neuronales multinodulaires à vacuoles (MVNT) (2). L'anatomie cérébrale structurelle et fonctionnelle étant indissociables, en cas de pathologie focale, il est important d'analyser les rapports avec les aires fonctionnelles voisines, dont l'atteinte peut avoir un impact majeur sur la qualité de vie. La décision thérapeutique sera ainsi guidée en tenant compte du pronostic fonctionnel dans la balance bénéfices / risques.

Afin d'identifier ces aires de manière non invasive, des séquences d'imagerie avancée peuvent être utilisées comme l'IRM fonctionnelle ou les techniques en tenseur de diffusion (3). L'IRM fonctionnelle d'activation permet de localiser les régions corticales mises en jeu lors d'actions musculaires répétées. Quant à l'imagerie en tenseur de diffusion, elle permet de mettre en évidence les faisceaux de substance blanche et notamment le faisceau pyramidal, dont le rôle est de transmettre les commandes motrices depuis le cortex moteur primaire jusqu'aux neurones de la corne antérieure de la moelle épinière. Or, ces modalités d'imagerie ne sont pas disponibles dans tous les centres et ne font généralement pas partie des pratiques courantes. De multiples méthodes d'identification du sillon central en imagerie ont été décrites depuis 1996,

se basant principalement sur des critères morphologiques (4–8). Dans un plan axial, le signe de l'oméga, permet de repérer le sillon central par sa forme en Ω inversé, ainsi que le signe du T inversé nommé d'après la forme que prend l'intersection entre le sillon frontal supérieur et le sillon pré-central ou encore le signe de la moustache d'après la forme des branches marginales des sillons cingulaires de chaque hémisphère (Figure 1). Dans le plan sagittal, plusieurs signes ont également été décrits, certains assez fastidieux nécessitant jusqu'à 4 étapes avant de repérer le sillon central (Figure 2). Néanmoins, la fiabilité de ces signes est soumise à la potentielle modification des rapports anatomiques en cas de lésion parenchymateuse ou d'anomalie malformative, mais également à la variabilité morphologique du cortex entre les individus. Dans l'étude de Wagner et al., sur 178 hémisphères sains, la présence de chaque signe morphologique variait de 54,5% à 98,9%. Le signe du Ω inversé dans sa forme typique n'étant retrouvé que dans 54,5% des cas ou encore le signe du T inversé dans environ 60% des cas (6).

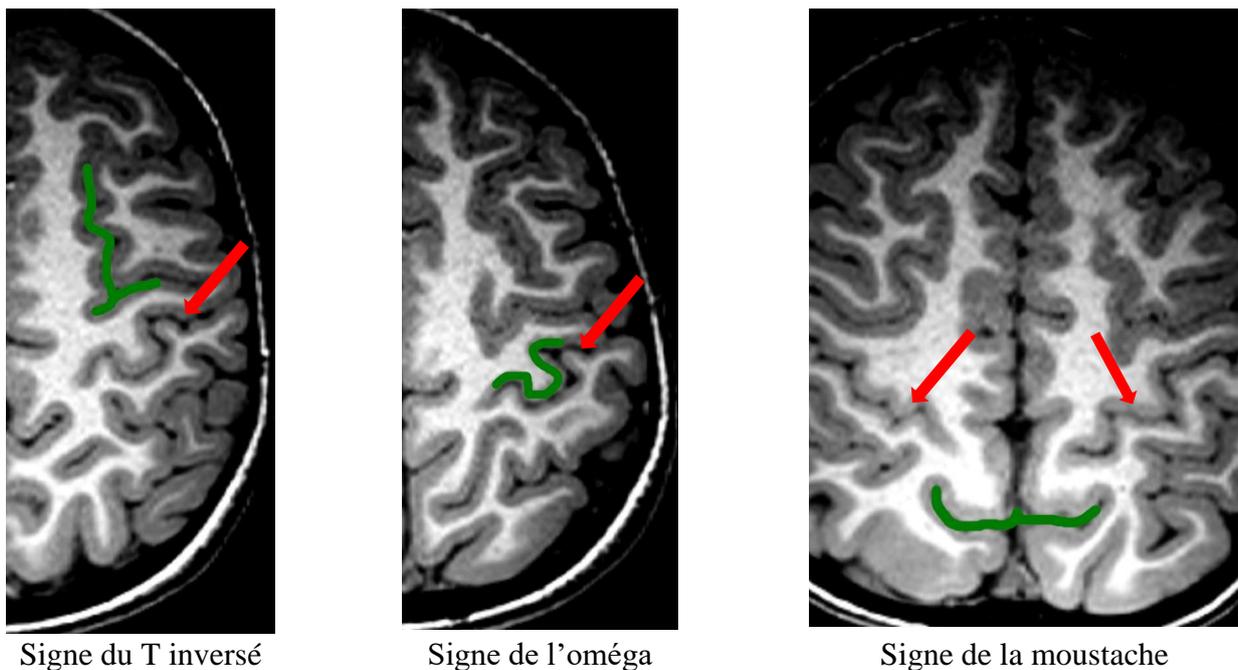


Figure 1 : Différents signes permettant de repérer le sillon central sur des coupes axiales en volumique T1 (flèches rouges).

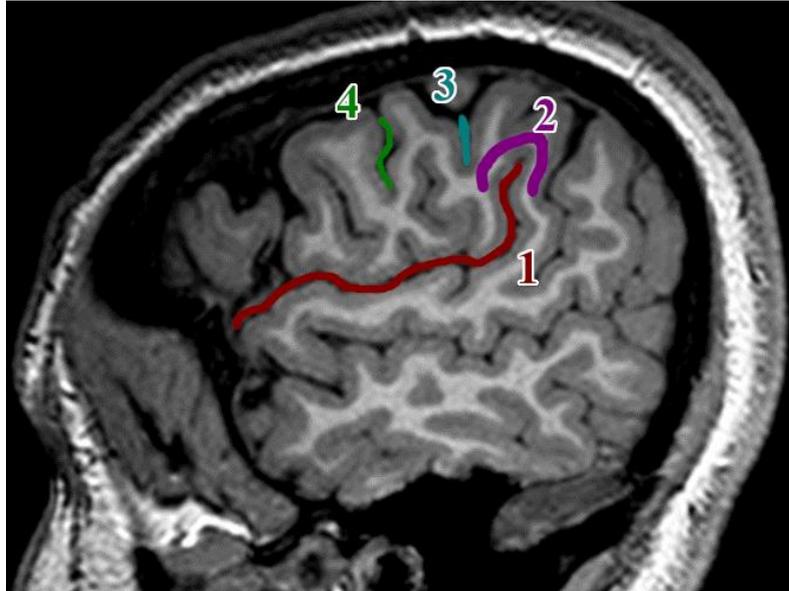


Figure 2 : Procédé permettant de repérer le sillon central sur une coupe sagittale latérale en volumique T1.

- 1) Repérer la scissure sylvienne et la suivre jusqu'en postérieur.
- 2) Au-dessus se trouve le gyrus supramarginal du lobe pariétal.
- 3) Au-dessus et en avant se trouve le sillon post-central.
- 4) En avant se trouve le sillon central.

Depuis 2017, d'autres signes ont été décrits, s'affranchissant de la morphologie et des rapports anatomiques mais basés sur le signal intrinsèque au cortex situé de part et d'autre du sillon central (3,9–11). Le premier à avoir été décrit est le White Gray Sign (WGS), par Kaneko et al., sur une population de patients âgés de 20 à 70 ans. Ce signe est expliqué par le contenu plus marqué en myéline du cortex du sillon central comparativement au reste du cortex (12,13). Cette concentration en myéline, constituée principalement de lipides, fait apparaître la substance grise du sillon central plus intense, plus « blanche », sur les séquences pondérées en T1 écho de gradient (T1EG), d'où le nom de WGS. Ce signe a l'avantage de s'affranchir des inconvénients de l'analyse morphologique, d'être fiable en plus d'être rapide à utiliser et ce peu importe le plan de coupe, comme le montre la figure 3.

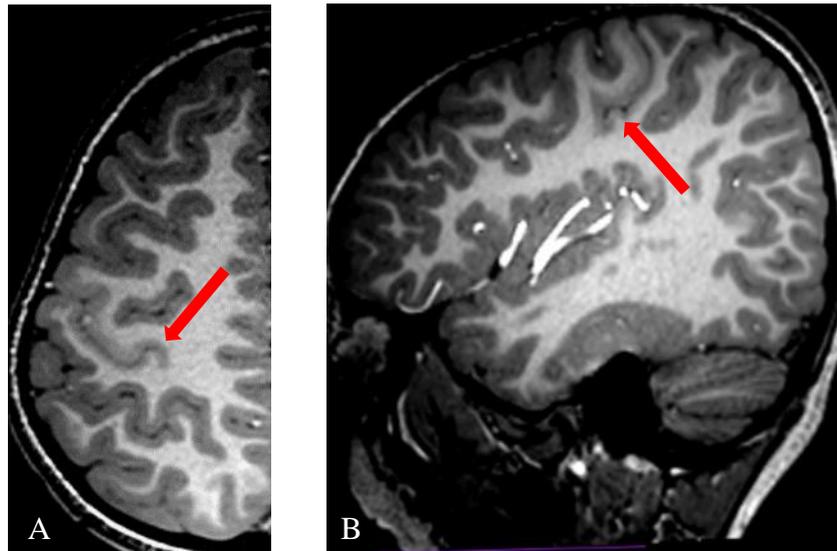


Figure 3 : Repérage du sillon central grâce au White Gray Sign (WGS) sur les coupes axiales et sagittales de l'IRM d'un même enfant.

A) Coupe axiale. A noter l'identification difficile du signe de l'oméga et du T inversé.

B) Coupe sagittale latérale.

Sur les deux, le WGS est décelable (flèches rouges).

La myélinisation est un processus de maturation cérébrale dynamique essentiel pour faciliter les fonctions motrices, sensibles et cognitives en isolant les gaines axonales et en améliorant ainsi la conduction des potentiels d'action nerveux (14). Elle commence dès la période gestationnelle, et se poursuit à la naissance avec une activité importante dans la substance blanche au cours des deux premières années de vie où le développement de la myéline suit un gradient centrifuge, de l'arrière vers l'avant (15–18). Les tractus sensoriels sont myélinisés avant les tractus moteurs. Il a été montré que ce processus se poursuit au sein du cortex jusqu'à la fin de la quatrième décennie (19).

Le contenu en myéline du cortex du sillon central expliquant le WGS et la myélinisation se poursuivant après la naissance, le but de cette étude a été d'évaluer la présence du WGS et son éventuelle application possible en population pédiatrique.

MATERIEL ET METHODES

I. Population d'étude

Afin d'étudier la présence du WGS au sein d'une population pédiatrique présumée saine, nous avons rétrospectivement rassemblé des IRM, depuis décembre 2021 à partir du PACS (Pictures Archiving and Communication System) du Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse avec pour critères d'inclusion toute IRM encéphalique réalisée chez les patients de moins de 18 ans.

Les critères d'exclusion ont été les suivants :

- Absence de séquence 3D T1 EG sans injection de produit de contraste.
- Examen de qualité insatisfaisante (notamment artéfacts de mouvements).
- Antécédent connu de maladie avec atteinte neurologique de type néoplasique, démyélinisante, génétique ou métabolique.
- Anomalie parenchymateuse corticale ou juxta-corticale encéphalique décrite sur le compte-rendu rattaché à l'examen.

Ce recueil a été réalisé jusqu'à obtenir 5 IRM par tranche d'âge (nombre d'années révolues) entre 0 et 18 ans. Au total, nous avons inclus 95 IRM réalisées entre janvier et décembre 2021 et avons analysé chaque hémisphère séparément, soit 190 sillons.

Tous les examens ont été réalisés sur une machine IRM 3T Siemens MAGNETOM Vida (*Siemens Healthcare, Allemagne*), en utilisant une séquences 3D T1 EG (coupes de 0,9 mm ; TR = 2200 ms ; TE = 4,46 ms ; FOV = 23 cm).

II. Identification du sillon central et analyse qualitative du White Gray Sign

Pour chaque examen, la série de reconstructions en coupes axiales millimétriques de l'encéphale à partir de l'acquisition 3D T1 sans injection a été utilisée pour les analyses. L'ensemble des examens à analyser a été anonymisé et les dates de naissance effacées afin de garantir une analyse en aveugle de l'identité et de l'âge.

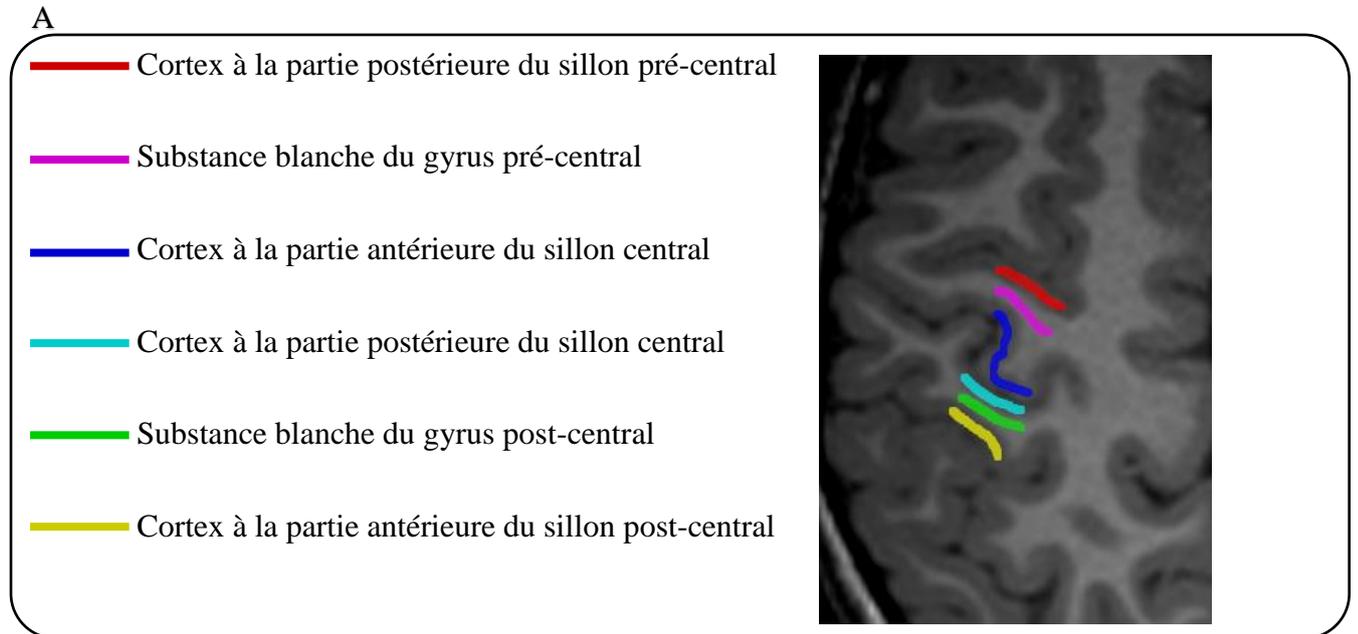
Tous les examens ont été analysés par deux observateurs : un interne de 3 ans d'expérience en radiologie dont 6 mois en neuroradiologie et une praticienne hospitalière en neuroradiologie de 7 ans d'expérience en radiologie. Les deux observateurs ont analysé indépendamment l'ensemble des examens, en utilisant les consoles d'interprétation du service de radiologie sur le logiciel Change Healthcare Radiology Solutions 12.4.1 de la société Change Healthcare (<https://www.changehealthcare.com>).

La première étape a consisté à identifier le sillon central grâce aux signes morphologiques déjà décrits par Naidich et Brightbill en 1996, avec la possibilité de faire défiler librement les différentes coupes de la série (4). Pour chaque hémisphère, le sillon identifié comme le sillon central a été annoté par les observateurs afin de s'assurer par la suite que les mêmes sillons étaient utilisés pour les analyses qualitatives et quantitatives. De plus, l'observatrice de 7 ans d'expérience a relevé subjectivement pour chaque patient si la morphologie globale du sillon central était atypique. Puis, chaque observateur s'est prononcé sur la présence ou non du WGS avec la liberté d'ajuster le fenêtrage et le contraste, comme en pratique clinique courante. La présence ou non du WGS pour chaque sillon central a été évalué selon 4 catégories : « définitivement présent », « plutôt présent », « plutôt absent », « définitivement absent ». Puis, les résultats des catégories « définitivement présent » et « plutôt présent » ont été regroupés dans un groupe WGS+ et ceux des catégories « plutôt absent » et « définitivement absent » ont été regroupés dans un groupe WGS-.

III. Analyse quantitative du White Gray Sign

Une analyse quantitative a été réalisée afin de démontrer la présence objective ou non du WGS en s'affranchissant de l'analyse qualitative. Nous avons utilisé la méthode de calcul telle que décrite par Kaneko et al (3). Cette méthode consiste à segmenter 6 régions d'intérêt (ROI) comme illustré dans la figure 4, pour recueillir des valeurs moyennes d'intensité de signal T1 dans le cortex et la substance blanche adjacente afin d'établir un rapport de contraste entre les deux et avoir une valeur indépendante de tout fenêtrage. Tous les examens ont été traités avec le logiciel Olea Sphere 3.0-SP28 (*Canon Medical Systems*, <https://www.olea-medical.com>).

Sur une coupe axiale passant par la partie supérieure des centres semi-ovales et par le sillon identifié comme le sillon central, nous avons manuellement segmenté les 6 ROI, respectivement de l'avant vers l'arrière :



B

Des rapports de contraste ont été calculés comme suit pour les 4 zones corticales étudiées :

$$\frac{|(\text{Intensité moyenne de la substance blanche adjacente}) - (\text{Intensité moyenne du cortex})|}{(\text{Intensité moyenne de la substance blanche adjacente})}$$

Figure 4 : Méthode d'analyse quantitative du White Gray Sign

A) Segmentation des différentes zones corticales et de la substance blanche sous corticale en avant et en arrière du sillon central.

B) Calcul d'un rapport de contraste pour 4 régions corticales : le cortex du sillon pré-central, le cortex à la partie antérieure et postérieure du sillon central et le cortex du sillon post-central

IV. Analyses statistiques

Plusieurs tests statistiques ont été réalisés sur le logiciel Microsoft® Excel® 2019.

Pour l'analyse qualitative :

Nous avons analysé la reproductibilité inter-observateur sur l'évaluation de la présence du WGS (WGS + et WGS -) en calculant un coefficient de corrélation κ de Cohen. Pour le reste des analyses, en cas de discordance entre les deux observateurs l'évaluation WGS+ ou WGS- de la praticienne hospitalière était utilisée comme référence.

La répartition de la présence du WGS selon les 4 catégories a été évaluée pour chacun des lecteurs au sein de la population totale.

Nous avons ensuite évalué selon l'âge, la présence du WGS « définitivement présent » et après regroupement en WGS+ et WGS-.

Pour l'analyse quantitative :

D'après le travail de Kaneko, nous avons utilisé un test t de Student pour comparer les rapports de contraste entre substance grise corticale et la substance blanche adjacente. Afin de démontrer la présence objective du WGS, les valeurs des rapports de contraste entre :

- la partie postérieure du sillon pré-central avec la partie antérieure du sillon central
- la partie postérieure du sillon central avec la partie antérieure du sillon post-central

Le WGS était considéré présent lorsque ces rapports étaient significativement différents ($p < 0,05$).

RESULTATS

I. Analyse qualitative du White Gray Sign

1. Identification d'un WGS « définitivement présent »

L'accord sur la localisation du sillon central en utilisant les méthodes morphologiques était de 100% entre les deux observateurs. Lors du repérage du sillon central, la morphologie des sillons était identifiée comme atypique par la praticienne hospitalière sur 35 des 95 examens recueillis, soit 36,8% des cas.

Au sein de notre population, le WGS était identifié dans 92% et 94% des cas, et considéré visible de manière évidente à 64% et 68% pour chacun des observateurs, comme montré dans la figure 5.

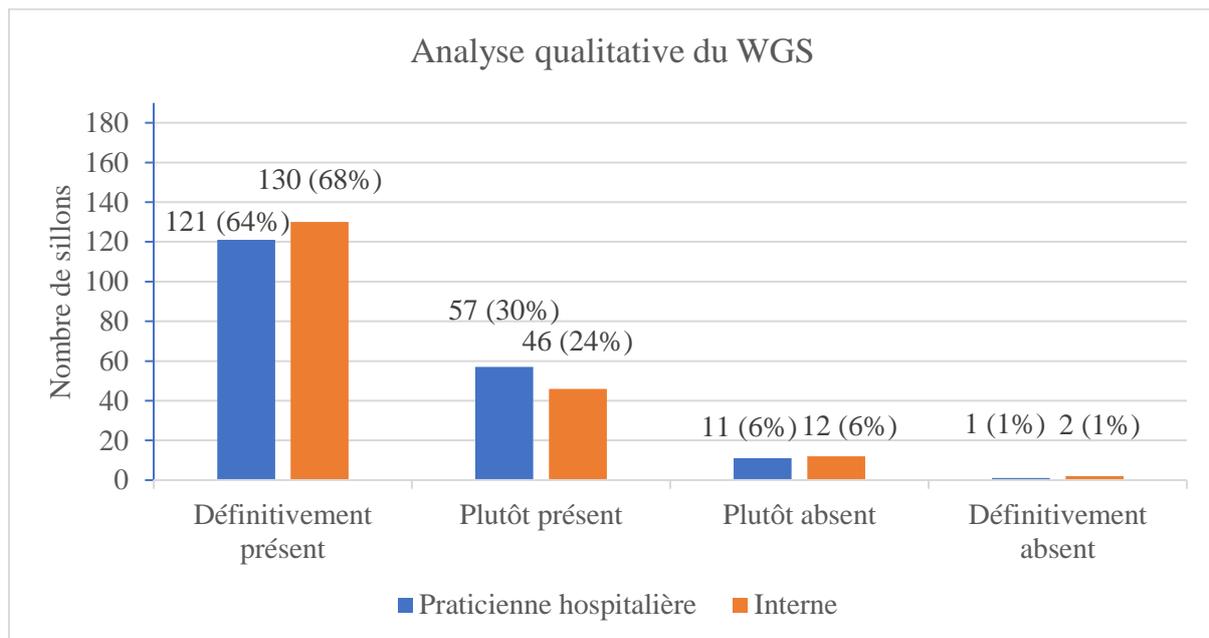


Figure 5 : Répartition des sillons centraux dans chacune des quatre catégories par chacun des observateurs.

La figure 6 illustre la répartition des WGS identifiés comme « définitivement présent » pour chaque tranche d'âge, et montre que le caractère évident du WGS est moins présent au cours des premières années de vie, principalement entre 1 et 4 ans inclus pour chacun des observateurs.

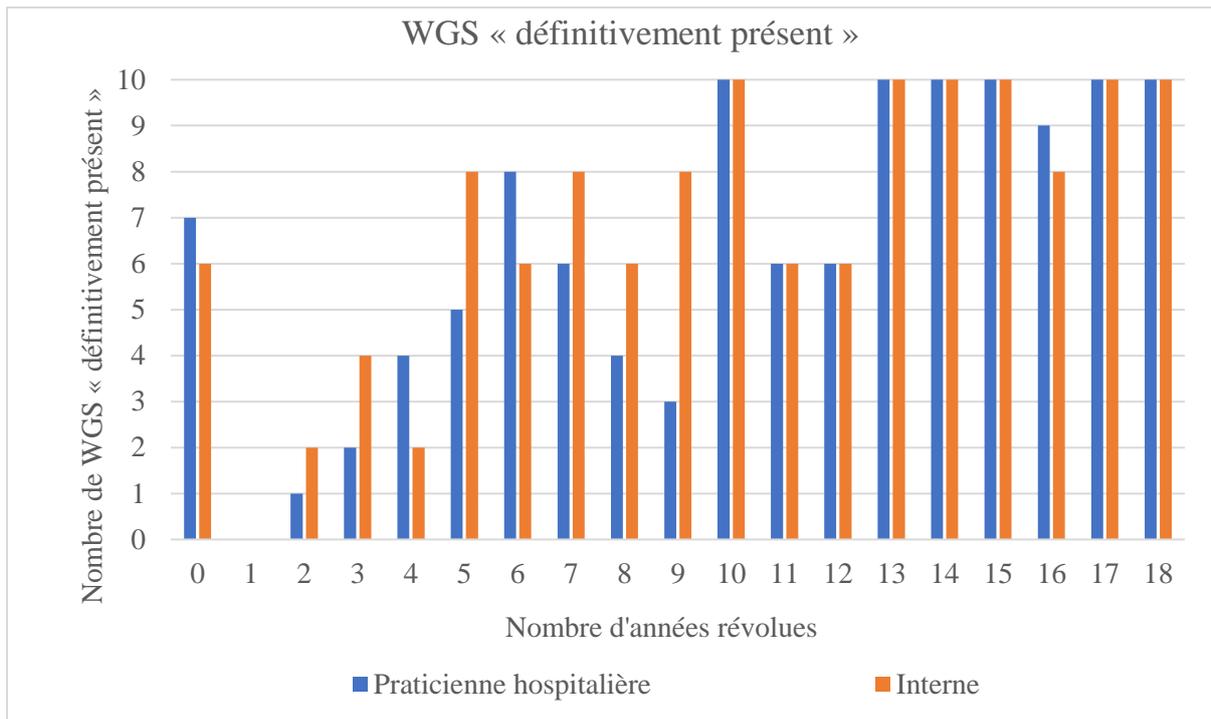


Figure 6 : Répartition selon l'âge du nombre de sillons centraux avec un White Gray Sign identifié comme « définitivement présent ». Chaque tranche d'âge est composée de 10 sillons.

Jusqu'à l'âge de 4 ans, le WGS n'était identifié avec certitude que dans 28% des cas, contre 76% des cas à partir de 5 ans, comme le montre la figure 7.

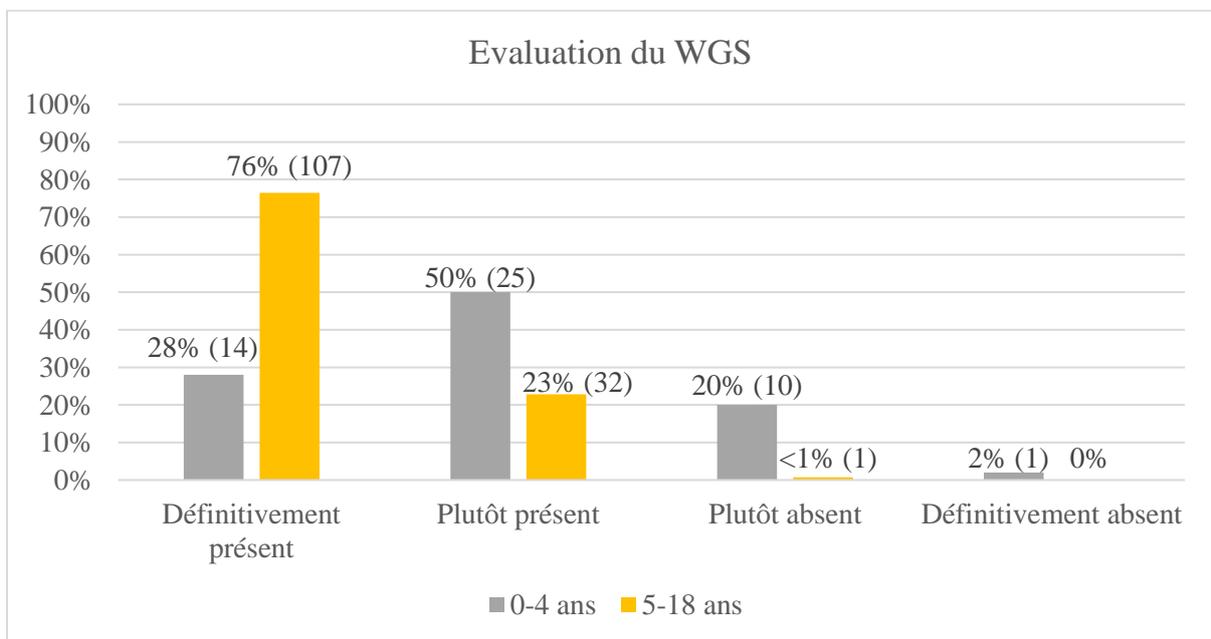


Figure 7 : Répartition dans chacune des quatre catégories par la praticienne hospitalière de 0 à 4 ans (50 sillons) et de 5 à 18 ans (140 sillons). Le nombre de sillons correspondant est donné entre parenthèses.

2. Identification d'un WGS +

Après combinaison des groupes « définitivement présent » et « plutôt présent », le White Gray Sign était identifié comme positif sur la quasi-totalité des sillons de la population d'étude : 178/190 soit 93,6%. A partir de l'âge de 5 ans, il était identifié comme positif sur tous les sillons hormis un seul, soit dans 99% des cas. Avant l'âge de 5 ans le signe était identifié présent dans 78% des cas. La proportion de sillons évalués WGS+ selon l'âge est représentée dans la figure 8.

Entre la naissance et 1 an de vie, il était identifié comme positif sur 8 sillons sur 10. Les deux sillons identifiés comme WGS- concernaient le même enfant de 10 mois de vie, et les autres enfants de la même tranche d'âge étaient plus jeunes d'au moins 9 mois.

De la même manière, à l'âge de 2 ans, les deux sillons WGS- appartenaient aux deux hémisphères d'un même enfant.

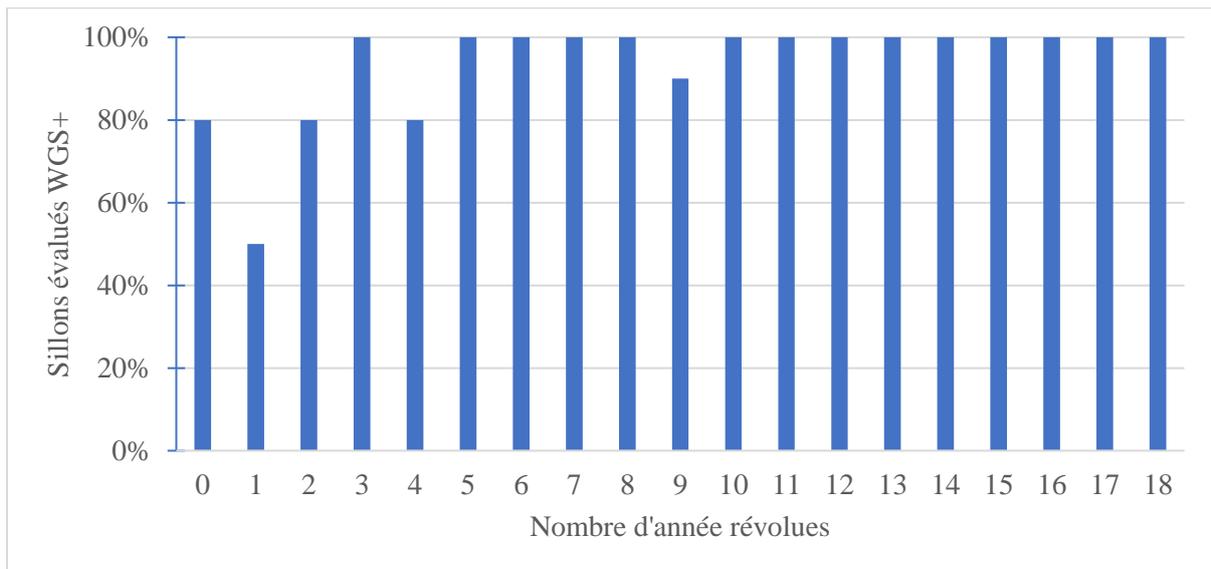


Figure 8 : Fréquence des sillons identifiés comme WGS+ selon l'âge

Il est à noter qu'il existait une asymétrie entre les deux hémisphères chez 8 enfants : 5 de 1 ans, 2 de 4 ans et 1 de 9 ans. Comme le montre le tableau 1, l'asymétrie était quasiment toujours en défaveur du côté gauche, sauf pour un enfant de 4 ans.

Tableau 1 : Répartition des discordances entre les hémisphères sur la présence du WGS au sein de notre population.

Age	1 an	4 ans	9 ans
Hémisphère droit	5 WGS+	1 WGS+ 1 WGS-	1 WGS+
Hémisphère gauche	5 WGS-	1 WGS- 1 WGS+	1 WGS-

3. Reproductibilité inter-observateur

Sur la population totale de l'étude, la reproductibilité inter-observateur sur la présence ou non du WGS était excellente ($\kappa = 0.92$) (Tableau 2). Il existait deux cas de désaccord, concernant chacun le sillon d'un enfant de moins de 1 an. Entre 1 an et 18 ans inclus, l'accord entre les deux observateurs était de 100%.

Tableau 2 : Tableau de contingence de l'évaluation subjective du WGS par chacun des observateurs, après combinaison en deux catégories : WGS+ et WGS-

		Interne		Somme
		WGS+	WGS-	
Praticienne hospitalière	WGS+	176	2	178
	WGS-	0	12	12
Somme		176	14	190

II. Analyse quantitative du White Gray Sign

Pour chaque tranche d'âge, les rapports de contraste gris-blanc calculés au sein des 4 régions corticales étaient statistiquement différents, aussi bien entre le sillon pré-central et l'avant du sillon central, qu'entre l'arrière du sillon central et le sillon post-central. Les moyennes des rapports de signal T1 entre le cortex et la substance blanche adjacente sont fournies dans le tableau 3.

Tableau 3 : Valeurs des rapports de contraste dans le cortex avec la substance blanche adjacente. Les valeurs de p calculées sont rapportées.

Âge	Sillon pré-central	Sillon central avant	p	Sillon central arrière	Sillon post-central	p
00 ans	0,123	0,182	0,0496	0,188	0,139	0,0269
01 ans	0,230	0,171	0,0001	0,152	0,199	0,0001
02 ans	0,250	0,192	< 0,0001	0,181	0,222	0,0001
03 ans	0,232	0,175	< 0,0001	0,165	0,206	< 0,0001
04 ans	0,248	0,185	< 0,0001	0,175	0,210	0,0161
05 ans	0,244	0,184	0,0001	0,177	0,229	0,0001
06 ans	0,229	0,174	< 0,0001	0,149	0,197	0,0002
07 ans	0,269	0,206	0,0031	0,170	0,233	0,0006
08 ans	0,240	0,191	0,0005	0,166	0,223	0,0001
09 ans	0,245	0,180	0,0020	0,156	0,216	0,0011
10 ans	0,229	0,164	< 0,0001	0,151	0,210	0,0011
11 ans	0,241	0,175	0,0004	0,156	0,218	0,0010
12 ans	0,291	0,219	0,0391	0,177	0,279	0,0017
13 ans	0,217	0,149	< 0,0001	0,116	0,200	< 0,0001
14 ans	0,240	0,153	0,0049	0,125	0,200	< 0,0001
15 ans	0,231	0,165	< 0,0001	0,117	0,184	< 0,0001
16 ans	0,237	0,174	0,0024	0,149	0,212	0,0006
17 ans	0,242	0,162	0,0011	0,148	0,214	0,0026
18 ans	0,241	0,172	0,0001	0,126	0,230	< 0,0001

Quel que soit l'âge les valeurs de p étaient inférieures à 0,05 : le WGS apparaît donc objectivement présent en population pédiatrique.

Les moyennes des rapports de contraste en fonction de l'âge sont également rapportées visuellement dans la figure 9. Il existe une inversion de la répartition des rapports calculés avec l'âge. Avant 1 an, les valeurs absolues étaient plus élevées autour du sillon central par rapport aux sillons adjacents, dès l'âge de 1 an ces valeurs étaient toujours plus basses. Cette inversion de tendance des rapports est illustrée par l'aspect que prend le sillon central à l'IRM : avant 1 an, le cortex apparaît plus intense ou « blanc » que la substance blanche sous-jacente et après 1 an il apparaît moins intense que la substance blanche (Figure 10).

Le WGS reste ainsi utilisable avant 1 an, puisque le cortex du sillon central apparaît toujours plus intense que le cortex pré ou post-central.

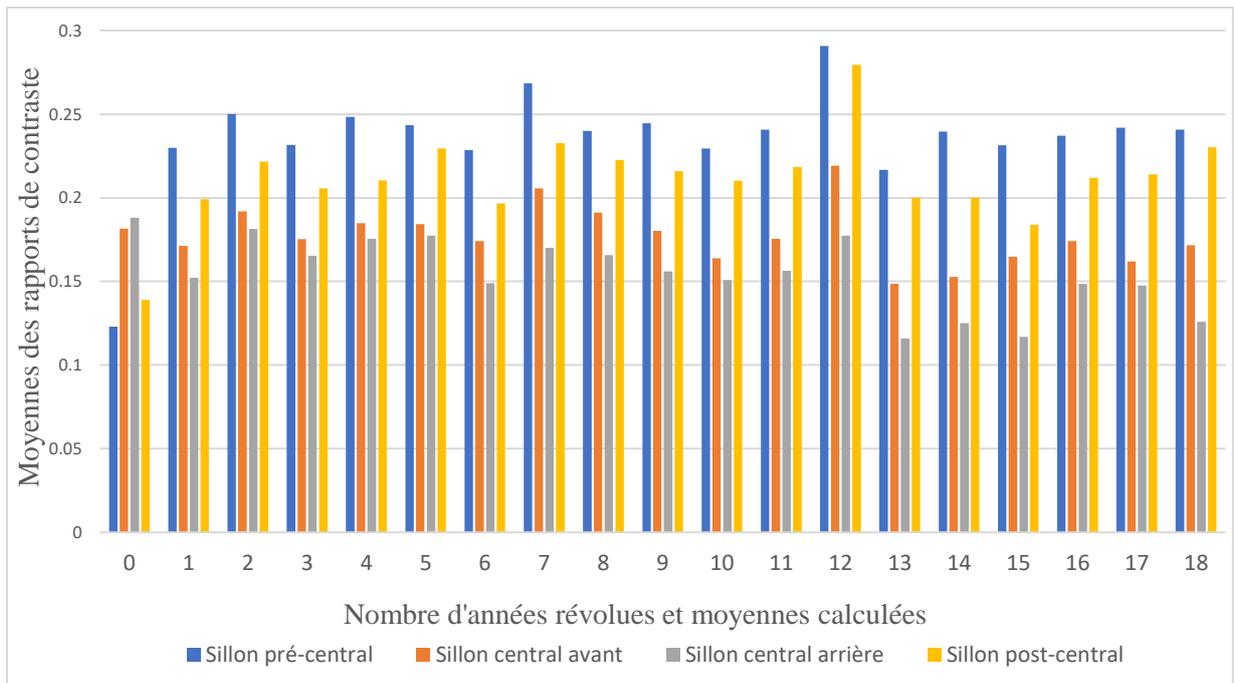


Figure 9 : Répartition visuelle des valeurs moyennes des rapports de contraste selon l'âge.

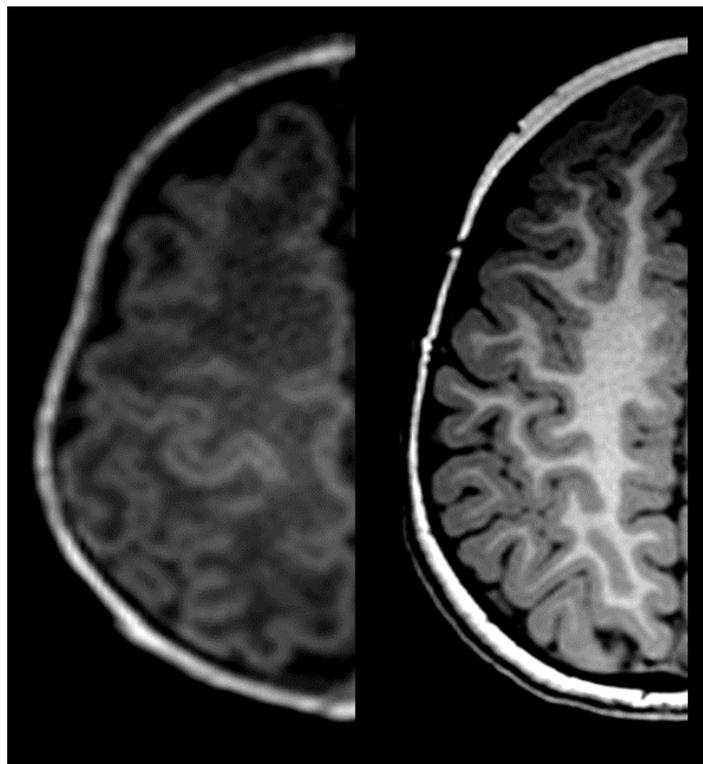


Figure 10 : Deux coupes axiales de 3DT1 passant par le sillon central. La substance blanche apparaît en hyposignal par rapport au cortex à 6 semaines, mais en hypersignal à 15 mois.

A) Un enfant de 6 semaines de vie

B) Un enfant de 15 mois de vie.

DISCUSSION

Par cette étude nous avons pu montrer que le White Gray Sign, déjà décrit chez une population adulte, est présent en population pédiatrique dès la naissance, à la fois de manière objective et subjective. Le signe était retrouvé dans 78% des cas avant l'âge de 5 ans, et dans 99% des cas au-delà. Dans la population globale de notre étude il était retrouvé dans 92 à 94% des cas selon les observateurs.

Ce signe n'étant pas basé sur la morphologie mais sur le signal intrinsèque du cortex autour du sillon central, il apparaît fiable pour l'identification de cette structure anatomique essentielle. Nous pouvons également supposer qu'il permet d'accélérer l'identification du sillon et ce malgré d'éventuelles atypies morphologiques, car il permet de s'affranchir du besoin de parcourir les images pour prendre les repères avec les structures adjacentes. D'ailleurs dans notre étude nous avons obtenu un accord de 100% entre les deux observateurs sur l'identification du sillon central, malgré une morphologie atypique dans 36,8% des cas. Cela pourrait s'expliquer par la sensibilisation des observateurs au WGS.

Autour de l'âge de 1 an notre degré de certitude sur la présence du White Gray Sign était le moins élevé, et cette incertitude perdurait jusqu'à l'âge de 5 ans. Ceci pourrait s'expliquer par les différentes phases du processus de myélinisation, décrits par Dubois et al. mais aussi par la maturation du cortex au cours de ces premières années. Par exemple il existe une diminution du signal T1 du cortex autour du sillon central entre 1 et 5 ans, comme l'ont démontré Deoni et al. en 2015 (16,20). Ces phénomènes concomitants pourraient influencer sur le contraste du cortex avec la substance blanche et rendre le WGS plus difficile à objectiver à l'œil nu, voire le rendre négatif. Néanmoins, l'évaluation quantitative montrait des rapports cortex/substance blanche significativement différents autour du sillon central même à ces âges. De plus, le signe était tout de même identifié subjectivement par les observateurs dans près de 75% des cas entre 1 et 4 ans, laissant supposer une différence de contraste restant perceptible à un observateur sensibilisé au White Gray Sign. Le fenêtrage joue probablement également un rôle dans l'analyse du signe, puisqu'il permet de mettre en évidence des différences de signal habituellement plus subtiles, lorsqu'elles sont recherchées.

Dans cette étude, nous avons retrouvé plusieurs cas de discordance sur la présence du White Gray Sign entre les deux hémisphères d'un même patient, principalement chez des enfants les plus jeunes, notamment tous ceux de 1 an. Dans ces cas-là le signe était quasiment

toujours positif à droite et négatif à gauche. Il a été décrit par Gajawelli et al. que la myélinisation se fait en priorité dans des zones correspondant aux fonctions mises en place les plus précocement dans les premières années de vie (21). Il serait intéressant de confronter cette asymétrie à la latéralité future du patient, pour le moment non définie, afin de rechercher si un lien existe entre cette asymétrie et la latéralisation de l'enfant. L'absence de visibilité du WGS au sein de l'hémisphère gauche, hémisphère dominant dans la majorité des cas, pourrait être dû à une maturation précoce et différentielle substance blanche/substance grise comparativement à l'hémisphère droit. Une étude ciblée sur une population plus jeune avec des IRM réalisées à des intervalles d'âges plus rapprochés pourrait permettre une cartographie plus précise des phénomènes de myélinisation au cours du temps.

Il existe quelques limitations à cette étude.

Tout d'abord, l'identification première du sillon central s'est faite grâce aux signes morphologiques déjà décrits et non par un gold standard robuste comme l'IRM fonctionnelle, utilisée pour repérer avec certitude le cortex moteur primaire dans l'étude de Kaneko et al. Néanmoins, l'accord était total sur l'identification du sillon central sur les 190 hémisphères analysés, de morphologie atypique ou non. Il est difficile de déterminer si les observateurs, déjà au courant de l'existence du White Gray Sign, ont pu inconsciemment utiliser ce signe dans le processus d'identification du sillon central. Il serait intéressant d'évaluer les performances d'identification du sillon central entre un observateur sensibilisé au White Gray Sign et un observateur non sensibilisé, afin de mettre en évidence une utilisation plus simple et rapide du WGS par rapport aux autres signes morphologiques.

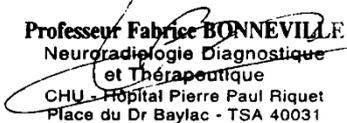
Deuxièmement, les rapports de contraste de l'analyse quantitative ont été fait à partir d'acquisitions 3D T1 d'une unique machine IRM utilisant un champ magnétique à 3T. A partir d'acquisitions monoplanaires ou réalisées avec un champ magnétique à 1.5T, le WGS pourrait ne pas être utilisable de manière fiable. Néanmoins l'activité IRM en neuroradiologie pédiatrique se fait généralement dans des centres hospitaliers de référence utilisant, d'autant plus dans le cadre de pathologie tumorale ou épileptique, des machines IRM à 3T.

Enfin, le but de cette étude ayant été de décrire le WGS dans un contexte physiologique, tous les patients présentant des anomalies corticales ou juxta-corticales ou présentant des antécédents pathologiques ont été exclus. Ces cas constituent une part considérable des IRM encéphaliques réalisées chez l'enfant, pour laquelle un praticien pourrait avoir besoin

d'identifier le sillon central. Il serait donc intéressant d'également analyser la présence du WGS en cas d'anomalies ou d'antécédent de pathologie avec atteinte neurologique. Chez l'adulte, Kaneko et al. avaient analysé 51 hémisphères dont 16 pathologiques et la mesure objective du WGS était toujours significative dans ces cas-là. Les deux observateurs de cette étude identifiaient le signe comme présent dans 69% à 100% des cas.

CONCLUSION

Nous avons montré la présence objective du White Gray Sign dès la naissance, avec une différence significative du signal en T1 du cortex du sillon central par rapport aux sillons pré et post-central. Cliniquement, le White Gray Sign pourrait être utilisé en population pédiatrique : après l'âge de 5 ans il était visible dans 99% des cas et avant 5 ans, probablement du fait de processus de maturation corticale et de myélinisation toujours en cours, il était visible dans 78% des cas. Il ne se substitue pas entièrement aux méthodes morphologiques conventionnelles mais vient les compléter afin de faciliter l'identification du sillon central en s'affranchissant des rapports anatomiques voisins.


Professeur Fabrice BONNEVILLE
Neuroradiologie Diagnostique
et Thérapeutique
CHU - Hôpital Pierre Paul Riquet
Place du Dr Baylac - TSA 40031
31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu et permis d'imprimer
Par délégation, la Vice-Doyenne de la Faculté de Santé
Directrice du Département Médecine Maïeutique Paramédical


Professeure Odile RAUZY

BIBLIOGRAPHIE

1. Ribas GC. The cerebral sulci and gyri. *Neurosurg Focus*. févr 2010;28(2):E2.
2. Slegers RJ, Blumcke I. Low-grade developmental and epilepsy associated brain tumors: a critical update 2020. *Acta Neuropathol Commun*. 9 mars 2020;8(1):27.
3. Kaneko OF, Fischbein NJ, Rosenberg J, Wintermark M, Zeineh MM. The “White Gray Sign” Identifies the Central Sulcus on 3T High-Resolution T1-Weighted Images. *AJNR Am J Neuroradiol*. févr 2017;38(2):276-80.
4. Naidich TP, Brightbill TC. Systems for localizing fronto-parietal gyri and sulci on axial CT and MRI. *Int J Neuroradiol*. 1996;2(4):313-38.
5. Yousry TA. Cortical Landmarks. *Riv Neuroradiol*. 1 sept 2003;16(2_suppl_part2):100-3.
6. Wagner M, Jurcoane A, Hattingen E. The U Sign: Tenth Landmark to the Central Region on Brain Surface Reformatted MR Imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. févr 2013;34(2):323-6.
7. Meyer JR, Roychowdhury S, Russell EJ, Callahan C, Gitelman D, Mesulam MM. Location of the central sulcus via cortical thickness of the precentral and postcentral gyri on MR. *AJNR Am J Neuroradiol*. oct 1996;17(9):1699-706.
8. Yousry TA, Schmid UD, Alkadhi H, Schmidt D, Peraud A, Buettner A, et al. Localization of the motor hand area to a knob on the precentral gyrus. A new landmark. *Brain J Neurol*. janv 1997;120 (Pt 1):141-57.
9. Su S, Yang N, Gaillard F. Invisible cortex sign: A highly accurate feature to localize the inferolateral central sulcus. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 1 mars 2019;63.
10. Mark IT, Luetmer PH, Rydberg CH, Witte RJ, Geske JR, Johnson MP, et al. Signal intensity of peri-rolandic cortex identifies the central sulcus on double inversion recovery MRI. *J Neurosurg Sci*. 2 avr 2019;
11. Cho S, Kurokawa R, Hagiwara A, Gono W, Mori H, Kawahara T, et al. Localization of the central sulcus using the distinctive high signal intensity of the paracentral lobule on T1-weighted images. *Neuroradiology*. 6 mai 2021;
12. Dinse J, Härtwich N, Waehnert MD, Tardif CL, Schäfer A, Geyer S, et al. A cytoarchitecture-driven myelin model reveals area-specific signatures in human primary and secondary areas using ultra-high resolution in-vivo brain MRI. *NeuroImage*. 1 juill 2015;114:71-87.
13. Dubbioso R, Madsen KH, Thielscher A, Siebner HR. The Myelin Content of the Human Precentral Hand Knob Reflects Interindividual Differences in Manual Motor Control at the Physiological and Behavioral Level. *J Neurosci*. 7 avr 2021;41(14):3163-79.
14. Bercury KK, Macklin WB. Dynamics and mechanisms of CNS myelination. *Dev Cell*. 23 févr 2015;32(4):447-58.

15. Tanaka S, Mito T, Takashima S. Progress of myelination in the human fetal spinal nerve roots, spinal cord and brainstem with myelin basic protein immunohistochemistry. *Early Hum Dev.* 17 mars 1995;41(1):49-59.
16. Dubois J, Dehaene-Lambertz G, Kulikova S, Poupon C, Hüppi PS, Hertz-Pannier L. The early development of brain white matter: A review of imaging studies in fetuses, newborns and infants. *Neuroscience.* 12 sept 2014;276:48-71.
17. Buyanova IS, Arsalidou M. Cerebral White Matter Myelination and Relations to Age, Gender, and Cognition: A Selective Review. *Front Hum Neurosci [Internet].* 2021 [cité 10 mai 2022];15. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2021.662031>
18. Kinney HC, Brody BA, Kloman AS, Gilles FH. Sequence of Central Nervous System Myelination in Human Infancy: II. Patterns of Myelination in Autopsied Infants. *J Neuropathol Exp Neurol.* 1 mai 1988;47(3):217-34.
19. Grydeland H, Walhovd KB, Tamnes CK, Westlye LT, Fjell AM. Intracortical Myelin Links with Performance Variability across the Human Lifespan: Results from T1- and T2-Weighted MRI Myelin Mapping and Diffusion Tensor Imaging. *J Neurosci.* 20 nov 2013;33(47):18618-30.
20. Deoni SCL, Dean DC, Remer J, Dirks H, O’Muircheartaigh J. Cortical maturation and myelination in healthy toddlers and young children. *Neuroimage.* 15 juill 2015;115:147-61.
21. Gajawelli N, Deoni SCL, Ramsy N, Dean DC, O’Muircheartaigh J, Nelson MD, et al. Developmental changes of the central sulcus morphology in young children. *Brain Struct Funct.* juill 2021;226(6):1841-53.

Le « White Gray Sign » est-il utilisable dans une population pédiatrique pour le repérage du sillon central ?

RESUME EN FRANÇAIS

Introduction : Le sillon central constitue l'une des structures essentielles de l'anatomie de surface de l'encéphale. De multiples méthodes d'identification basées sur des critères morphologiques existent, mais leur fiabilité est soumise à la variabilité morphologique inter-individuelle et à la potentielle modification des rapports anatomiques en cas de lésion parenchymateuse. Le « White Gray Sign » (WGS) a été récemment décrit dans une population adulte, permettant de repérer le sillon central grâce à son signal en T1 plus intense par rapport au reste du cortex, du fait d'un contenu plus riche en myéline. La myélinisation se poursuivant après la naissance, le but de cette étude a été d'évaluer la présence du WGS en population pédiatrique.

Matériel et méthodes : Quatre-vingt-quinze IRM réalisées à 3T chez des enfants âgés de 0 à 18 ans, et ne montrant pas de lésion parenchymateuse, ont été incluses de manière rétrospective. Sur les séquences 3DT1, après repérage du sillon central grâce aux méthodes morphologiques, deux observateurs ont réalisé une analyse qualitative de la présence ou non du WGS sur le total des 190 sillons centraux. La corrélation entre les deux observateurs a été évaluée par le calcul d'un coefficient κ de Cohen. Une analyse quantitative a également été réalisée, après segmentation manuelle et calcul d'un rapport de contraste entre cortex et substance blanche en avant et en arrière du sillon central, d'après l'article de Kaneko et al. Un test t de Student a été utilisé pour essayer de mettre en évidence une différence de contraste autour du sillon central.

Résultats : Les deux observateurs avaient un accord de 100% sur l'identification du sillon central. Le WGS était identifié comme présent sur la quasi-totalité des sillons de la population d'étude (93,6%) avec un excellent accord inter-observateur ($\kappa = 0,92$). Il était présent dans 78% (39/50) des cas avant 5 ans et dans 99% (139/140) des cas à partir de 5 ans. Les analyses quantitatives ont mis en évidence à chaque tranche d'âge une différence significative de contraste blanc-gris autour du sillon central par rapport au cortex pré et post central, avec des valeurs de $p < 0,05$.

Conclusion : Le « White Gray Sign » est présent et utilisable en population pédiatrique. Avant 5 ans, ce signe n'est toutefois pas constant probablement du fait des processus de maturation cérébrale en cours. Il ne se substitue pas entièrement aux méthodes morphologiques conventionnelles mais vient les compléter.

TITRE EN ANGLAIS : Can the « White Gray Sign » be used in a pediatric population to identify the central sulcus ?

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique, Radiologie et Imagerie médicale

MOTS-CLÉS : radiologie, neuroradiologie, pédiatrie, IRM, sillon central, WGS

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directrice de thèse : Margaux ROQUES