



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
2018

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

**THÈSE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement  
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

**Loriane AUBRY**

le 13 avril 2018

**Élaboration prospective d'une démarche clinique prédictive  
d'appendicite aiguë chez les enfants de plus de 5 ans consultant  
aux urgences pédiatriques pour douleur abdominale**

Membres du jury :

M. le professeur LEMELLE

Président du jury

M. le professeur SCHWEITZER

Juge

Mme la professeure ALBUISSON

Juge

Mme le docteur RENAUD-PINELLI

Juge et directrice de thèse



**Président de l'Université de Lorraine :**  
**Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :**  
**Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyens**

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen

Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

**Asseseurs :**

**Premier cycle :** Dr Julien SCALA-BERTOLA

**Deuxième cycle :** Pr Marie-Reine LOSSER

**Troisième cycle :** Pr Marc DEBOUVERIE

*Président de Conseil Pédagogique :* Pr Bruno CHENUUEL

*Formation à la recherche :* Dr Nelly AGRINIER

*SIDES :* Pr Laure JOLY

*Relations Grande Région :* Pr Thomas FUCHS-BUDER

*CUESIM :* Pr Stéphane ZUILY

**Chargés de mission**

*Bureau de docimologie :* Dr Guillaume VOGIN

*Commission de prospective facultaire :* Pr Karine ANGIOI-DUPREZ

*Orthophonie :* Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

*PACES :* Dr Mathias POUSSEL

*Plan Campus :* Pr Bruno LEHEUP

*International :* Pr Jacques HUBERT

=====

**DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

**PROFESSEURS HONORAIRES**

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY  
Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE  
Jean-Louis BOUTROY – Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT Jean-  
François CHASSAGNE - François CHERRIER Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Emile de LAVERGNE  
Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE Bernard FOLIGUET Jean  
FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Professeur Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD Hubert  
GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Oliéro GUERCI  
Philippe HARTEMANN Gérard HUBERT - Claude HURIET Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER  
Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU Jacques  
LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN – Jean-Claude MARCHAL – Yves  
MARTINET Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Pierre MONIN Pierre NABET – Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre  
PAYSANT Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU  
Jacques POUREL - Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER – Denis REGENT - Michel RENARD  
Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON  
Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Gérard VAILLANT - Paul VERT  
Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER

=====

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Etienne ALIOT - Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Pierre BEY - Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Jean-Pierre CRANCE<sup>[SEP]</sup> - Professeur Gilbert FAURE - Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Alain GERARD – Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ - Professeur Gilles GROSDIDIER  
Professeur Philippe HARTEMANN - Professeur Michèle KESSLER - Professeur François KOHLER - Professeur Alain LE FAOU  
Professeur Jacques LECLERE - Professeur Yves MARTINET – Professeur Patrick NETTER - Professeur Jean-Pierre NICOLAS  
Professeur Luc PICARD - Professeur François PLENAT - Professeur Jean-François STOLTZ

=====

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

### 42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Jean-Michel VIGNAUD – Professeur Guillaume GAUCHOTTE

### 43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD - Professeur Michel CLAUDON

Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

### 44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur François MARCHAL

#### 4<sup>ème</sup> sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

### 45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

### 46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Francis GUILLEMIN - Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

#### 4<sup>ème</sup> sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

### 47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur François GUILLEMIN - Professeur Didier PEIFFERT - Professeur Frédéric MARCHAL

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

#### 4<sup>ème</sup> sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anesthésiologie-réanimation)**

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER  
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Réanimation)**

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Thérapeutique ; addictologie)**

Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL – Professeur Faiez ZANNAD

**49<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Neurologie)**

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Luc TAILLANDIER - Professeure Louise TYVAERT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Neurochirurgie)**

Professeur Jean AUQUE - Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre KAHN - Professeur Raymund SCHWAN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)**

Professeur Bernard KABUTH

**5<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)**

Professeur Jean PAYSANT

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Rhumatologie)**

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)**

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Dermato-vénéréologie)**

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pneumologie ; addictologie)**

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cardiologie)**

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET - Professeur Yves JUILIERE

Professeur Nicolas SADOUL

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)**

Professeur Thierry FOLLIGUET - Professeur Juan-Pablo MAUREIRA

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)**

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Néphrologie)**

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Urologie)**

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)**

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie générale)**

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine générale)**

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

**54<sup>ème</sup> Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pédiatrie)**

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET  
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie infantile)**

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)**

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)**

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)**

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Ophtalmologie)**

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)**

Professeure Muriel BRIX

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

**65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur associé Sophie SIEGRIST

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

**42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anatomie)**

Docteur Bruno GRIGNON

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Histologie, embryologie et cytogénétique)**

Docteure Chantal KOHLER

**43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)**

Docteur Antoine VERGER (stagiaire)

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)**

Docteur Damien MANDRY

**44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)**

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle AIMONE-GASTIN  
Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Physiologie)**

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Mathias POUSSEL – Docteur Jacques JONAS (stagiaire)

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Biologie Cellulaire)**

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

**45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)**

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Héléne JEULIN - Docteure Véronique VENARD

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Parasitologie et mycologie)**

Docteure Anne DEBOURGOGNE

**46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)**

Docteure Nelly AGRINIER - Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

**2<sup>ème</sup> sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)**

Docteure Isabelle THAON

**3<sup>ème</sup> sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)**

Docteur Laurent MARTRILLE

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)**

Docteure Aurore PERROT – Docteur Julien BROSEUS

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)**

Docteure Lina BOLOTINE – Docteur Guillaume VOGIN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Génétique*)**

Docteure Céline BONNET

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Réanimation ; Médecine d'urgence*)**

Docteur Antoine KIMMOUN

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)**

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Thérapeutique ; Médecine d'urgence ; addictologie*)**

Docteur Nicolas GIRERD

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Rhumatologie*)**

Docteure Anne-Christine RAT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)**

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)**

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)**

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX – Docteur Anthony LOPEZ (stagiaire)

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE, CHIRURGIE GÉNÉRALE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie générale*)**

Docteur Cyril PERRENOT (stagiaire)

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine générale*)**

Docteure Elisabeth STEYER

**54<sup>ème</sup> Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**5<sup>ème</sup> sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)**

Docteure Isabelle KOSCINSKI

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Oto-Rhino-Laryngologie*)**

Docteur Patrice GALLET

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES

### 5<sup>ème</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

### 7<sup>ème</sup> Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

### 19<sup>ème</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

### 64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

### 65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS  
Monsieur Christophe NEMOS

### 66<sup>ème</sup> Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Pascal BOUCHE – Docteur Olivier BOUCHY - Docteur Cédric BERBE - Docteur Jean-Michel MARTY

=====

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)  
*Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)*  
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)  
*Brown University, Providence (U.S.A)*  
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)  
*Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)*  
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)  
*Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)*  
*Université de Pennsylvanie (U.S.A)*  
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)  
*Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)  
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)  
*Université d'Helsinki (FINLANDE)*  
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)  
*Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)*  
Professeur Daniel G. BICHET (2001)  
*Université de Montréal (Canada)*  
Professeur Marc LEVENSTON (2005)  
*Institute of Technology, Atlanta (USA)*

Professeur Brian BURCHELL (2007)  
*Université de Dundee (Royaume-Uni)*  
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)  
*Université de Wuhan (CHINE)*  
Professeur David ALPERS (2011)  
*Université de Washington (U.S.A)*  
Professeur Martin EXNER (2012)  
*Université de Bonn (ALLEMAGNE)*

A notre Maître et Président de Thèse,

**Monsieur le Professeur Jean-Louis Lemelle**

Professeur de chirurgie infantile viscérale

Nous vous remercions d'avoir accepté de présider notre travail de thèse.

Nous vous remercions également pour votre enseignement, en cours de DU ou au lit du patient en réanimation, permettant une prise en charge chirurgicale- pédiatrique optimale pour nos jeunes patients.

Veillez recevoir ici l'expression de notre profond respect et le témoignage de notre sincère reconnaissance.

A notre Maître et Juge,  
**Monsieur le Professeur Cyril Schweitzer,**  
Professeur de Pédiatrie

Nous vous remercions de nous faire l'honneur d'apporter vos connaissances à la critique de  
notre travail.

Nous vous remercions pour votre engagement à nos côtés tout au long de notre internat, que  
se soit sur le plan médical, en garde, dans les services, ou plus personnel en nous permettant  
de continuer à pratiquer dans votre centre.

Veillez trouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance et de notre plus profond  
respect.

A notre Maître et Juge,  
**Madame la Professeure Eliane Albuisson,**  
Professeure de Biostatistiques

Nous vous remercions d'avoir accepté de juger notre travail de thèse,  
Nous vous sommes surtout reconnaissantes pour le temps passé à vos côtés, votre aide et vos enseignements lors de l'élaboration de ce travail, permettant de nous sensibiliser à la statistique médicale.

Recevez ici l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

A notre Juge et Directrice de Thèse,

**Madame le Docteur Eléonore Renaud-Pinelli**

Docteur en Pédiatrie

Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger ce travail,

Nous vous remercions de l'aide et du soutien apporté lors de sa réalisation, mais également de manière plus personnelle avant et après la naissance de notre princesse,

Nous sommes très heureuses de poursuivre une partie de notre parcours à vos côtés au sein des urgences pédiatriques,

Veillez trouver le témoignage de notre reconnaissance pour votre bienveillance et l'expression de notre profond respect.

*A toutes les personnes croisées lors de mon internat,*

Aux équipes médicales et paramédicales de l'hôpital de Mercy en pédiatrie et en néonatalogie, pour avoir accompagné mes premiers et derniers pas d'interne avec patience et bienveillance. Merci de m'avoir encouragée, conseillée et fait aimer ce métier. Une pensée particulière aux infirmières des urgences pédiatriques, pour avoir calmé les angoisses de mes premières gardes.

Aux équipes médicales et paramédicales du secteur 2 d'hématologie pédiatrique, pour tous ces moments enrichissants, parfois difficiles, mais toujours dans une ambiance de soutien et de respect mutuel.

Aux équipes médicales et paramédicales du 1<sup>er</sup> étage de l'hôpital d'enfant, pour ces six mois où j'ai tant appris.

Aux équipes médicales et paramédicales de la maternité régionale pour votre enseignement au cours de ces six mois et pour avoir pris soin de mon gros ventre.

Aux équipes médicales et paramédicales des urgences pédiatriques de Nancy, pour toutes ces gardes riches en enseignements au cours de mon externat et de mon internat et pour ces deux mois passés à vos côtés, pour m'avoir permis de travailler en avançant dans ma grossesse. Je suis heureuse de faire encore un bout de chemin avec vous.

Aux équipes de radiologie pédiatrique, médecins, infirmière, manips et secrétaires, merci de m'avoir ouvert les portes de votre service et de m'avoir montré mon métier sous un autre angle. Votre bonne humeur et votre gentillesse m'ont permis une reprise du travail en douceur. Merci à Maryline pour ta patience et ton accompagnement dans mes premières échographies.

Aux équipes médicales et paramédicales de réanimation pédiatrique, pour ces 6 mois parfois éprouvants mais m'ayant fait grandir dans mon métier.

*A mes chefs de cliniques et assistants :* Gaëlle P, Aurélie, Delphine, Amélie, Gaëlle V, Emeline, Mathilde, Audrey, Stéphanie, Barbara, Idalie, Perrine, Tara pour votre soutien au quotidien.

*A tous mes Co-internes :* présents dans les bons moments comme les plus difficiles, l'internat n'aurait pas été pareil sans vous.

A Perrine, Stéphanie, pour m'avoir coachée dans mes premiers pas de pédiatre. A Marie et François, co-internes en néonatalogie. A Sarah, Camille : pour cette entraide et ce soutien, nos « RCP internes » et ces soirées lors de ces 3 stages fait ensemble. A Isis, Géraldine,

Giselle, Emilie, Thibaut, Mathilde, Aurore pour m'avoir laissé de bons souvenirs de ces 6 mois, pour ces entre midi relais H et nos debriefs post journées difficiles ! A Hélène, Isabelle, Kaci, pour avoir pris ma place dans les poses de KT J, repris mes gardes pour laisser grandir ma babynette. A Marion, Meryl, Mathilde, Laurelia, Xavier pour ces 6 mois de Réa où on aura quand même bien rigolé... vous êtes ou serez tous de supers pédiatres ! Et à Diane, Maud, Lucas, Pierre, Trécya, Sarah, Léa, Maurane, pour m'avoir laissé du temps et permis de finir ce travail dans les délais. A Maud, Cécile, Jérémy pour ces journées DES, ce congrès à Gérardmer et ces soirées AJP.

*A mes parents de sang et de cœur :* Votre amour, votre soutien et les sacrifices faits m'ont permis d'être là aujourd'hui !

*A Nicolas :* Mon « gros t'amour », il est loin le temps des chasses aux trésors et des chocolats chauds d'après l'école, tu as pris ton envol en partant à Ottange, et je suis fière de ta persévérance dans les moments plus difficiles.

*A Sarah :* Ma petite « nénéte », tu as grandi en même temps que mes études et il est loin le temps où je révisais mon concours de P1 en te donnant le biberon. Tu deviens une belle et grande jeune fille !

*A mes grands-mères :*

Pour ces vacances à Paris sur la place Montmartre, Pour ces anniversaires dans ton jardin, ces goûters crêpes, pour toutes ces valeurs que vous m'avez inculquées et surtout pour votre amour et votre soutien sans faille.

*A mes cousins, cousines, oncles, tantes :* Je ne sais pas s'il existe de famille idéale mais moi je ne pouvais rêver mieux pour grandir et faire grandir ma fille !

*A ma belle-famille :* Pour m'avoir ouvert les portes de votre famille si facilement.

*Chloé :* Tu t'engages aussi sur ce chemin, et tu verras même si c'est difficile c'est un super métier !

*A Caro, Clara, Julia, Pauline :* Parce que la médecine n'aurait vraiment pas été pareil sans vous ! Vous me manquez depuis que vous êtes parties aux 4 coins du monde et j'attends avec impatience notre prochain week-end retrouvailles ! Julia merci pour ces 4 ans passés ensemble, ces lendemains de soirées tisanes sérieuses, ces pizzas aux restes, la plongée, mais surtout cette entraide permanente pour la D4 et pour tout le reste ! Une bien belle histoire ! Caro merci pour cette fin de D4-thalassa-cas cliniques, ces week-end à Lille, Budapest,

Cracovie, ton xanax direction La Réunion. Pauline et Clara : ces 3 semaines Béninoises resteront un super souvenir... passant de la vache qui rit aux hippopotames ! Et une pensée aussi pour vos moitiés, les weeks-end à 8 sont encore plus sympa !

*A Simon, Sarah* : Avoir partagé avec vous le lycée et la médecine, le stress de la P1 et les jours de fêtes ! Je vous ai vu avec fierté devenir médecin !

*A Jud, François, Maxime, Natacha, JF, Maud, Olympe, Ludo, Matthieu, Charlène et bébé Lison* : Pour ces week-ends dans les Vosges, ces soirées de Noël, ces après-midi jardinage, ces vacances à Madère ou au Québec et pour le reste !

*A Raph, Anaïs et bébé Sam* : Pour ces examens kinder maxi, ces vacances au soleil et tous ces bons moments à venir.

*A Kevin, Adeline* : Pour ces soirées vins et votre bonne humeur permanente !

*Coralie* : Ma copine du bout du monde : Notre amitié remonte à tellement longtemps, il serait beaucoup trop long de tout citer ! On a partagé tellement de choses, et maintenant nous voilà toutes les 2 mamans. Il est loin le temps des chupa chups ! Merci d'être toujours là ! Hâte d'être aux Seychelles avec nos 2 loulous sur la plage !

*Pierre* : Le collègue, le lycée, les après-midi Friends et nos dimanches soir pizza !

*Hana* : Copine de toujours, la blonde et la brune, ayant suivi un chemin similaire jusqu'à la pédiatrie. Je suis admirative de ta force dans les épreuves.

*Pauline* : ma badame, c'est avec toi que j'aurai fait mon premier geste médical... sur une mandarine pleine de paillettes.

*Mathieu* : 9 ans d'amour, de soutien, merci pour cette belle vie que nous nous construisons, nos projets réalisés et ceux à venir !

*Ma petite Elise* : Tu es ma plus belle réussite et ma plus grande fierté ! Si cela a un peu compliqué l'écriture de ce travail, te voir grandir jour après jour est un bonheur au quotidien. Je t'aime ma jolie princesse !

*Et à tous ces enfants et leurs parents*, rencontrés lors de mon parcours, car c'est vous avant tout qui avait fait de moi la pédiatre que je serai.

## SERMENT

« Au moment d'être admise 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.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue 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 déshonorée et méprisée si j'y manque ».

## Table des matières

Table des matières .....	16
Abréviations .....	18
1. Introduction .....	19
1.1. Historique .....	19
1.2. Epidémiologie .....	20
1.3. Anatomie Embryologie .....	20
1.3.1. Anatomie descriptive.....	20
1.3.2. Variantes physiologiques.....	20
1.4. Physiopathologie .....	22
1.5. Anatomopathologie .....	23
1.6. Signes cliniques.....	25
1.6.1. La douleur.....	25
1.6.2. La fièvre .....	25
1.6.3. Les troubles digestifs.....	25
1.6.4. L'examen physique .....	26
1.7. Para clinique .....	27
1.7.1. La biologie.....	27
1.7.2. L'imagerie .....	28
1.8. Traitement .....	32
1.8.1. Traitement chirurgical .....	32
1.8.2. Traitement médical.....	33
1.9. Scores cliniques.....	33
1.9.1. Objectif de ces scores .....	33
1.9.2. Score ALVARADO.....	35
1.9.3. Le score PAS .....	36
1.9.4. Intégration des examens complémentaires dans ces scores.....	36
1.10. Objectif de notre étude : .....	37
1.11. Références .....	39
2. Elements for a predictive diagnostic approach for acute appendicitis in children over 5 years old: a prospective study. ....	43
<b>Abstract</b> .....	44
<b>Introduction</b> .....	45
<b>Methods</b> .....	46
<b>Discussion</b> .....	50
<b>Conclusion</b> .....	53

Appendix 2: Protocol.....	62
3. Conclusions et perspectives.....	63
3.1. « Scorappend » : un arbre décisionnel prédictif d'appendicite aiguë.....	63
3.2. Evolution des pratiques concernant l'appendicite aiguë .....	67
3.3. Proposition d'un protocole de service : .....	69
3.4. Conclusions et perspectives.....	70
Références .....	71
4. Annexes .....	73
4.1. Questionnaire de recueil : étude SCORAPPEND .....	73
4.2. Lettre d'information aux parents .....	74

## Abréviations

NFS : Numération de Formule Sanguine

HAS : Haute Autorité de Santé

PNN : Polynucléaire Neutrophile

VPP : Valeur Prédictive Positive

VPN : Valeur Prédictive Négative

RVP : Rapport de Vraisemblance Positif

RVN : Rapport de Vraisemblance Négatif

PAS : Pediatric Appendicitis Score

ADEM : Agence nationale pour le Développement de l'Evaluation Médicale

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

FID : Fosse Iliaque Droite

# 1. Introduction

## 1.1. Historique

La première description anatomique de l'appendice a été faite par Leonard de Vinci en 1492, qui décrivait une petite structure appendue au cæcum (1). Ses dessins ne furent cependant jamais publiés, et c'est sur ceux de Vésale, anatomiste et médecin belge, en 1552 que l'appendice apparaît pour la première fois. En 1554, un physicien français, Jean Fernel, semble être le premier à avoir décrit une typhlite aiguë (infection du cæcum en grec) chez une jeune fille de 7 ans qui mourut d'une perforation de l'appendice. En 1736, Amyand, chirurgien au Saint George's Hospital de Londres, rapporte devant la Royal Society le premier cas d'appendicectomie réussie sur un garçon de 11 ans qui présentait une hernie scrotale où s'ouvrait un sinus purulent. En France, en 1827, Meslier rapporta cinq cas d'appendicite et conclut que les tumeurs de la fosse iliaque droite purulentes étaient préférentiellement secondaires à une inflammation de l'appendice. En 1882, le Président de la République Gambetta mourut, à l'âge de 44 ans, des suites d'une « typhlite ». C'est en 1886, à Washington, grâce à l'américain Reginald Herbert Fitz, que le terme de typhlite fut remplacé par celui d'appendicite. Cet anatomopathologiste conclut à la nécessité d'un traitement chirurgical urgent fondé sur l'appendicectomie dans son traité intitulé « Perforating inflammation of the vermiform appendix ; with special reference to its early diagnosis and treatment » (2). En 1889, Mac Burney décrivit le point et la voie d'abord de « gridi », à savoir une dissection en étoile en fosse iliaque droite. Cette technique, bien que majoritairement remplacée par la coelioscopie reste toujours appliquée par certains actuellement.



Figure 1 : dessin de Vésale, appendice

## 1.2.Epidémiologie

L'appendicite aiguë est une pathologie chirurgicale pédiatrique couramment rencontrée aux urgences. Elle représente 1 à 8% des étiologies de douleur abdominale aux urgences, avec une incidence variable selon l'âge : 1 à 2 /10000 avant 5 ans, 19 à 28/10000 entre 5 et 14 ans. Elle représente 68 % des causes chirurgicales de douleurs abdominales de l'enfant de plus de 1 an (3).

En 2016, au CHRU de Nancy, 109 interventions chirurgicales pour appendicectomie ont été réalisées.

## 1.3.Anatomie Embryologie

### 1.3.1. Anatomie descriptive

L'appendice est un diverticule creux appendu à la surface médiane du caecum, 3 cm au-dessous de l'abouchement iléal. Sa taille est variable de 2 à 20 cm de longueur sur 4 à 8 mm d'épaisseur. Il est vascularisé par l'artère appendiculaire, provenant de l'artère iléo-caeco-colo-appendiculaire.

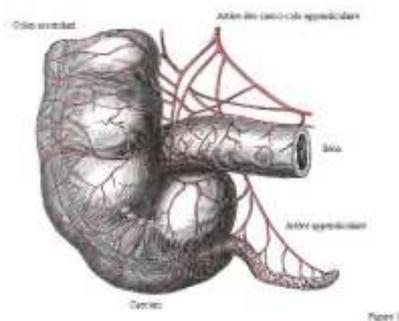


Figure 2 : description anatomique de l'appendice

### 1.3.2. Variantes physiologiques

Des variantes physiologiques de la normale dues à la position de l'appendice par rapport au caecum (base d'implantation fixe mais direction variable) existent :

- Position rétro cæcale : elle est due à un développement asymétrique du bourgeon caudal ou à des accolements péritonéaux anormaux. L'appendice peut alors être fixé derrière le caecum et remonter derrière le colon ascendant, ou flotter en arrière.

- Position méso cœliaque : la partie médiane de l'appendice est transversale ou ascendante, rétro iléale. Il peut atteindre la région médiane.
- Position pelvienne : l'appendice est long avec un méso étiré, il plonge dans la cavité pelvienne.

D'autres variantes sont dues à la position du caecum :

Durant la vie embryonnaire entre la 11<sup>ème</sup> et la 12<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée, le caecum va se développer aux dépens de la branche inférieure de l'anse intestinale primitive sous forme d'un bourgeon. Cette anse intestinale primitive, va réaliser trois rotations anti horaires, de 90° chacune, autour de l'axe mésentérique, au cours desquelles le bourgeon caecal va progressivement migrer vers la fosse iliaque droite. Des anomalies de rotation tel un arrêt ou un excès de migration du caecum, expliquent les différentes localisations anatomiques rencontrées :

- Arrêt après la première rotation : mésentère commun avec caecum à gauche (1%)
- Arrêt après la deuxième rotation : caecum en situation haute : position sous hépatique (1%)
- Absence de descente : position haute, lombaire droite (3%)
- Excès de migration : caecum en position pelvienne, devant le détroit supérieur, devant le pelvis (5%)

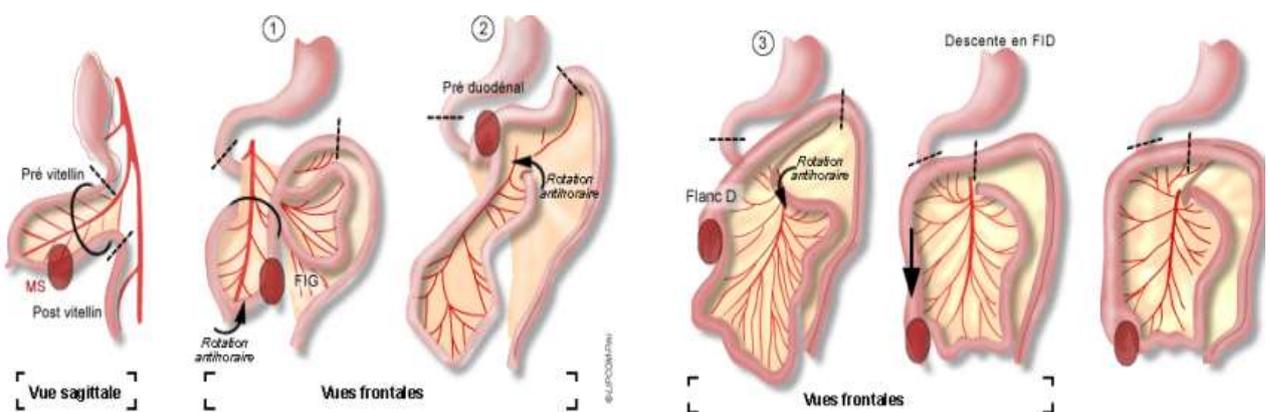


Figure 3 : développement embryonnaire de l'appendice

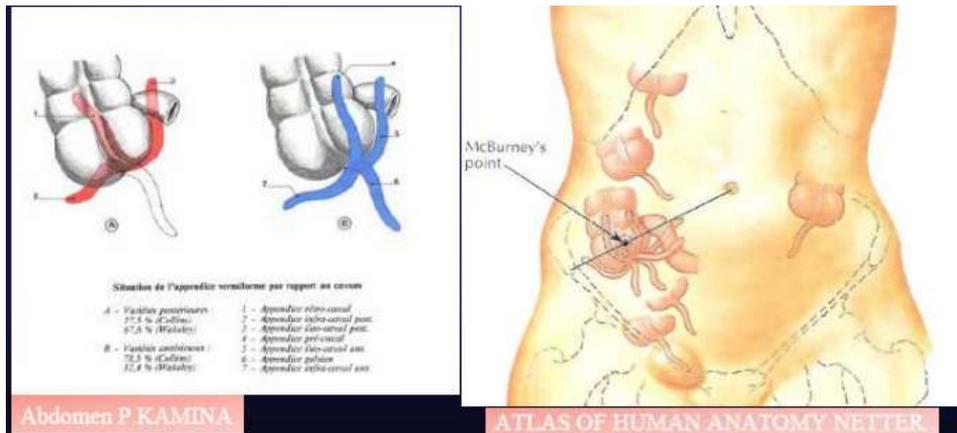


Figure 4 : positions ectopiques de l'appendice

#### 1.4. Physiopathologie

Des mécanismes protecteurs de l'infection existent au niveau de l'appendice: le péristaltisme de sa couche musculaire externe en évacuant son contenu, le renouvellement de sa muqueuse toutes les 24 à 36 heures et la formation lymphoïde de sa sous muqueuse.

L'étiologie de l'appendicite est mal connue et semble être plurifactorielle.

L'obstruction est le facteur prédisposant principal qui va aboutir à la stase, à la pullulation microbienne et à l'augmentation de la pression intraluminaire entraînant une érosion de la muqueuse et la pénétration de germes dans la paroi (4). Plusieurs mécanismes peuvent être incriminés :

- obstruction pariétale par une hyperplasie lymphoïde (plaques lymphoïdes de Peyer) entraînant un rétrécissement voire une déchirure de la muqueuse ou par une hypertrophie de la paroi dans les colites inflammatoires de type maladie de Crohn.
- obstruction extrinsèque par une bride de Ladd (bande fibreuse congénitale coudant l'iléon terminal et l'appendice)
- obstruction intrinsèque par un stercolithe constitué de résidus organiques pouvant se développer sur un corps étranger
- rare cas d'obstruction par un parasite (oxyurose)
- tumeurs exceptionnelles chez l'enfant (carcinoïde).

En dehors de ces cas, l'infection peut se faire de façon exceptionnelle par voie hématogène lors des syndromes septiques, ou par contiguïté. L'évolution est en général moins grave que dans les cas d'obstruction (5).

## 1.5. Anatomopathologie

La paroi appendiculaire (de type colique constituée d'une muqueuse tapissée d'élément glandulaire, d'une sous muqueuse riche en follicules lymphoïdes, d'une musculature et d'une séreuse) est progressivement envahie par la réaction inflammatoire. Différents stades sont décrits selon l'histologie (4-5) :

- Appendicite folliculaire : hypertrophie des follicules lymphoïdes
- Appendicite catarrhale : macroscopiquement, l'appendice est œdématié et hyper vascularisé. Microscopiquement il y a une atteinte localisée de la muqueuse voire de la sous muqueuse avec une infiltration de polynucléaires neutrophiles.
- Appendicite ulcérée et suppurée : macroscopiquement, la lumière contient du pus, la séreuse est recouverte de fausses membranes et la cavité péritonéale contient un exsudat séropurulent stérile. Microscopiquement sont constatés des amas de nécroses infectées et un infiltrat inflammatoire à prédominance de polynucléaires envahissant l'ensemble de la paroi. Un enduit fibrino leucocytaire peut siéger au niveau de la séreuse.
- Appendicite abcédée : macroscopiquement, cela correspond à un aspect de pseudo tumeur inflammatoire. Microscopiquement, l'appendice est ulcéré, suppuré avec une réaction péri appendiculaire inflammatoire et une paroi infiltrée de micro abcès.
- Appendicite phlegmoneuse (= nécrose trans-pariétale) : macroscopiquement l'appendice est turgescent couvert de fausses membranes, sa lumière contient du pus et il se produit une nécrose suppurée de sa paroi. Microscopiquement, les pertes de substances sont diffuses avec une nécrose suppurée, diffuse, trans pariétale. Un enduit fibrino leucocytaire est quasi constant au niveau de la séreuse.

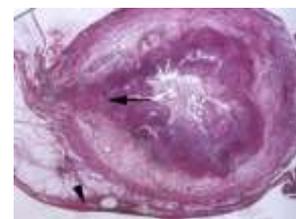
- Appendicite gangréneuse : macroscopiquement est constaté un aspect verdâtre avec apparition de plages nécrotiques menant à la perforation. Microscopiquement, il s'agit d'une forme hémorragique et nécrosante de la paroi, d'origine ischémique.



*Appendice normal*



*Appendicite catarrhale*



*Appendicite ulcérée*

Si en médecine, l'anatomopathologie permet souvent l'obtention d'un diagnostic de certitude, dans le cas de l'appendicite les critères histopathologiques sont controversés dans la littérature. En effet, on trouve dans environ 35% des pièces opératoires une infiltration inflammatoire de la muqueuse. Si certaines équipes considèrent cela comme un signe précoce de la maladie, d'autres attribuent cela à l'agression opératoire et jugent qu'une inflammation transmurale est nécessaire pour porter le diagnostic d'appendicite aiguë (6).

Plusieurs études ont également montré une discordance relativement importante entre le diagnostic per opératoire, et le diagnostic anatomopathologique (25% de discordance sur 378 cas concernant le caractère perforé de l'appendice, sur une cohorte pédiatrique en 2015) (7). Plusieurs explications sont possibles : la pièce envoyée peut ne pas contenir la perforation, le geste opératoire a pu altérer le tissu ou encore le caractère fortement inflammatoire a pu rendre l'interprétation difficile. Il est donc important dans le diagnostic positif de tenir compte de l'aspect anatomopathologique mais également de l'aspect macroscopique per opératoire.

De plus, il est à noter qu'il n'existe pas de corrélation entre l'intensité des lésions anatomiques et la gravité clinique. Il est ainsi possible de découvrir des lésions très évoluées, pré-perforatives alors que les symptômes cliniques sont peu marqués (8).

## 1.6. Signes cliniques

La suspicion diagnostique d'appendicite aiguë repose sur la recherche d'un syndrome appendiculaire comprenant les éléments cliniques suivants, pouvant être isolés ou associés.

### 1.6.1. La douleur

Il s'agit du maître symptôme. Elle est en général brutale, de type viscéral, résultant de contractions de l'appendice ou de la distension de sa lumière. En 2015, dans notre centre, tous les enfants avec une appendicite aiguë présentaient une douleur abdominale (85% en fosse iliaque droite, 9% diffuse et 6% péri ombilicale) (9). Elle est souvent majorée à la marche ou à la toux. Elle peut être localisée soit d'emblée en fosse iliaque droite, soit initialement épigastrique ou péri ombilical et migrant secondairement. Le caractère migrateur de la douleur serait présent chez plus de 60% des enfants de plus de 5 ans (10).

### 1.6.2. La fièvre

La température moyenne semble augmenter avec la durée d'évolution de la douleur (10). Cependant, dans la revue systématique de Wagner et al, la valeur diagnostique de la fièvre, étudiée dans 3 études, sans notion de seuil de température, est faible. En effet, le rapport de vraisemblance positive (RVP) à 1.94 [IC 95% (1.63 – 2.32)] et le rapport de vraisemblance négative (RVN) à 0.58 [IC 95% (0.51-0.67)] ne permettent pas d'établir une valeur diagnostique élevée à ce signe pris individuellement (11).

### 1.6.3. Les troubles digestifs

Ils sont retrouvés de manière peu spécifique : nausées, vomissements, diarrhée (présents chez 12% des enfants ayant une appendicite en 2015 au CHRU de Nancy) (9). Un arrêt du transit est un signe de gravité, plus fréquent chez l'adulte.

#### 1.6.4. L'examen physique

Il recherche des signes d'irritation péritonéale :

- Une douleur à la palpation de la fosse iliaque droite est retrouvée dans 58 à 85% des cas dans la littérature.
- Le signe de Blumberg correspondant à une douleur de la fosse iliaque droite lors de sa décompression brusque, traduit une irritation péritonéale.
- Le signe de Rovsing correspondant à une douleur provoquée dans la fosse iliaque droite par la pression exercée au niveau de la fosse iliaque gauche.
- Le psoitis, correspondant à une douleur à la flexion de la cuisse droite sur le bassin ou à la marche. Il traduit une inflammation du muscle psoas et évoque une appendicite rétro-caecale. Il était présent dans 35% des cas dans notre étude de 2015 (9).

Si tous ces signes et symptômes cliniques sont associés au diagnostic d'appendicite aiguë, les experts de la Haute Autorité de Santé (HAS) dans leur rapport de 2012, insistent sur le fait qu'ils montrent individuellement un faible pouvoir discriminant et une performance diagnostique relativement faible ne permettant pas d'affirmer ou d'exclure un diagnostic d'appendicite.

A noter le cas particulier des jeunes enfants de moins de 5 ans chez qui l'appendicite aiguë est plus rare. Les signes cliniques sont souvent aspécifiques, entraînant fréquemment un retard de diagnostic et un plus fort taux de complications (12).

## 1.7. Para clinique

La réalisation de tout examen complémentaire est guidée par la clinique.

### 1.7.1. La biologie

La recherche d'un syndrome inflammatoire biologique, notamment une hyperleucocytose à polynucléaires neutrophiles (PNN), et une augmentation de la protéine C réactive (CRP) est la règle. Si les marqueurs de l'inflammation ne peuvent être considérés comme spécifiques de l'appendicite, ils modifient de façon positive ou négative la probabilité diagnostique. Il existe une grande variabilité selon les études concernant leur apport diagnostique. Si pour l'équipe de Sapin et al en 2008, l'existence d'une hyperleucocytose ou d'une élévation de la CRP est très sensible, et qu'une valeur normale de ces deux paramètres est peu compatible avec le diagnostic d'appendicite aiguë (10), l'HAS dans son rapport en 2008 nuance ce propos.

Concernant l'hyperleucocytose : bien que présente dans 61 à 85% des appendicites aiguës (10), les performances diagnostiques sont variables selon les études (13-14-15-16). Si une hyperleucocytose, montre une faible capacité discriminante, il semble qu'en cas d'appendicites perforées cette capacité soit plus élevée (16). La notion d'évolution est donc importante, et la répétition des examens avec un deuxième contrôle de la numération de la formule sanguine (NFS) dans les 8 à 10 heures suivant le premier permet de gagner en sensibilité (10).

Concernant les PNN : dans la méta analyse d'Anderson (16), l'augmentation des PNN montre de manière isolée une performance diagnostique faible, avec pour un taux supérieur à 75% de PNN, une aire sous la courbe de 0.77, des valeurs de rapport de vraisemblance positif (RVP) et de rapport de vraisemblance négatif (RVN) respectivement de 2.44 et 0.24.

Concernant la CRP : dans l'étude d'Ortega-Deballon et al (14), la CRP semble avoir une capacité diagnostique plus élevée que les autres signes inflammatoires. Cependant ces résultats sont controversés dans d'autres études (13-15-16) et ne permettent pas de considérer la CRP comme un marqueur fiable individuellement. La notion d'évolution, est également importante. En effet, il ressort, après analyse en sous-groupe, que la CRP présente un pouvoir discriminant uniquement après douze heures d'évolution des symptômes (14).

De plus, et de manière encore plus vraie que chez l'adulte, une véritable appendicite peut se voir chez l'enfant alors que le bilan biologique est strictement normal. Ceci se retrouve dans la littérature chez environ 7% des enfants (10).

En conclusion, si la biologie est bien souvent considérée comme une aide au diagnostic, il est important d'en connaître ses limites, et de prendre en compte le caractère douloureux, invasif et chronophage de sa réalisation. L'apport diagnostique de la biologie devra toujours tenir compte du contexte clinique.

## **1.7.2. L'imagerie**

L'HAS rappelle dans son rapport de 2012 que le but de l'imagerie est de consolider une suspicion clinique, d'éliminer un diagnostic différentiel et de rechercher d'éventuelles complications. Elle a donc une part importante dans la démarche diagnostique de l'appendicite aiguë.

### *1.7.2.1. L'échographie abdomino-pelvienne*

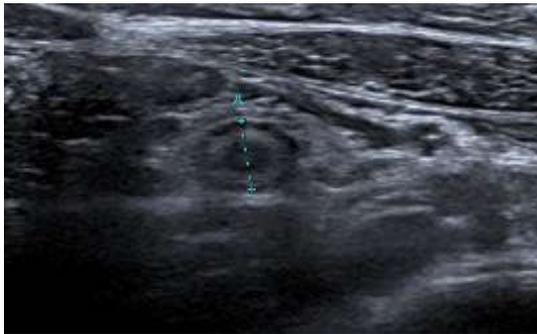
C'est l'examen de première intention chez l'enfant, en raison de son caractère non irradiant et d'une meilleure échogénicité des enfants. Elle est réalisée avec des sondes hautes fréquences, courbes (3.5 -5 MHz) ou linéaires (5 – 12 MHz). Les critères échographiques d'appendicite aiguë sont les suivants : (17)

#### Signes directs :

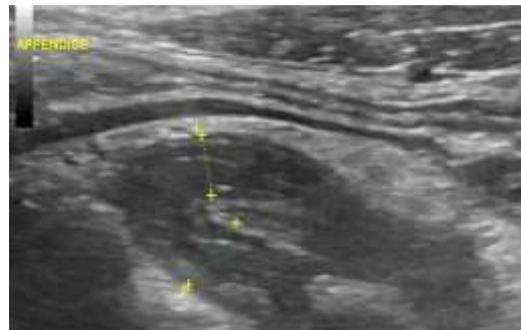
- non compressibilité d'un appendice de forme ronde,
- diamètre supérieur à 6-8 mm,
- épaisseur pariétale supérieure à 3mm,
- hyper vascularisation doppler de la paroi appendiculaire,
- douleur au passage de la sonde.

### Signes indirects :

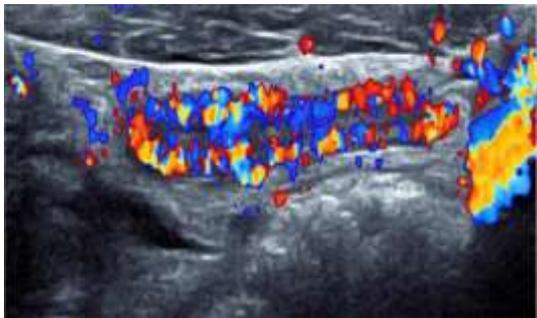
- infiltration de la graisse péri digestive apparaissant hyperéchogène,
- présence d'un stercolithe appendiculaire,
- épanchement réactionnel péri appendiculaire,
- adénopathies mésentériques réactionnelles (moins nombreuses qu'en cas d'adénolymphite mésentérique),
- épanchement dans le cul de sac de Douglas



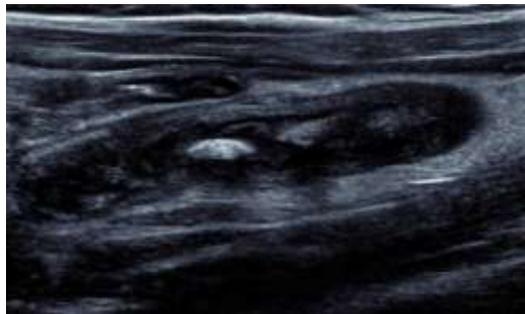
1 : diamètre et épaisseur pariétale augmentés



2 : aspect hyperéchogène de la graisse



3 : hypervascularisation doppler



4 : Stercolithe

Toutefois, si la tendance actuelle dans les services d'urgence est le recours facile à l'échographie, il faut néanmoins tenir compte de la performance variable de cet examen. Selon les études, la sensibilité de l'échographie varie de 0.70 à 0.88 et la spécificité varie de 0.77 à 0.94 sans différence selon l'âge ou le sexe de l'enfant (18-19-20).

Cette grande variabilité s'explique par le caractère opérateur dépendant de l'échographie. Dans une étude de 2016, Löfvenberg et al. montrent que les radiologues pédiatriques ont une meilleure sensibilité que les radiologues généraux (88 versus 71%), même si les autres paramètres (spécificité, VVP et VPN) restent identiques (20).

De plus, le délai entre l'apparition de la douleur et la réalisation de l'échographie est un facteur à prendre en compte dans l'interprétation du résultat. Si elle est réalisée dans les douze premières heures suivant les premiers symptômes, la sensibilité de l'examen diminue (21).

Dans le rapport de 2012 de l'HAS (concernant l'homme jeune), il est conclu que l'échographie avait une bonne valeur prédictive positive (VPP) en cas de visualisation de l'appendice, mais que dans le cas contraire, elle ne permet pas d'exclure le diagnostic et donc de conclure. De même, en 1996, l'agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale (ANDEM) avait conclu qu'une échographie appendiculaire jugée normale n'éliminait pas le diagnostic d'appendicite et que l'échographie abdomino-pelvienne avait un rôle essentiellement dans le diagnostic différentiel de l'appendicite.

Quelle que soit l'expérience de l'opérateur, l'appendice peut rester non visible : en cas de facteur pariétal limitant, de douleur trop intense rendant difficile la réalisation de l'examen, ou en cas d'appendice ectopique (rétro coeliaque notamment). C'est le cas dans la littérature d'environ 19% des cas (22). Au CHRU de Nancy, en 2015, sur une étude portant sur 211 enfants consultant aux urgences pour un tableau de douleur abdominale aiguë, l'appendice n'était pas visible dans 29% des cas (9).

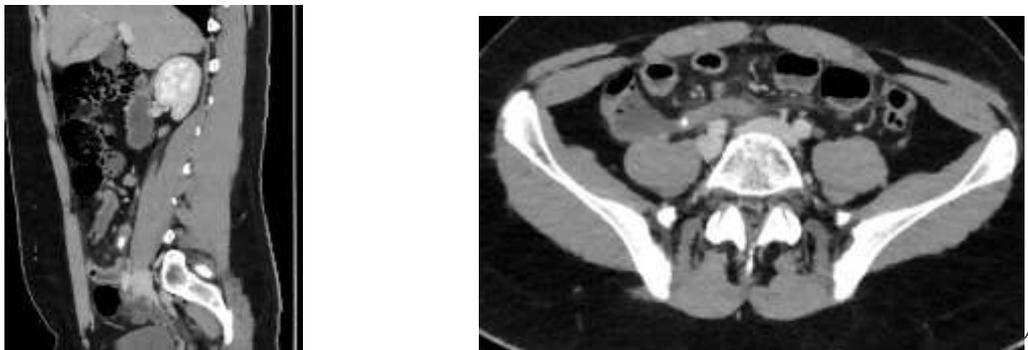
#### *1.7.2.2. Le scanner abdominal*

Un scanner abdominal peut être réalisé en cas d'échographie non contributive avec forte suspicion clinique. Cet examen a chez l'adulte, une meilleure rentabilité que l'échographie avec une sensibilité et une spécificité de plus de 96 % chacune (23).

L'étude scannographique s'applique à rechercher :

- un appendice pathologique visible comme une structure tubulaire à paroi épaissie et rehaussée dont la lumière est distendue par du liquide ou au contraire collabée,
- une infiltration de la graisse péri-appendiculaire (densité hydrique) avec un épaissement du fascia de Told,
- un éventuel stercolithe appendiculaire,
- des signes de complications type phlegmon appendiculaire ou abcès collecté.

Si le scanner est utilisé en première intention chez l'adulte, devant toute douleur abdominale aux urgences, son utilisation est beaucoup plus restreinte chez l'enfant en raison de son caractère irradiant. En France l'irradiation délivrée lors d'un scanner abdominal est de 10mSv, sachant que selon une étude britannique de 2012, à partir de 50 mSv de doses cumulées, les enfants sont exposés à un risque augmenté de leucémies ou de tumeurs cérébrales (24). Un examen non irradiant doit toujours être préféré chez l'enfant. De plus le scanner a une performance moindre chez l'enfant, ayant peu de graisse intra abdominale par rapport à l'adulte, et donc un manque d'atténuation de rayons X entre les différentes structures entraînant un plus faible contraste sur les images.



*Image oblongue, stercolithe à la base*

### *1.7.2.3. L'IRM*

De plus en plus d'études préconisent le recours à l'IRM en cas de suspicions d'appendicite aiguë. En effet l'IRM s'affranchit du caractère opérateur dépendant ou du risque de non visualisation de l'appendice. Elle présente les mêmes caractéristiques en termes de sensibilité, spécificité, VPP et VPN que le scanner sans caractère irradiant (sensibilité 97.6% spécificité 97%) (25).

Cependant en pratique courante, les difficultés d'accès et de réalisation de ce type d'examen rendent inenvisageable un recours à l'IRM pour tous les enfants suspects d'appendicite aiguë.

## 1.8. Traitement

### 1.8.1. Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical (appendicectomie) est la règle chez l'enfant. Si pendant plus de 100 ans la voie d'abord par laparotomie au point de Mac Burney était la référence, depuis une vingtaine d'années se développe une prise en charge par laparoscopie.

Il existe trois techniques différentes, après réalisation d'une laparoscopie ouverte par voie ombilicale (26) :

- Technique « in » : coagulation du méso appendice et ligature de la base de l'appendice sous laparoscopie
- Technique « mixte » : coagulation du méso appendice par laparoscopie et ligature de la base de l'appendice en dehors de la cavité abdominale après extériorisation de l'appendice par l'orifice du trocart iliaque droit
- Technique « out » : à l'aide d'une optique décalée avec canal opérateur permettant d'extérioriser l'appendice à l'ombilic pour faire l'appendicectomie en totalité à l'extérieur de la cavité péritonéale.

Toutes ces techniques ont l'avantage par rapport à la laparotomie de diminuer le taux de complications post opératoires, notamment le taux d'occlusion sur brides et d'abcès de parois (27-28). Le taux d'abcès profonds secondaires intra péritonéaux reste discuté selon les études. Si l'équipe de Saint-Etienne trouve un taux similaire entre ces deux techniques (26), d'autres séries dans la littérature trouvent un taux significativement moindre par laparotomie (28-29).

La laparoscopie permet une bonne analyse de l'ensemble de la cavité intra péritonéale et la recherche d'autre diagnostic en cas d'appendice sain. Par cette technique, l'appendicectomie est possible quelle que soit la position de l'appendice : sous séreux mais également rétro caecale, sous-hépatique, pelvienne ou méso cœliaque (26).

Dans un cas la laparoscopie est controversée : celui de l'abcès appendiculaire (30). Si certaines équipes envisagent une laparotomie d'emblée, d'autres réalisent une laparoscopie première et si la libération des différents viscères agglutinés est satisfaisante, l'appendicectomie est réalisée dans le même temps. Enfin d'autres équipes réalisent

uniquement une ponction de l'abcès et un lavage, avant d'envisager un traitement par antibiothérapie prolongée puis l'appendicectomie à froid quelques mois plus tard (26).

### **1.8.2. Traitement médical**

Si chez l'adulte un traitement médical seul peut être proposé dans certaines formes simples d'appendicites aiguës (31), ce type de traitement n'a pour l'heure pas sa place chez l'enfant. D'une part car seul l'aspect per opératoire permettra d'obtenir un diagnostic de certitude par l'exploration de l'ensemble de la cavité péritonéale et d'éliminer un des nombreux diagnostics différentiels possibles chez l'enfant. D'autre part, contrairement à l'adulte, les appendicites par obstruction sont très fréquentes chez l'enfant (coprolithe calcifié ou non dans la lumière appendiculaire, pouvant correspondre à un corps étranger). Dans ces situations la paroi appendiculaire est érodée et une perforation aboutissant à une péritonite ou un abcès se produit rapidement, alors même que la symptomatologie ne dépasse pas vingt-quatre heures. De même, l'appendice est plus souvent en position anormale chez l'enfant, avec un aspect de plicature gênant le drainage de la lumière appendiculaire vers le caecum et justifiant une appendicectomie (32).

En conclusion, hormis le cas de l'abcès appendiculaire où il est établi qu'un traitement médical est indiqué transitoirement en attente de la chirurgie, un traitement médical n'a pas sa place actuellement dans la prise en charge des appendicites aiguës de l'enfant (32).

Cependant, avec les progrès de l'imagerie, la probabilité de modification du diagnostic en per opératoire sera de plus en plus faible ce qui laisse présager à l'avenir, de la possibilité d'un traitement médical dans certaines situations (33,34).

## **1.9. Scores cliniques**

### **1.9.1. Objectif de ces scores**

Ces scores ont pour objectif d'orienter le diagnostic et la prise en charge ou d'évaluer le pronostic selon l'évolution d'un grand nombre de patients à partir desquels le score a été établi statistiquement. Il doit inclure des données discriminantes et être simple d'utilisation. Les caractéristiques statistiques de chacune de ces données sont prises individuellement

(sensibilité, spécificité, VPP, VPN, RVP, RVN, courbe ROC), puis ces mêmes paramètres sont évalués en les combinant et en les pondérant, pour arriver à la création d'un tel score (35).

Ce système de score, permettant d'améliorer et d'uniformiser l'expérience clinique afin d'aboutir à un algorithme de prise en charge, est une volonté constante en médecine. Il en existe un très grand nombre. C'est le cas par exemple du score de Mac Isaac dans les angines de l'adulte permettant de poser l'indication de la réalisation d'un strepto-test et donc d'instaurer ou non un traitement antibiotique. D'autres scores comme le score de Buchanan dans le purpura thrombopénique de l'enfant, ou le score de PRAM dans les crises d'asthme sont des scores de sévérités à visée pronostique. Chez l'adulte, ce système est très utilisé, notamment en cardiologie, où l'on peut citer le CHADS-VASC dans la fibrillation atriale, ou le score de Genève dans les suspicions d'embolies pulmonaires.

Dans le cadre de l'appendicite aiguë, le but de ces scores est d'établir des critères de recours aux examens d'imagerie et de sélectionner les patients nécessitant un avis chirurgical spécialisé. Pour cela il s'agit de délimiter trois zones de probabilité diagnostique, en fonction de la graduation progressive des signes, symptômes ou résultats biologiques. Cela permet de classer les patients : soit dans une zone de haute sensibilité permettant d'infirmier le diagnostic sans bilan complémentaire ni hospitalisation, soit dans une zone de haute spécificité permettant d'affirmer le diagnostic et la nécessité d'un avis chirurgical. Pour les autres patients en zone intermédiaire un bilan complémentaire, notamment par imagerie se justifie alors (35).

En effet, l'échographie abdominale est trop souvent considérée dans nos pratiques comme l'élément permettant à lui seul d'affirmer ou d'exclure le diagnostic d'appendicite aiguë chez l'enfant. Or quelle que soit l'expérimentation de l'opérateur, les paramètres intrinsèques de ce test (sensibilité, spécificité) ne sont pas de 100%. L'échographie n'est alors qu'un élément utile pour renforcer ou de diminuer la probabilité du diagnostic, celle-ci ayant été établie au préalable sur des arguments cliniques. Son recours doit donc être justifié afin de permettre un examen de qualité et une réponse adaptée ; l'absence de suspicion diagnostique précise avant l'examen n'aboutissant qu'exceptionnellement à un diagnostic échographique précis. Dans une étude en 2015 au CHRU de Nancy, en cas d'absence d'hypothèse diagnostique, le diagnostic échographique, était peu concluant dans 90% des cas (9).

Deux scores sont actuellement largement retrouvés dans la littérature concernant l'appendicite aiguë de l'enfant : le score Alvarado établi sur une cohorte mixte adultes/enfants et le score PAS pour une population pédiatrique.

### 1.9.2. Score ALVARADO

Ce score, aussi appelé MANTRELS d'après les initiales des différents items, a été le premier établi. Initialement fondé sur une cohorte mixte adultes/enfants, ce score est aujourd'hui utilisé chez l'adulte avec des résultats satisfaisants mais montre des résultats contradictoires dans les études pédiatriques.

Il est basé sur huit items : six cliniques et deux paramètres biologiques, chacun pondéré entre 0 et 2.

Score d'Alvarado	
Douleur migrante	0/1
Anorexie	0/1
Nausées ou vomissements	0/1
Température orale $\geq 37,3$ °C	0/1
Défense en FID	0/2
Douleur à la percussion, au rebond	0/1
GB $\geq 10\ 000/\text{mm}^3$	0/2
Neutrophilie $\geq 75$ %	0/1

Le principe initial de ce score, établi en l'appliquant rétrospectivement à des patients dont les résultats anatomopathologiques étaient connus, était de définir des valeurs pour lesquelles le diagnostic était certain ou probable, permettant ainsi d'orienter la décision du chirurgien vers l'intervention immédiate ou l'hospitalisation pour surveillance. Les patients ayant un score entre 0 et 4 pouvaient rentrer à domicile sans explorations complémentaires, les patients ayant entre 5 et 6 devaient être hospitalisés pour surveillance et les patients ayant plus de 7 devaient bénéficier d'une intervention chirurgicale. Ce score a été créé avant la généralisation des examens radiologiques et actuellement les patients ayant plus de 5 bénéficient d'une imagerie.

Dans une méta-analyse en 2011 reprenant 42 études, Ohe et al. ont observé les caractéristiques de ce score en séparant les adultes des enfants et le sexe masculin ou féminin. Ils concluent qu'avec une borne inférieure à 5, ce score présente une bonne sensibilité (0.99

tous groupes confondus, 0.96 chez l'homme, 0.99 chez la femme, 0.99 chez l'enfant). Pour les autres paramètres, ils concluent que ce score est bien calibré chez l'homme adulte, qu'il surestime les appendicites chez la femme et que les résultats sont disparates et peu reproductibles chez l'enfant, ne permettant pas de valider son utilisation (36).

### 1.9.3. Le score PAS

Encore appelé score de Samuel, il reprend des items proches du score Alvarado mais a été créé sur une cohorte exclusivement pédiatrique. Un score inférieur ou égal à 3 permettrait d'éliminer le diagnostic et un score supérieur ou égal à 6 de l'affirmer. Entre 3 et 6 ce score se révèle peu sensible et peu spécifique nécessitant le recours aux examens d'imagerie (37).

Score PAS	
Douleur migrante	0/1
Anorexie	0/1
Nausées ou vomissements	0/1
Fièvre	0/1
Défense en FID	0/2
Douleur à la toux, à la percussion	0/2
GB > 10 000 mm <sup>3</sup>	0/1
Neutrophilie	0/1

Les résultats pour ce score sont là encore discordants selon les séries de la littérature. Pour un score supérieur à 6, une étude anglaise de 2002, retrouve une bonne corrélation score/diagnostic (sensibilité 1, spécificité 0.92, VPP 0.96 et VPN 0.99) (38), alors que Schneider et al. en 2007 retrouvent des paramètres nettement inférieurs, ne permettant pas de valider l'utilisation seule de ce score (sensibilité 0.82, spécificité 0.65, VPP 0.54 et VPN 0.88) (39).

En conclusion, l'utilisation de ces scores en l'état n'est actuellement pas possible.

### 1.9.4. Intégration des examens complémentaires dans ces scores

Devant la grande disparité des résultats dans les études, le rapport d'experts de l'HAS de 2012, stipule que ces scores doivent être une aide à la prise de décision, mais ne peuvent être validés.

Dans cette optique, G. Bachur et al. ont intégré les résultats de l'échographie au résultat du score PAS dans leur algorithme de prise de décision en cas de suspicion d'appendicite aiguë. Il en découle qu'avec l'augmentation du score PAS, le risque de faux négatifs échographiques augmente (pour les enfants avec un score supérieurs à 7, 19% de ceux avec une échographie dite normale avait une réelle appendicite, alors chez tous ceux ayant un score inférieur à 3 on ne retrouvait pas de faux négatif à l'échographie). Les auteurs préconisent donc de se baser sur le résultat échographique et le résultat du score pour la suite de la prise en charge, et qu'en cas de discordance entre ces 2 résultats, une surveillance hospitalière est souhaitable (40).

De même Saucier et al. ont proposé un protocole de prise en charge combinant le score PAS et l'utilisation de l'échographie. Les enfants avec un score entre 1 et 3 sortaient à domicile, les enfants avec un score supérieur à 7 bénéficiaient directement d'une consultation chirurgicale. Ceux avec un risque intermédiaire (PAS entre 4 et 7) avaient une échographie. Ce protocole a montré une sensibilité (92,3%) et spécificité (94,7%) élevées, une RVP à 17,3 et une RVN à 0,08 (41).

### 1.10. Objectif de notre étude :

L'enjeu pour les médecins et chirurgiens devant un tableau abdominal douloureux est de ne pas retarder, voire d'ignorer, le diagnostic d'une urgence chirurgicale, en tête des quelles l'appendicite aiguë, et de s'exposer ainsi au risque de complications potentiellement graves sans toutefois réaliser une intervention chirurgicale à tort.

De tous ces scores clinico-biologiques, aucun n'est validé chez l'enfant, et les résultats des études sont discordants, avec une faible reproductibilité. De plus ces scores (PAS et Alvarado) ont une composante biologique dans leur calcul. En pratique, dans notre centre, la décision de réaliser une échographie abdominale devant un tableau abdominal douloureux aigu est souvent prise avant de connaître les résultats du bilan biologique. En pédiatrie, à la différence de l'adulte, le bilan biologique n'est pas systématique aux urgences, car il s'agit d'un examen invasif, douloureux dont les résultats sont peu spécifiques. Le bilan biologique est donc rarement fait en première intention. Aux urgences pédiatriques de Nancy en 2015, plus d'un tiers des échographies abdominales demandées pour douleur abdominale hors contexte traumatique étaient normales, et en l'absence d'hypothèses diagnostiques précises la sensibilité et la spécificité de cet examen étaient médiocres, avec le risque d'interpréter à tort

un examen non contributif comme normal. Comme nous l'avons vu précédemment, il n'existe actuellement que des scores discutables et non validés chez l'enfant. L'objectif de notre étude est d'établir une démarche clinique prédictive d'appendicite aiguë afin d'augmenter la probabilité pré-test des examens complémentaires chez les enfants de plus de cinq ans consultant aux urgences pour douleur abdominale.

A notre connaissance, une seule étude, de 2016, a étudié les scores Alvarado et PAS en retirant la composante biologique. La conclusion était que ces scores modifiés avaient une sensibilité et une VPN similaire (sensibilité à 80.0% versus 87.3% et une VPN à 86.4% versus 85.1% pour le PAS et une sensibilité à 85.5% versus 83.6% et une VPN à 87.1% versus 83.3% pour l'Alvarado) mais une spécificité inférieure (32% versus 56% pour le PAS et 43.2% versus 63% pour l'Alvarado) (42). Ces caractéristiques similaires donnent selon les auteurs la même performance diagnostique à ces scores modifiés qu'à ceux utilisant des paramètres biologiques, laissant penser qu'un score uniquement clinique doit avoir de l'intérêt. Cependant cette étude a été réalisée sur une cohorte mixte adultes/ enfants, sans analyse en sous-groupe pédiatrique.

De plus, ces scores ont été créés de manière rétrospective, en se basant, pour l'Alvarado sur une cohorte de patients opérés de l'appendicite, et non sur une population comparable à celle sur laquelle sera appliquée ce score, à savoir des patients consultant pour douleur abdominale (35). La performance diagnostique et la pertinence d'utilisation sont par conséquent discutables.

En raison de particularités anatomiques et parce qu'ils présentent des tableaux cliniques différents (douleurs péri ombilicales mal systématisées, fièvre plus élevée, diarrhée et vomissement plus fréquents, défense peu présente) avec un risque d'évolution rapidement défavorable (taux de perforation plus fréquent) rendant difficile l'application d'une prise en charge systématisée, les enfants de moins de 5 ans ont été exclus (43,44).

Un objectif secondaire sera d'évaluer à posteriori l'apport des paramètres biologiques dans le diagnostic, qui pourront ainsi être combinés aux résultats de l'imagerie et de l'analyse clinique pour établir le diagnostic final.

## 1.11. Références

1. De Vinci L. Dessins anatomiques. Choix et présentations P. Huard, 1968
2. Bonnichona P, Berrod JL, Berger JP. L'histoire extravagante de l'appendice et de l'appendicectomie : de la Renaissance à la vidéochirurgie. *Journal de Chirurgie Viscérale*, Volume 150, pp 78-83.
3. Kwok MY, Kim MK, Gorelick MH. Evidence-based approach to the diagnosis of appendicitis in child *Ultrasound for Appendicitis: Performance and Integration with Clinical Parameters* *Pediatr Emerg Care*. 2004 ; 20 :690–698
4. Rohr S, Lang H, Mechine A, Meyer C. Appendicite aiguë. *Encycl Méd Chir Gastro-entérologie* 1999 ; 9-066-A-10
5. F. Borie, C. Philippe, Appendicite aiguë, *journal de chirurgie viscérale* 2008
6. Pieper R, Kager L, Nasman P. Clinical significance of mucosal inflammation of the vermiform appendix. *Ann Surg* 1983 ;197(3):368-74
7. Fallon S, K.M. Correlating and pathological diagnoses in pediatric appendicitis, *Pediatric Emergency Care*. 2017 ; 50 : 638-641
8. Mathias J, Bruot O, Ganne PA, Laurent V, Regent D. Appendicite. *Encycl Méd Chir Radiodiagnostic - Appareil digestif* 2008 ;33-472-G-10.
9. Renaud Eleonore, L'échographie abdominale aux urgences pédiatriques : de la demande au diagnostic, Th.D, pédiatrie, Nancy, 2016
10. Sapin E, Joyeux L, Appendicite aigue de l'enfant en 2008. *Archive de pédiatrie*. 2008; 15 pp550-552
11. Wagner JM, McKinney WP, Carpenter JL. Does this patient have appendicitis? *JAMA* 1996 ;276(19):1589-94
12. Marzuillo P, Germani C, Krauss BS, Barbi E. Appendicitis in children less than five years old: A challenge for the general practitioner. *World J Clin Pediatr*.2015 ;4(2):19-24
13. Laméris W van Randen A, Go PM, Bouma et al. Single and combined diagnostic value of clinical features and laboratory tests in acute appendicitis. *Acad Emerg Med* 2009 ;16(9):835-42
14. Ortega-Deballon P, Ruiz de Adana-Belbel JC, Hernández-Matías et al, Usefulness of laboratory data in the management of right iliac fossa pain in adults. *Dis Colon Rectum* 2008; 51(7):1093-9.

15. Cardall T, Glasser J, Guss DA. Clinical value of the total white blood cell count and temperature in the evaluation of patients with suspected appendicitis. *Acad Emerg Med* 2004 ;11(10) :1021-7
16. Andersson RE. Meta-analysis of the clinical and laboratory diagnosis of appendicitis. *Br J Surg* 2004; 91(1) :28-37.
17. Gongidi P, Bellah RD, Ultrasound of the pediatric appendix., *Pediatr Radiol.* 2017 Aug; 47(9):1091-1100. doi: 10.1007/s00247-017-3928-4. Epub 2017 Aug 4.
18. LWW. Evidence-Based Approach to the Diagnosis of Appendicitis in Pediatric Emergency Care. 2016
19. Mittal MK, Dayan PS, Macias CG, et al. Performance of ultrasound in the diagnosis of appendicitis in children in a multicenter cohort. *Acad Emerg Med.*2013; 20(7) :697702.
20. Löfvenberg F, Salödren M. *Pediatr Emerg Care.* 2016 ;20(10):690-8
21. Saito JM, Yan Y, Evashwick TW, Warner BW, Tarr PI. Use and accuracy of diagnostic imaging by hospital type in pediatric appendicitis. *Pediatrics.* janv 2013;131(1):e37-44.
22. Nah SA, Sihui Ong S, Wei Xiang L, Sanjena Kumar, Clinical Relevance of the Nonvisualized Appendix on Ultrasonography of the Abdomen in Children, *The journal of pediatrics.* 2016 ;114:388–394
23. Durand S, Piolat S, Nugues F, Bessaguet S, et al. Apport de la radiologie au diagnostic d'appendicite chez l'enfant. *Archive de pédiatrie* 2008 ; 15p556p-558
24. Pearce MS, Salotti JA, Little MP et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet Lond Engl.* 4 août 2012 ; 380(9840) : 499505
25. Imler D, Keller C, Sivasankar S et al. MRI vs. Ultrasound as the initial imaging modality for pediatric and young adult patients with suspected appendicitis. 2017
26. Varlet, Lopez M, Lardellier-Reynaud F, Traitement laparoscopique de l'appendicite aiguë chez l'enfant, *Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 2012, 11 (3) : 051-054
27. De Wilde RL. Goodbye to late bowel obstruction after appendectomy. *Lancet* 1991. 338 :1012

28. Nataraja RM, Teague WJ, Galea J et al. Comparaison of intraabdominal abcess formation after laparoscopic and open appendicectomies in children. *J Pediatric Surg* 2012. 47,317-21
29. Podevin G, Barussaud ML, Leclair MD, Heloury Y. Appendicite aiguë compliquée chez l'enfant : laparotomie versus laparoscopie. *Arch Pediatr.* 2008 ; 15 : 559-61.
30. Partrick DA. Prospective evaluation of primary laparoscopic approach for children presenting with simple or complicated appendicitis. *AM J Surg.* 2006 ; 192 750-5
31. Vons C. Can acute appendicitis be treated by antibiotics and in what conditions? *J Chir* 2009 ; 146 : 17-21.
32. Fitzmauroice GJ, Mc Williams B, Hurreiz H, Antibiotics versus appendicectomy in the management of acute appendicitis : a review of the current evidence, *Can J surg.* 2011 ; 54 ; 307-14
33. R Gorter R, Van Amstel P, Van der Lee J et al. Unexpected findings after surgery for suspected appendicitis rarely change treatment in pediatric patients; Results from a cohort study *Journal of Pediatric Surgery* 2017 ; ;157(5):916-23
34. Joseph J, Lo'peza,B, J. Deansa K, and C. Minneci P. Nonoperative management of appendicitis in children co-pediatrics 2017
35. Brigand C, Steinmetz J-P, Rohr S. De l'intérêt des scores en matière de diagnostic d'appendicite. *J Chir Visc* 2009 ;146(5S1) : 2-7
36. Ohle et al. The Alvarado score for predicting acute appendicitis: a systematic review. *BMC Medicine* 2011, 9 :139
37. Kotobil H, Raquillet C,Frade F, Larroquet M, Audry G, Appendicite aiguë de l'enfant: où en sommes-nous en 2014? réalités pédiatriques janvier 2014.
38. Madan S et al, Pediatric Appendicitis Score. *J Pediatr Surg* 37 :877-881.
39. Schneider C, Kharbanda A, Bachur R, Evaluating Appendicitis Scoring Systems Using Prospective Pediatric Cohort.*Annals of Emergency Medicine* 2007 ; 784.e1
40. Richard G. Bachur, Michael J. Callahan, Michael C. Monuteaux, Shawn J. Rangel, Integration of Ultrasound Findings and a Clinical Score in the Diagnostic Evaluation of Pediatric Appendicitis. *Journal of pediatrics.*2014 ; 11.007
41. Saucier A, Huang EY, Emeremni CA, Pershad J. Prospective evaluation of a clinical pathway for suspected appendicitis. *Pediatrics.* janv 2014;133(1):e8895
42. Khanafer I, Dori-Ann M, Tatum P et al. Test characteristics of common appendicitis scores with and without laboratory investigations: a prospective observational study. *BMC Pediatrics* 2016 10.1186/s12887-016-0687-6

43. Bansal S, Banever GT, Karrer FM et al. Appendicitis in children less than 5 years old: influence of age on presentation and outcome. *Am J Surg*, 2012 ;204 :1031-1035
  
44. Song CW, Kang JW, Kim JY. Different Clinical Features and Lower Scores in Clinical Scoring Systems for Appendicitis in Preschool Children: Comparison with School Age Onset. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2018 Jan;21(1):51-58.

## 2. Elements for a predictive diagnostic approach for acute appendicitis in children over 5 years old: a prospective study.

Loriane Aubry<sup>1</sup>, Eliane Albuissou<sup>2-3</sup>, J-L Lemelle<sup>4</sup>, M-A Galloy<sup>5</sup>, Anne Borsa-Dorion<sup>1</sup>,  
Eleonore Renaud-Pinelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CHRU de Nancy, Département des urgences pédiatriques, Vandoeuvre lès-Nancy, F-54500, France

<sup>2</sup>UMDS, Plateforme d'Aide à la Recherche Clinique, CHRU Nancy, Vandoeuvre lès-Nancy, F-54500, France.

<sup>3</sup> Centre National de la Recherche Scientifique, Institut Elie Cartan de Lorraine, Unité Mixte de Recherche 7502, Vandoeuvre lès-Nancy, France

<sup>4</sup> CHRU de Nancy, Département de chirurgie infantile, Vandoeuvre lès- Nancy, F-54500, France

<sup>5</sup> CHRU de Nancy, Département de radiologie Pédiatriques, Vandoeuvre lès- Nancy, F-54500, France

## Abstract

**Objectives.** Acute appendicitis (AA) is the most common cause of an acute abdomen requiring surgery in children. His diagnosis remains challenging. Our study's aim is to develop a new clinical diagnostic approach system for children with suspected appendicitis.

**Methods.** This prospective observational cohort include 250 children aged 5 to 17 years who had differential diagnosis appendicitis as per the managing urgency team, between December 2016 and October 2017 at Nancy University Paediatric Hospital. Six clinical parameters and biological data were analyzed with final diagnosis. Final diagnosis was obtained by histological aspect or follow up call. Results of logistic regression models and decision tree analysis (Chi-square automatic interaction detection: CHAID) were used to determine the factors associated with AA.

**Results.** 250 children were included. 83 had an AA. Rovsing, Blumberg test, pain migration, psoas sign pain on percussion and right iliac pit guarding were identified as predictors of AA. Logistic regression model allowed a correct classification of 83.2% of the subjects (sensitivity =65%; specificity =92%, PPV =81%, NPV=84%). Decision tree CHAID analysis allowed a better determination and comprehension of children profiles (7 terminal nodes) and in consequence of their following and their care. When appendix is visualised, ultra sound had a PPV of 100 and a NPV of 92.52.

**Conclusions.** This study provides a snapshot of the management of the commonest paediatric surgical emergency. A decision tree analysis helps to understand the pre-test probability of AA and furthermore a better care for these children.

**Keys world:** Appendicitis - Predictive diagnostic approach - Children - Probability-  
Predicting factors

## Introduction

Prevalence of acute appendicitis (AA) is close to 1% in children between 5 and 15 years. Approximately 8% of consultations in paediatric emergency care for abdominal pain are AA (1). AA is the most common cause of an acute abdomen requiring surgery. Symptoms of appendicitis overlap with several other conditions making diagnosis a challenge, particularly at an early stage of presentation. Morbidity in children is high, with an overall frequency of appendix perforation of 12.5 - 30% (2). Despite its high incidence and potentially serious consequences, the diagnosis of appendicitis in children remains challenging. Indeed, we must allow early diagnosis while limiting potentially harmful complementary examinations such as irradiation in children.

Clinical decision rules integrate several findings from the medical history, physical examination, and simple laboratory tests to predict the likelihood of a disease. Several clinical decision rules have been developed and evaluated for their accuracy in diagnosis of appendicitis in both adults and children. Among the most widely studied are the Alvarado score (AS) and the Pediatric Appendicitis Score (PAS) (3,4). These scores were retrospectively established on a mixed adult child cohort for AS. They are interested in their extreme values, but if the HAS validates their use in the young man (5) their use remains controversial in children (6). These scores bring the clinic and biology (White Blood Cell (WBC) and Neutrophil counts (NC)) to the same level, which differs from our common practice. Indeed, the use of the WBC count in the diagnosis of acute appendicitis is subject to several limitations. The time required for completion of the WBC and NC may delay diagnosis and surgical consultation. These exams are invasive and painful and moreover, routine performance of these tests may lead to unwarranted health care costs. Finally, the discriminant power of biology depends on the length of time symptoms take to develop (7) and it is known that about 7% of children with AA have a normal blood formula (8).

Given the aforementioned limitations of the biological data for the diagnosis of appendicitis, scores relying exclusively on clinical signs and symptoms may be of benefit. Therefore, our study is a prospective observational cohort aimed at collecting data to develop a new clinical diagnostic approach system for children with suspected appendicitis.

## Methods

### *Population Study*

The number of subjects necessary was set *a priori* at 250 children. A prospective cohort of patients aged 5 to 17 years who had differential diagnosis appendicitis as per the managing urgency team, was enrolled between December 2016 and October 2017 at Nancy University Pediatric Hospital. We excluded patients with abdominal pain for whom appendicitis was not differential diagnosis, patients with previous appendectomy or other abdominal surgery and patients with imaging studies that were positive for appendicitis prior to presentation at our hospital. We also excluded children under 5 years with lower incidence, anatomical and clinical features and a rapidly unfavorable evolutionary risk requiring specific management (9).

The support of these children was next conformed to CHU-Nancy institutional guidelines.

### *Data collection*

Pediatric emergency physician or a pediatric emergency fellow providing care for the patient completed the data collection forms. Emergency department physicians and pediatric emergency medicine fellows were educated about the data collection form before initiation of the study. Questionnaires were completed before any diagnostic imaging and before laboratory work was obtained. The questionnaire consisted of historical, laboratory, and physical examination variables known in the literature as predictive of AA.

### *Clinical and biological data*

Patient information collected included: demographic characteristics (age, gender), history of presentation (location of pain according to abdominal quadrants, duration, migration, localization of pain, anorexia, nausea, vomiting, fever), clinical signs on physical examination: temperature, pain on percussion, hopping or coughing, psoas sign, Rovsing's sign, Blumberg's sign, right iliac pit guarding. Emergency pediatricians or surgeons completed study forms. Physical data were controlled by two medicine fellows or a pediatric emergency medicine faculty.

Laboratory tests results were white blood cell (WBC) counts, neutrophil counts, and C reactive protein (CRP) value. WBC and neutrophil count measurements were performed by

standard laboratory methods using a Sysmex XE-5000 analyzer. CRP levels were measured with the Abbott Architect c8000 analyzer. These results were recovered thanks to the software « resurgence ».

### ***Ultrasound (US) data***

Imaging examination results were classified as appendicitis, questionable, non-contributory in case of non-visualization of the appendix or other diagnosis. Ultrasound was carried out by a pediatric radiologist. The ultrasound used was Philips IU 22 EQ 105134 or Toshiba Aplio 500.

A computer tomography (CT) was carried out in three non-contributory US cases, with Philips ingenuity family CT. US was repeated 24 hours later for 15 children.

### ***Final diagnosis***

Faced with discordances described between the surgical aspect and the histological aspect (10), the diagnosis of appendicitis needed a macroscopic operative and a compatible histological aspect. The histological diagnosis of appendicitis entailed the presence of transmural and focal inflammatory infiltrates or at least mucosal infiltrates or the presence of an appendicolith.

In the absence of operational management, a follow-up call to patients was made after 48 hours which enabled final diagnosis. It was assumed that resolution of symptoms with no diagnosis of appendicitis two days after the initial visit would indicate that the patient did not have appendicitis. The follow-up at 48 hours was not obtained for 2 patients.

### ***Statistical analysis***

The characteristics of the sample are described as percentages for categorical variables and as a means (standard deviation) medians (quartiles - interquartile range IQR), and minimum/maximum values for continuous variables.

According to the number of groups, the nature and the distribution of variables, Pearson's chi squared test, ANOVA, Mann-Whitney U test were used. Multivariate analysis used logistic regression and decision tree analysis (CHAID) to study the factors associated with AA. The alpha risk was taken as 5%.

Statistical analyses were performed using IBM SPSS 24.

### ***Ethical approval***

All parents or legal guardians gave verbal informed consent and assent was obtained from children 10 years and over. Data was recorded anonymously. The study was therefore registered under Number R2016-41 in the CIL registry of Nancy CHRU. A favorable ethical opinion was obtained on 28th October 2016 from the Nancy CHRU ethics committee.

## **Results**

### ***General characteristics***

In our study, 250 patients were enrolled, 83 had appendicitis as final diagnosis.

Mean age of patients with appendicitis was 10.6 +/- 3.2 versus 11.23 +/- 3.1 years in those without appendicitis (p=0.154). There are significantly more males in appendicitis group (62.65% versus 41.91%, p=0.002).

A pediatric emergency fellow, a pediatric surgeon fellow or a pediatric emergency physician examined patients, with no statistical differences between the appendicitis or non-appendicitis group (p=0.320)

Mean duration of symptoms in all cases of appendicitis was 2.1 +/- 1.1 days versus 1.99 +/- 0.8 days without appendicitis (p=0.305).

Pathologic stages of acute appendicitis were inflamed, 7.23% (acute inflammatory infiltrate is confined mainly to the mucosa); suppurative, 79.52% (mucosal necrosis with transmural extension of the inflammation); perforated, 8.43% (mucosal necrosis with transmural extension of the inflammation and peritonitis); abscessed, 3.61%; and granulomatous, 1.20%. The negative appendectomy rate was 2.35 % (2/85).

The other diagnoses were essentially mesenteric adenitis (n=61), nonspecific or idiopathic abdominal pain (n=33), other medical etiology such as gastro enteritis, constipation or pyelonephritis (n=69), other chirurgial etiology such as acute intestinal intussusception or obstructive renal colic (n=3).

### ***Analysis of diagnostic indicants***

Clinical and biological characteristic comparisons between the AA and no AA groups using univariate analysis are described in Table 1.

### ***Logistic regression***

In univariate analysis, six clinical variables were significant ( $p=0.0001$ ) between AA and no AA groups (migration, percussion, right iliac pit guarding, Rovsing's sign, psoitis, Blumberg's sign). Because Rovsing's and Blumberg's sign are too correlated to be used in the same model, a binary (AA versus no AA) logistic regression analysis was performed with the five variables. The results of the model, including voluntarily the five variables (in order to compare with the decision tree analysis on the same set of variables including psoitis), are given in table 2 (global significance:  $p=0.0001$ ; Hosmer and Lemeshow test:  $p=0.247$ ). The equation allows a correct classification of 83,2% of the subjects with a sensibility 65%, specificity 92%, NPV 84% and PP 81% (As information, a stepwise approach gives a model with only four variables (psoitis is excluded) : correct classification of 83, 2% of the subjects with sensibility=67%, specificity = 91%, NPV = 85%, PPV=79%). Probabilities of the event (appendicitis) are given for each combination of the five variables in the appendix.

For a given subject, the use of the equation can give the probability of the event (threshold  $>0.50$ ). A limitation is that the same equation is used whatever the profile of the subject and gives little explanation on its elaboration and its conclusion for the clinical decision (11).

### ***Decision tree analysis (CHAID)***

Another approach was to use a decision tree analysis using the same five variables as in the logistic regression. According to the event appendicitis, seven terminal nodes were obtained (Figure 1). The main difference with the logistic regression is that the initial 250 subjects were successively separated in two or more nodes according to the influence of variables AA or no AA in each successive node. Profiles, which are closer to the clinical practice, can therefore be identified and the subjects AA or no AA present in each terminal node can be studied. Rovsing appears to be the most discriminant variable, right pit guarding, pain on percussion, migration of pain and psoitis appear further (we can notice that psoitis appears in the tree although it was excluded by a stepwise logistic regression).

Biological results are significantly different between AA and no AA groups in the nodes 7, 8 and 10 (Table 3). The ROC curve for each terminal node, and therefore each patient profile and the intrinsic corresponding parameters of the biology (specificity,

sensitivity) can precise the conclusions. For example, in the terminal node 10, a CRP >10 mg/L has a sensitivity of 0.8 and a specificity of 0.4 (Figure 2).

Mean duration of symptoms is similar between the nodes and between AA and no AA groups ( $p = 0.469$ ).

### ***Contribution of ultrasound***

Among the 250 children, US concluded in 188 (75.2%) case with PPV 100 and NPV 92.52. In the 62 other cases (24.8%), 10 were AA and 52 no AA. This data by terminal node are in table 4.

## **Discussion**

A lot of studies have tried to elaborate a clinical score to predict acute appendicitis. PAS and Alvarado score are the most used in paediatrics without being validated. Our aim was initially to elaborate a new score, with clinical data in the first plan, increasing the pre-test probability of AA and optimizing the use of additional examinations. After univariate study of the clinical signs most associated with AA, we tried to elaborate a score thanks to coefficient of logistic regression. Such a score would have a PPV of 80% and NPV of 85%. This result doesn't provide sufficient PPV or NPV for sole use to diagnose appendicitis, but they are similar in performance to the published scores. The original article by Alvarado retrospectively investigated 305 patients who were admitted to the hospital with abdominal pain suggestive of appendicitis. Although not explicitly written in the published article, the test performance of the score can be calculated according to available data: PPV 92%, and NPV 46% (12). Subsequently, the various studies carried out showed a NPV around 85% and a PPV between 40 % and 65% (6, 13, 14). Results for PAS are like NPV between 86.4 and 99% and a PPV between 45% and 99 % (13, 14, 15). Additional scoring systems, although not as widely referenced in the literature, have been proposed to predict paediatric appendicitis. Vanden Broek et al, in 2004 (16) prospectively derived a clinical score to predict appendicitis in children. In this study of 99 children, 3 variables (temperature greater than 38°C, WBC, and rebound tenderness) were correlated with appendicitis. Results of this study showed a sensitivity of 89% and a specificity of 85%.

Such variability can be explained by inter-observer variability, and so as individual elements of the scores (i.e. physical exam) may not be reproducible. Moreover, age of children and duration of symptom are different in each study.

Logistic regression is a global approach, providing a model which can be used to predict the probability of an event happening for an individual, given his/her profile of predictor factors. Studying these probability, we notice that in the extreme values (no clinical signs versus all clinical signs) there are interesting but clinically with obvious probabilities. Conversely, in intermediate cases, the addition or withdrawal of a clinical symptom varies the probability of a few percent not allowing a relevant clinical use (results given in annex).

We tried to elaborate another approach. Our study is the first to our knowledge which proposes a decision tree analysis for the diagnostics of AA. This approach allows obtaining 3 groups of profiles for the further decision: 1/ the node 7, 9 and 11 with a lower probability of AA allowing a return home without any exam, 2/ the nodes 8, 10 and 12 with an intermediary probability of AA needing complementary exam, 3/ the nodes 13 and 14 with a higher probability of AA needing specific care.

For the lower probability of AA, we did a case study on the eight children with AA (in nodes 7,9 and 11). In three cases, duration of symptom was inferior to 6 hours and US and biological result was no contributed. For the other five, the average duration of symptom progression was 26.8 hours, and there is no evidence of comorbidity that could distort the model, except slightly overweight (mean BMI at 21 for 9 years old). However, we can emit a doubt about the quality of the data. In these children, in whom we can find as a single sign suggestive of appendicitis a pain in percussion in 3 cases and a psoriasis in 2 cases, it seems surprising that a complete review with biology and ultrasound was performed. These children were examined by an interne, so lack of clinical experience may have contributed to failure in detecting clinical signs and symptoms of appendicitis, and these cases once again pose the problem of inter-observer variability in our study. However these eight children had a very early form of AA, a return home with a new consultation at 24 hours in case of aggravation of pain can be considered in this group. Here, regression logistic results would not be able to identify these 8 children.

For the intermediary probability, biology can help with a significant difference between AA and no AA groups, with specific threshold by nodes. US in cases where appendix is visualized is also very powerful.

For the higher probability, in the 9 children with no AA (in nodes 13 and 14), 3 had another surgical diagnosis, 2 a pyelonephritis and 4 a mesenteric adenitis. In this group, a US can be made first and necessitating a surgical opinion. In regression logistic results, these children have a probability greater than 40%.

Ultrasonography has become the preferred imaging option in the assessment of children with abdominal pain. It is non-invasive, does not involve radiation, can be carried out repeatedly with minimal harm to the patient. Performance of US in our study is similar to the literature. When the appendix is visualized, it can demonstrate high sensitivity and specificity, similar to CT imaging. A Swedish study in 2016, leaning the performances in US for AA, found a PPV 92 and NPV 93. In their study, about 589 children suspected of appendicitis, the appendix wasn't visualized in 53% of cases, principally in case of no AA. (17) Our results are like as US concluded in 188 (75.2%) case with PPV 100 and NPV 92.52. US have a good NPV allowing exclusion of AA in case of normal US, but when the appendix isn't visualized, it's important to know the pre-test probability to decide on the continuation of the care (18).

One of the strengths of our study, unlike those that led to the creation of the Alvarado or PAS scores, is its forward-looking nature. Indeed, the prospective studies make it possible to collect all the explanatory variables of interest, to standardize the measurement methods and to leave the investigator to the blind of the predicted variable.

This study allows, breed to the decision tree analysis, to better know the probability of AA, and to propose a protocol to better target the relevance and time of complementary examinations, in order to reduce the risk of treating wrongly children for a condition resulting from doubtful or non-contributory examination results whose prescription was not justified. Such a protocol is in appendix 2.

The limitation of our study is that this research needs to be validate on a new set of patients subjected to appendicitis before application.

## **Conclusion**

This study provides a snapshot of the management of the commonest paediatric surgical emergency. A decision tree analysis for children suspected of AA, helps in understanding the pre-test probability of AA, allowing a more adapted choice of complementary examinations and more efficient care for children. Another study will be necessary to validate such a protocol.

Table 1: Biological and clinical characteristics

*Table 1: Clinical and biological characteristic comparisons between the AA and no AA groups using Pearson's chi squared test*

	AA (n= 83)	No AA (n=167)	p value	OR (95 IC)
Pain migration, n (%)	48 (57.83)	38 (45.78)	<b>p &lt; 0.0001</b>	4.6 (2.64 - 8.20)
Right iliac pit guarding, n (%)	51 (62.7)	40 (23.95)	<b>p &lt; 0.0001</b>	5.06 (2.87-8.92)
Pain on percussion, n (%)	76 (92.8)	96 (57.48)	<b>p &lt; 0.0001</b>	8.03 (3.49-18.46)
Blumberg's sign, n (%)	64 (75.9)	69 (41.31)	<b>p &lt; 0.0001</b>	4.78 (2.63-8.70)
Rovsing's sign, n (%)	47 (55.4)	20 (11.97)	<b>p &lt; 0.0001</b>	9.6 (5.07-18.17)
Psoas sign, n (%)	65 (78.3)	69 (41.31)	<b>p &lt; 0.0001</b>	5.13 (2.80-9.40)
Fever (°C), Average (median)	38,04 (38)	37,79 (37,5)	<b>0.019</b>	-
Nausea, n (%)	49 (59.4)	93 (55.69)	0.615	-
Anorexia, n (%)	48 (57.83)	85 (50.90)	0.301	-
CRP (mg/l), average (median)	68,19 (35,6)	18,02 (2,9)	<b>p &lt; 0.0001</b>	-
WBC counts (G/L), average (median)	14859 (14735)	10507 (9070)	<b>p &lt; 0.0001</b>	-
Neutrophil (G/L), Average (median)	11467 (11630)	7292 (5880)	<b>p &lt; 0.0001</b>	-

Table 2: Multivariate analysis

*Table 2: Multivariate analysis: logistic regression with the five factors associated with the binary AA / no AA*

	B	P value	OR	confidence interval 95%	
				inferior	Superior
Right iliac pit guarding	1,011	<b>0,009</b>	<b>2,749</b>	1,289	5,860
Psoas sign	,584	<b>0,154</b>	<b>1,792</b>	,804	3,997
Rovsing	2,098	<b>&lt; 0,001</b>	<b>8,154</b>	3,686	18,037
Pain migration	1,723	<b>&lt; 0,001</b>	<b>5,600</b>	2,660	11,789
Pain on percussion	2,135	<b>&lt; 0,001</b>	<b>8,457</b>	3,088	23,164
Constante	-4,469				

Table 3: Biologic characteristics by terminal nodes of the decision tree

Table 3: Biologic characteristics comparisons between the AA and no AA group in each terminal nodes using Mann-Whitney U test

node	CRP (mg/l), average, median (IQR) (n=180)			WPC (G/L) average, median (IQR) (n=180)			PNN (G/L) average, median (IQR) (n=180)		
	AA	No AA	p	AA	No AA	p	AA	No AA	p
<b>7</b> <b>(n=97)</b>	33.44,19 (5.1-67)	19.12, 3.05 (0.7- 16.48)	<b>0.027</b>	13172, 12690 (10770- 15560)	10610, 9280 (7200- 12450)	<b>0.040</b>	9195, 9650 (3480- 12310)	7745, 6220 (3830-10120)	0.212
<b>8</b> <b>(n=31)</b>	55.7, 25.9 (8.5- 105.22)	18.17, 4.0 (0.3-13.9)	<b>0.040</b>	15097, 16535 (9722- 19925)	8924, 8610 (5760- 12410)	<b>0.19</b>	11943, 12900 (5690- 16975)	5368, 4570 (2960-8450)	<b>0.013</b>
<b>9</b> <b>(n=10)</b>	39.6	12.06, 1.2 (0.7-30)	0.5	12700	11768, 7900 (3980- 11300)	0.750	10607	7891, 7900 (3980-11300)	0.750
<b>10</b> <b>(n=45)</b>	73.32, 37.30 (10.6- 111.10)	15.53, 1.79 (0.2- 13.6)	<b>0.001</b>	15905, 16010 (13000- 20000)	9672 ,7850 (7197- 13395)	<b>0.004</b>	12129,12 920 (10830- 14290)	6138, 4945 (3875-7667)	<b>0.001</b>
<b>11</b> <b>(n=6)</b>	-	6,93, 1.4 (0.2-1.4)	-	-	7313, 7760 (4790-7760)	-	-	4880, 5700 (2290-5700)	-
<b>12</b> <b>(n=8)</b>	68.63, 47 (25.9- 47)	10.22, 9.05 (1.67- 19.9)	-	11660, 13500 (5860- 13500)	113500, 11410 (8970- 13685)	-	86660, 9540 (3930- 9540)	6910, 6420 (4270-10040)	-
<b>13</b> <b>(n=26)</b>	78.9, 47 (7.2- 105.70)	29.42, 9.45 (1.4- 21.27)	0.097	14554, 13900 (8875- 17650)	14208, 12250 (7800- 19862)	0.58	11555, 11300 (6585- 14895)	11120, 8420 (4572-16480)	0.79
<b>14</b> <b>(n=27)</b>	71.65, 32.9 (6.4- 122.02)	-	-	15138,14 430 (11940- 18460)	-	-	11783, 11100 (7800- 16070)	-	-

CRP: protein C reactive WPC: White blood cells count PNN: neutrophils count AA: acute appendicitis  
IQR: inter quartile index

Table 4: US diagnostic contribution by terminal node:

Table 4: US diagnostic contribution in each terminal nodes

Node	VPP	NPV	NC, n (%) AA / no AA
7 (n=97)	83.33	100	26 (26.8) 2/44
8 (n=31)	85.71	100	6 (19.35) 2/6
9 (n=10)	50	100	2 (20) 0/2
10 (n= 45)	100	100	16 (35.5) 3/13
11 (n=6)	-	100	2 (33.3) 0/2
12 (n= 8)	100	100	3 (37.5) 0/3
13 (n=26)	93.75	100	4 (15.38) 2/2
14 (n=27)	100	-	1 (3.7) 1/0

US: ultrasound    *PPV: positive predictive value*    *NPV: negative predictive value*    *NC: non-contributory*  
*AA: acute appendicitis*

Figure 1: Multivariate analysis: decision tree analysis (CHAID)

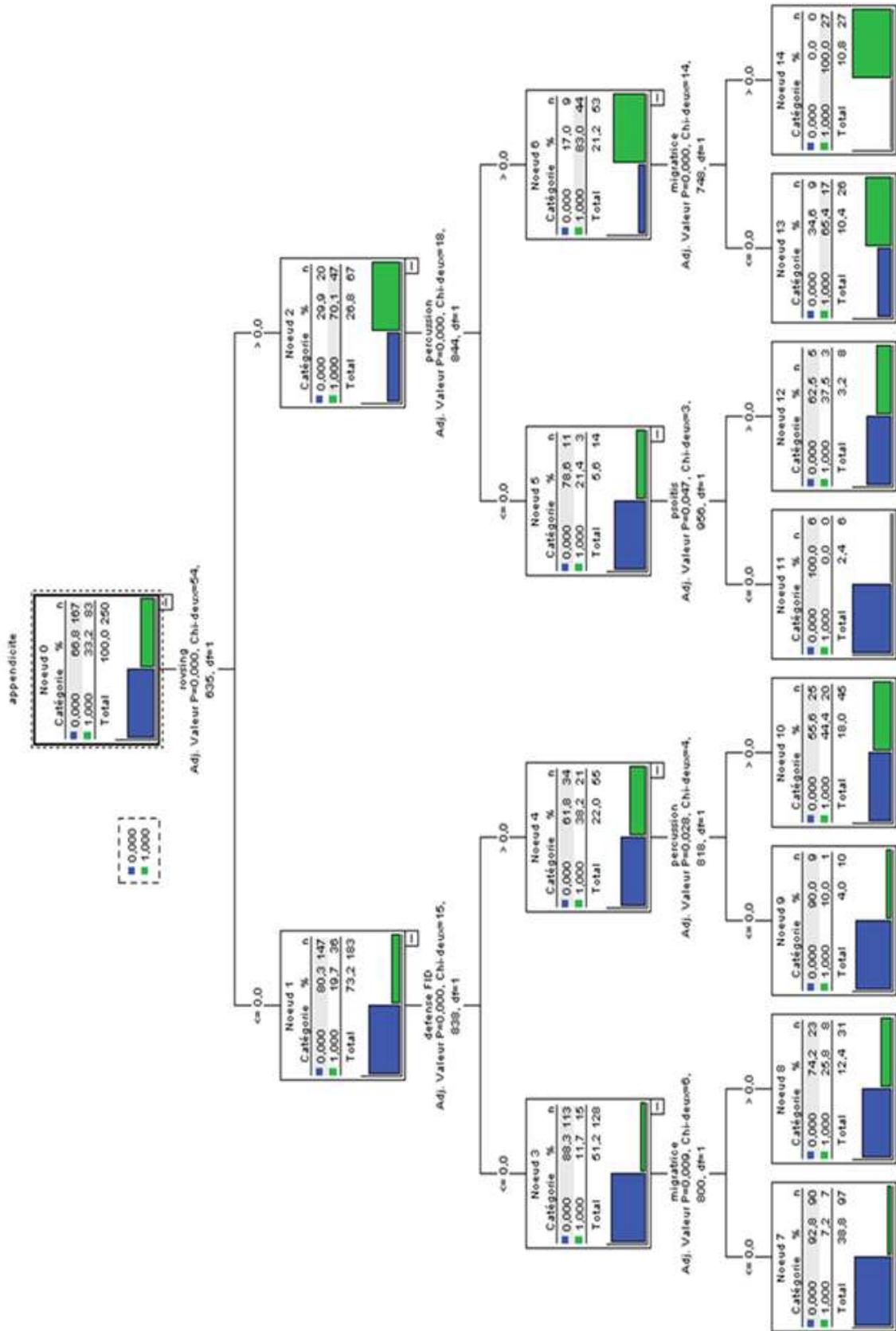
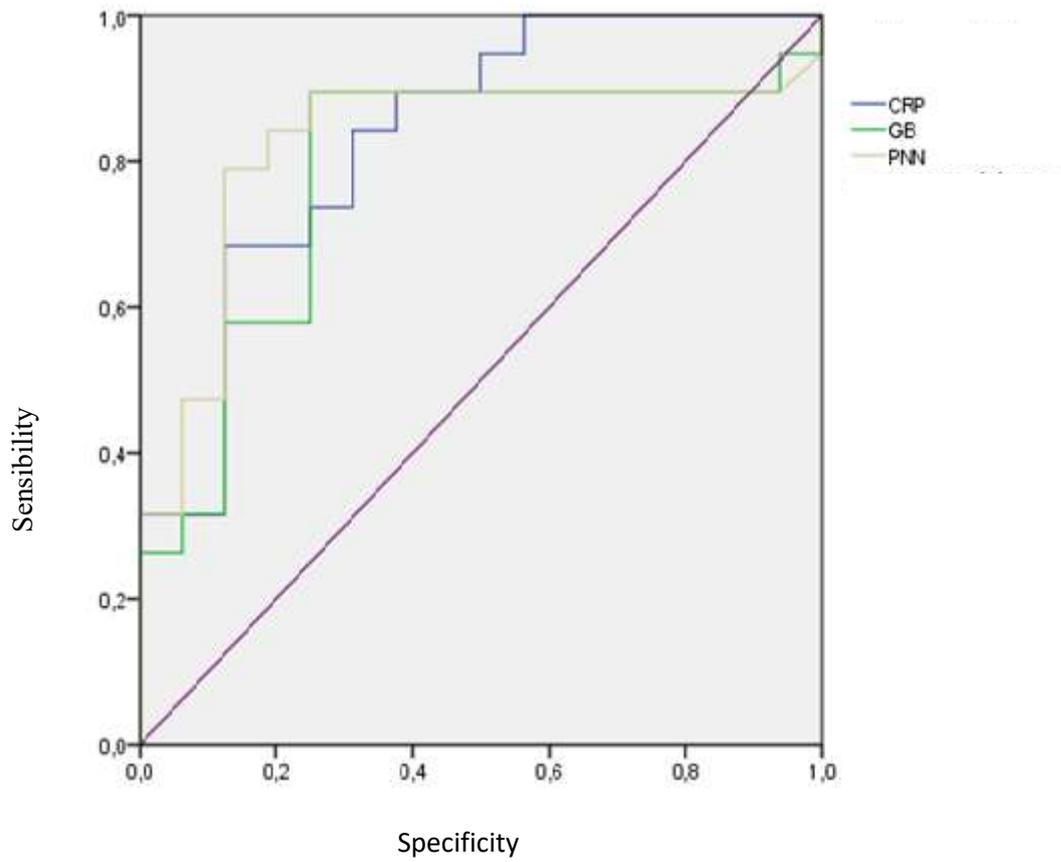


Figure 2: ROC curve for the terminal node 10, evaluation of performance diagnostic of biology

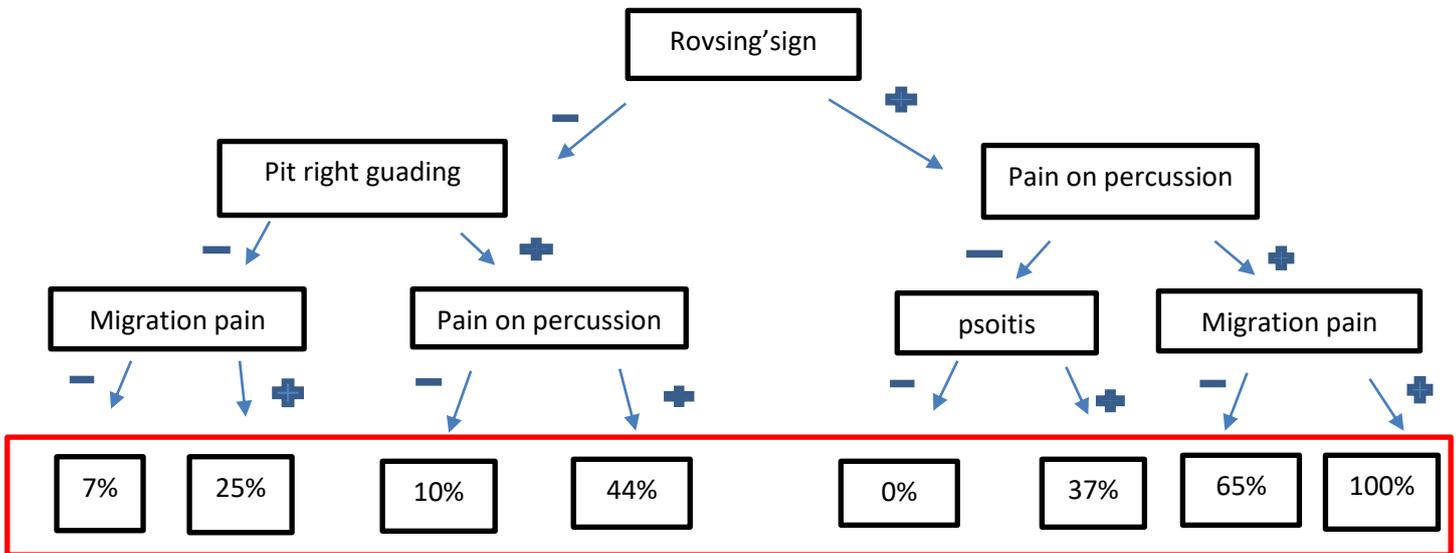


## Appendix 1: logistic regression (five variables): probabilities of appendicitis

migration on pain	pain on percussion	Right iliac pit guarding	rovsing	posas sign	cstt	exp	appendicitis probability	effectives
0	0	0	0	0	-4,468892	87,2600	0,0113302	31
0	0	0	0	1	-4,468892	48,6823	0,0201279	8
0	0	1	0	0	-4,468892	31,7446	0,0305394	2
0	0	1	0	1	-4,468892	17,7103	0,0534465	3
1	0	0	0	0	-4,468892	15,5827	0,0603038	14
0	0	0	1	0	-4,468892	10,7020	0,0854558	3
0	1	0	0	0	-4,468892	10,3182	0,0883531	33
1	0	0	0	1	-4,468892	8,6936	0,1031610	1
0	0	0	1	1	-4,468892	5,9706	0,1434594	2
0	1	0	0	1	-4,468892	5,7565	0,1480048	25
1	0	1	0	0	-4,468892	5,6689	0,1499500	1
0	0	1	1	0	-4,468892	3,8933	0,2043611	0
0	1	1	0	0	-4,468892	3,7537	0,2103623	7
1	0	1	0	1	-4,468892	3,1627	0,2402304	4
0	0	1	1	1	-4,468892	2,1721	0,3152515	3
0	1	1	0	1	-4,468892	2,0942	0,3231863	21
1	0	0	1	0	-4,468892	1,9111	0,3435089	3
1	1	0	0	0	-4,468892	1,8426	0,3517896	10
0	1	0	1	0	-4,468892	1,2655	0,4414089	4
1	0	0	1	1	-4,468892	1,0662	0,4839755	2
1	1	0	0	1	-4,468892	1,0280	0,4930989	6
0	1	0	1	1	-4,468892	0,7060	0,5861640	6
1	0	1	1	0	-4,468892	0,6953	0,5898809	0
1	1	1	0	0	-4,468892	0,6703	0,5986845	4
0	1	1	1	0	-4,468892	0,4604	0,6847576	1
1	0	1	1	1	-4,468892	0,3879	0,7205213	1

1	1	1	0	1	-4,468892	0,3740	0,7278146	13
0	1	1	1	1	-4,468892	0,2568	0,7956457	15
1	1	0	1	0	-4,468892	0,2260	0,8156703	2
1	1	0	1	1	-4,468892	0,1261	0,8880385	9
1	1	1	1	0	-4,468892	0,0822	0,9240333	1
1	1	1	1	1	-4,468892	0,0459	0,9561453	15

## Appendix 2: Protocol



### Pres test Probabilities of AA

- For Probabilities  $\leq 10\%$  : return home
- For  $10 < \text{Probabilities} < 60\%$  : complementary examination : biology and echography
- For Probabilities  $\geq 60\%$  : surgeon consultation

### 3. Conclusions et perspectives

#### 3.1.« Scorappend » : un arbre décisionnel prédictif d'appendicite aiguë

Notre étude visait à établir une démarche clinique prédictive d'appendicite aiguë, permettant en pratique courante de mieux orienter la prise en charge des enfants aux urgences. Une première étude réalisée en 2015 (1) dans notre service, faisait la revue de toutes les échographies réalisées aux urgences pédiatriques pour des douleurs abdominales hors contexte traumatique. Il en découlait que plus de 35% des échographies réalisées étaient normales, et que la plupart du temps aucune hypothèse diagnostique n'était clairement établie au préalable. Or l'échographie, comme tout test diagnostique a ses limites, et l'interprétation de cet examen ne peut être fait qu'après évaluation de la probabilité pré-test du diagnostic suspecté, dans notre cas une appendicite aiguë.

De plus, la prescription par excès d'échographie ou de bilan biologique augmente le risque de traiter à tort des patients pour une pathologie à la suite de résultats d'examens douteux ou non contributifs dont la prescription n'était pas justifiée. En outre, cela augmente considérablement le temps de passage aux urgences des enfants, et donc les coûts et l'inconfort pour ces derniers (2). Ces examens, échographiques ou biologiques, sont des tests diagnostiques visant à réduire l'incertitude clinique. Ils ne permettent pas d'établir un diagnostic avec certitude mais permettent d'affiner la probabilité que le patient ait ou non la maladie suspectée. Le raisonnement probabiliste s'impose comme souvent dans nos décisions aux urgences.

Le but de notre étude était donc de mieux cibler les enfants avec une probabilité pré-test, d'avoir une appendicite aiguë, élevée, afin d'orienter la décision d'examens complémentaires. Le terme même de complémentaire souligne l'importance des données cliniques dans l'interprétation des résultats. La décision médicale, quel que soit la pathologie recherchée, dépend rarement du résultat d'un seul examen complémentaire mais d'une expertise plus complexe associant à ce résultat un ensemble de données cliniques (prévalence de l'affection, facteurs de risque, symptômes et signes cliniques de l'enfant...)



cas de forte probabilité clinique la présence d'un bilan normal ne permet pas d'écarter le diagnostic, en effet on retrouve dans la littérature jusqu'à 7% des enfants ayant une appendicite confirmée et un bilan biologique normal (5).

Comme beaucoup d'auteurs avant nous, nous avons voulu réaliser un score clinique. Nous nous sommes basés pour ce faire sur les scores existants (PAS, ALVARADO principalement). L'étude en uni variée confirme l'association des signes cliniques bien connus (défense en fosse iliaque droite, Rovsing, Blumberg, psoïtis, douleur migratrice, douleur à la percussion) avec le diagnostic d'appendicite aiguë. Il semble que le Rovsing soit un des signes le plus discriminant. L'utilisation de la régression logistique (permettant d'obtenir une prédiction calibrée fondée sur des variables prédictives indépendamment et fortement liées à la variable prédite) permettrait d'obtenir un score clinique global basé sur ces signes classant correctement environ 83% des enfants de notre étude. Ses performances seraient similaires à celui des scores préalablement établis (6-7), tout en ne gardant que les signes cliniques, mais ne permet pas une utilisation seule en pratique courante. En effet, il n'est pas acceptable que 34% des enfants avec une appendicite soit mal orientés lors de l'utilisation d'un tel score. Un score idéal devrait avoir une VPN de 100 (8).

C'est ainsi que nous avons réalisé un arbre décisionnel, plus progressif, permettant une meilleure performance diagnostique. Ce système d'aide à la décision est apparu dans les années 80 et a connu un fort développement. Par définition, ces règles sont dérivées d'un travail de recherche original basé sur l'analyse de données individuelles de cohorte de patients et qui combinent au moins 3 paramètres issus de l'interrogatoire et de l'examen clinique. Ce développement rapide des règles de décision clinique est probablement lié à leurs deux principales qualités. Premièrement, la combinaison de plusieurs paramètres est moins simplificatrice que les adages cliniques. Deuxièmement, le fait que les règles de décision soient basées sur l'analyse des données individuelles de patients les rend plus proches des réalités de terrain que les recommandations de pratiques ou les conférences de consensus (9).

Une des forces de notre étude, à l'inverse de celles ayant abouti à la création des scores Alvarado ou PAS est son caractère prospectif. En effet, les études prospectives permettent de recueillir toutes les variables explicatives d'intérêt, de standardiser les méthodes de mesures (notamment pour les variables cliniques), et de laisser l'investigateur à l'aveugle de la variable prédite. (10)

Un tel arbre amène après un ensemble de tests cliniques à huit groupes d'enfants, pouvant être classés en trois groupes de « probabilité pré-test ». (Figure 1). Les groupes 7, 9 et 11 correspondant à une faible probabilité, les groupes 8, 10 et 12 à une probabilité intermédiaire et les groupes 13 et 14 à une forte probabilité. La place de la biologie est alors plus précise, n'intervenant que dans les groupes de probabilités intermédiaires, avec des seuils bien définis (pour avoir une sensibilité supérieure à 0.8). De même dans notre étude, l'échographie, par ses caractéristiques intrinsèques (VPN à 100 VPP aux alentours de 80 dans notre étude) s'impose comme l'examen d'imagerie de choix en première intention, en cas de persistance de doute diagnostique, ou en cas de forte suspicion avant prise en charge thérapeutique. Le scanner n'interviendra qu'en deuxième intention, si la balance bénéfice risque est en faveur, à savoir une forte suspicion clinique et une échographie non contributive, versus le risque de l'irradiation.

Le délai entre l'apparition des symptômes et la consultation ne semble pas intervenir dans notre démarche diagnostique. S'il est décrit qu'une biologie ou une échographie réalisée trop précocement ne sont pas interprétables (1,11), la durée d'évolution des symptômes n'est pas discriminante entre les enfants ayant une appendicite confirmée et ceux n'ayant pas d'appendicite dans les groupes de probabilité intermédiaire, car il n'y a pas de différence significative sur la durée d'évolution des symptômes entre ces deux groupes. A noter tout de même que dans les huit enfants faux négatifs (c'est à dire ayant une appendicite dans les groupes 7, 9 ou 11) à l'issue de l'arbre décisionnel, trois présentaient des symptômes depuis moins de six heures. Dans ce cas, la question se pose de l'examen clinique à vingt-quatre heures d'évolution, celui-ci aurait probablement été différent permettant de mieux classer ces enfants. Un contrôle clinique à 24 heures d'intervalle peut être proposé en cas d'aggravation de la douleur chez les enfants du groupe de faible probabilité.

Un des principal biais de notre étude est le caractère subjectif de certains signes cliniques avec un doute quant à la reproductibilité inter observateur. Si nous avons essayé de diminuer ces biais en exerçant un double contrôle lorsque l'examineur était un interne, il reste tout de même présent, mais inhérent à ce type de recherche. Ce problème de reproductibilité se posera par la suite dans l'application d'un tel protocole, l'examen clinique, notamment la palpation abdominale, restant examinateur dépendant, et pouvant parfois être difficile chez un enfant non compliant. Cependant la combinaison de plusieurs signes cliniques, associée à des données objectives de l'interrogatoire permet de diminuer ce biais.

### 3.2. Evolution des pratiques concernant l'appendicite aiguë

La place de la clinique dans le diagnostic de l'appendicite aiguë, et dans la pratique de la médecine pédiatrique en règle générale, est prépondérante. Si comme nous l'avons vu plus haut, les recommandations placent encore la chirurgie au premier plan chez l'enfant, les études actuelles se penchent de plus en plus sur la place d'un traitement médicamenteux versus un traitement chirurgical. Les protocoles étudiés actuellement sont basés sur une antibiothérapie intra veineuse forte dose de type Augmentin 100 mg/kg/jour et Amiklin 30 mg/kg/jour (12). Gorter RR et al dans une étude de 2017, a étudié le devenir à deux ans des enfants ayant bénéficié en première intention d'un traitement conservateur versus ceux ayant eu une appendicectomie d'emblée. Sur les 44 enfants (âgés de 4 à 15 ans), 19 ont été opérés en première intention et 25 ont bénéficié d'un traitement conservateur. Le devenir des deux groupes est similaire, et selon les auteurs, un traitement conservateur initial permet d'éviter le recours à la chirurgie chez 3 enfants sur 4 (13). Ces résultats sont partagés par de nombreuses études (14, 15,16), mais sont néanmoins toujours sujet à controverse. Dans une méta analyse de 2017, Kessler et al notent que le traitement conservateur est moins efficace avec un plus fort taux de réadmission que la prise en charge chirurgicale. Cette discordance peut s'expliquer, du moins en partie par la période d'analyse de cette étude, allant de 1950 à 2017. Les pratiques médicales sont hétérogènes sur une si longue période (17). De plus, on retrouve un plus fort taux d'échec du traitement médicamenteux chez les enfants ayant un stercolithe, ou ceux dont la douleur durait depuis plusieurs jours avant le début de la prise en charge (18).

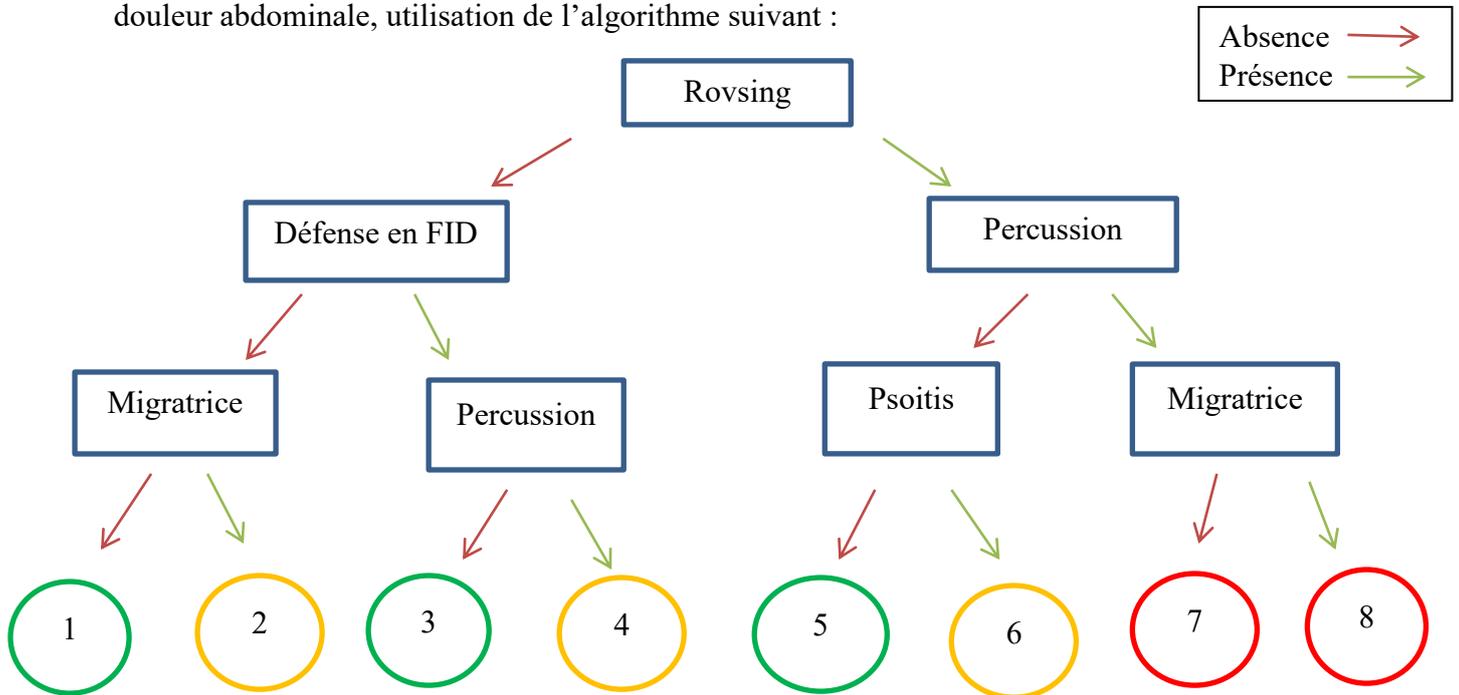
Une étude prospective de plus grande ampleur est actuellement en cours au Royaume Unis afin d'étudier la faisabilité d'un traitement conservateur chez les enfants de 4 à 15 ans et d'en préciser les indications. Cette étude de plus fort niveau de preuve devrait permettre d'apporter des éléments nouveaux et de mieux préciser la place d'un traitement non chirurgical dans l'appendicite aiguë de l'enfant (19). De plus, un tel changement dans les pratiques mettra du temps à entrer dans les mœurs médicales et à obtenir la confiance des patients. Hanson AL dans une étude publiée en janvier 2018 a demandé à 1728 parents d'imaginer, si leur enfant devait avoir une appendicite aiguë et qu'ils pouvaient choisir entre une prise en charge chirurgicale ou médicale, quelle serait leur décision. Il en découle que plus de 85% des parents interrogés disent choisir une prise en charge chirurgicale (20).

Des nouveaux marqueurs biologiques sont actuellement en cours d'étude, si ces marqueurs, comme les récepteurs activateurs du plasminogène type urokinase (uPAR),

hepcidine ou autres bio marqueurs, semblent être un peu plus spécifiques que la CRP, ils ne permettent pas de discriminer les appendicites aiguës simples des appendicites aiguës compliquées et leurs coûts et difficultés d'accès ne permettent pas de recommander leur utilisation en pratique courante (21, 22,23)

### 3.3. Proposition d'un protocole de service :

Pour tous les enfants de plus de 5 ans se présentant aux urgences pédiatriques pour douleur abdominale, utilisation de l'algorithme suivant :



- Pour les groupes 1, 3 et 5 : retour à domicile, consigne de reconsulter si aggravation de la douleur
- Pour les groupes 2,4 et 6 : réalisation d'un bilan biologique (NFS, formule leucocytaire et CRP) et d'une échographie.
  - **Si échographie positive :**
    - Et biologie perturbée : hospitalisation en chirurgie digestive
    - Et biologie normale : avis chirurgical aux urgences pédiatriques
  - **Si échographie négative :**
    - Et biologie normale : retour à domicile
    - Et biologie perturbée : contrôle du bilan à 24 heures si persistance de la douleur
  - **Si échographie non contributive :**
    - Et biologie perturbée : hospitalisation pour réévaluation à 24 heures
    - Et biologie normale : retour à domicile, reconsulter le médecin traitant à 24 heures

	CRP (mg/L)	Globules blancs (G/L)	PNN (G/L)
Groupe 2	10	10000	6000
Groupe 4	10	13000	10000
Groupe 6	10	-	-

*Seuils de positivité du bilan biologique (permet une Se>0.8)*

- Pour les groupes 7 et 8 : réalisation d'emblée d'une échographie abdominale et hospitalisation en chirurgie digestive

### 3.4. Conclusions et perspectives

Notre étude a permis d'élaborer une proposition d'arbre décisionnel. Un tel protocole ne peut être validé sur cette unique étude. En effet toute règle de décision doit subir avant toute tentative de mise en application quotidienne un processus de validation ayant pour but de vérifier la reproductibilité de la règle sur des patients, des médecins et des centres médicaux différents de ceux ayant participé à sa construction. Les nouveaux patients et nouvelles structures sanitaires doivent bien sûr se rapprocher le plus possible de la population cible à laquelle on veut, à terme, appliquer la règle (24). Une étude multicentrique, entre les urgences pédiatriques du CHRU de Nancy et celles du CHR de Metz-Thionville sera réalisée prochainement. Nous proposerons de tester le protocole présenté ci-dessus.

L'objectif attendu d'un tel protocole est d'améliorer la prise en charge de nos patients en optimisant l'interprétation des examens complémentaires, en diminuant le temps de prise en charge et le recours aux examens inutiles. Enfin, il permettra une orientation plus rapide vers une consultation spécialisée de chirurgie viscérale, après un tri sélectif des patients permettant une prise en charge thérapeutique plus rapide, sans augmenter le taux d'appendicites compliquées par un retard de diagnostic. Un tel protocole permettra également d'améliorer les indications et conditions de transfert des patients des hôpitaux périphériques vers le CHRU.

## Références

1. Renaud Eleonore, L'échographie abdominale aux urgences pédiatriques : de la demande au diagnostic, Th.D, pédiatrie, Nancy, 2016
2. Martinot A, Vernoux S, Chartier A, Hue V. Utilisation rationnelle des examens sanguins en situation d'urgence : le point de vue hospitalier. Arch Pédiatr 2002 ; 9 Suppl 2 : 208s-10s
3. Martinot A, Aurel M, Dubos F. Évaluation des performances des tests de diagnostic rapide. Arch Pediatr 2007 ; 14 : 524-6.
4. Prada Arias M, Vázquez JL, Salgado Barreira A, Appendicitis versus nonspecific acute abdominal pain: diagnostic accuracy of ultrasound Cir Pediatr. 2017 Jul 20;30(3):146-151.
5. Sapin E, Joyeux L, Appendicite aigue de l'enfant en 2008. Archive de pédiatrie. 2008 ; 15 pp550-552
6. Alvarado A. A practical score for the early diagnosis of acute appendicitis. Ann Emerg Med. 1986;15:557-564
7. Madan Samuel Pediatric Appendicitis Score, J Pediatr Surg, 2002;37:877-881
8. Whiting P, Rutjes A, Reitsma J, Bossuyt P, Kleijnen J. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. BMC Medical Research Methodology 2003;3:25.
9. Stiell IG, Wells GA. Methodologic standards for the development of clinical decision rules in emergency medicine. Ann Emerg Med 1999;33:437-47.
10. M. Chalumeau, F. Dubos, S. Leroy et al. Quand et comment développer une règle de décision clinique aux urgences pédiatriques ? Archives de Pédiatrie Volume 15, Issue 5, June 2008, Pages 718-720
11. David S. Huckins, Harold K. Simon, Karen Copeland et al. Prospective validation of a biomarker panel to identify pediatric ED patients with abdominal pain who are at low risk for acute appendicitis American Journal of Emergency Medicine 34 (2016) 1373–1382
12. Knaapen M, van der Lee JH, Bakx R et al. Initial non-operative management of uncomplicated appendicitis in children: a protocol for a multicentre randomised controlled trial (APAC trial). BMJ Open. 2017 Nov 15;7(11):e018145
13. Gorter R, van der Lee JH, Heijsters FAC et al. Outcome of initially nonoperative treatment for acute simple appendicitis in children. J Pediatr Surg. 2017 Dec 24. pii: S0022-3468(17)30837-0
14. Steiner Z, Buklan G, Gutermacher M, Litmanovitz I, Landa T, Arnon S. Conservative antibiotic treatment for acute uncomplicated appendicitis is feasible. Pediatr Surg Int. 2018 Mar;34(3):283-288. doi: 10.1007/s00383-018-4226-4. Epub 2018 Jan 17

15. Abbo OI, Trabanino C1, Pinnagoda K et al. Non-operative Management for Uncomplicated Appendicitis: An Option to Consider Eur J Pediatr Surg. 2018 Feb;28(1):18-21
16. Scott A, Lee SL, DeUgarte DA, Shew SB, Dunn JCY, Shekherdimian S, Nonoperative Management of Appendicitis. Clin Pediatr (Phila). 2018 Feb;57(2):200-204.
17. Kessler U, Mosbahi S, Walker B, Hau EM et al. Conservative treatment versus surgery for uncomplicated appendicitis in children: a systematic review and meta-analysis. Arch Dis Child. 2017 Dec;102(12):1118-1124
18. Lee S, Spence L, Mock K, Expanding the inclusion criteria for nonoperative management of uncomplicated appendicitis: Outcomes and cost. J Pediatr Surg. 2017 Oct 9. S0022-3468(17)30636-X
19. Hutchings N, Wood W, Reading I et al. CONTRACT Study - CONservative TRreatment of Appendicitis in Children (feasibility): study protocol for a randomised controlled Trial. Trials. 2018 Mar 2;19(1):153. doi: 10.1186/s13063-018-2520-z.
20. Hanson AL, Crosby RD, Basson MD Patient Preferences for Surgery or Antibiotics for the Treatment of Acute Appendicitis JAMA Surg. 2018 Jan 10. doi: 10.1001/jamasurg.2017.5310
21. Oztan MO, Aksoy Gokmen A, Arslan FD et al. Diagnostic Value of Serum Urokinase-Type Plasminogen Activator Receptor in Children With Acute Appendicitis. Pediatr Emerg Care. 2018 Jan 11. doi: 10.1097
22. Kaiser M, Schroeckenfuchs M, Castellani C et al. The diagnostic value of hepcidin to predict the presence and severity of appendicitis in children. J Surg Res. 2018 Feb;222:102-107
23. Daly MC, von Allmen D, Wong HR. Biomarkers to estimate the probability of complicated appendicitis J Pediatr Surg. 2017 Sep 9. pii: S0022-3468(17)30571-7.
24. Justice AC, Covinsky KE, Berlin JA. Assessing the generalizability of prognostic information. Ann Intern Med 1999;130:515-24.

## 4. Annexes

### 4.1. Questionnaire de recueil : étude SCORAPPEND

Date:
Etiquette de l'enfant :
Fonction de l'examineur:

Critères	présent	absent
Douleur migratrice		
Durée d'évolution de la douleur		
Défense en FID Confirmée par un senior ou 2 internes		
Douleur à la percussion, au saut à la toux		
Douleur en FID à la pression de la FIG		
Douleur à la décompression de la FID		
Psoitis, gêne à la marche		
Anorexie		
Nausées / vomissements		
Température maximale		

## 4.2.Lettre d'information aux parents

**Lisez attentivement cette notice et posez toutes les questions qui vous sembleront utiles. Vous pourrez alors décider si vous autorisez la participation de votre enfant à cette recherche ou non,**

### **Titre: Etude SCORAPPEND**

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons d'inclure votre enfant dans une étude observationnelle intitulée « SCORAPPEND» qui se déroule aux urgences pédiatriques du CHRU de Nancy. Cette étude dure environ 1 an et vise à recueillir les données pour environ 250 enfants.

#### **But de la recherche:**

Votre enfant consulte aux urgences pédiatriques pour une douleur abdominale. Une des causes de douleur abdominale chez l'enfant est l'appendicite aigüe. Il va être examiné par un médecin (examen clinique) qui en cas de doute prescrira des examens complémentaires (prise de sang, échographie...).

Le but de cette étude est d'évaluer un score basé sur les résultats de l'examen clinique permettant de mieux évaluer la nécessité de réaliser les examens complémentaires, afin de ne pas prolonger votre passage aux urgences tout en prenant en charge votre enfant de manière optimale.

Aujourd'hui : votre enfant va être examiné et pris en charge selon les habitudes du service, la cotation de ce score ne modifiera pas sa prise en charge. Une étude statistique des données résultant des différents examens aura lieu à l'issue de l'étude pour permettre de valider ce score.

Si votre enfant rentre à domicile directement à l'issue de l'examen clinique, un médecin du service vous recontactera dans les 48h afin de noter de l'évolution des symptômes de votre enfant.

#### **Traitement des données, lieu de conservation et nom du responsable des données :**

La participation de votre enfant à cette étude ne présente aucun caractère obligatoire.

En cas de refus de votre part, la qualité de surveillance médicale de votre enfant ne sera pas modifiée et les relations avec l'équipe médicale ne seront pas modifiées. Si vous refusez, les données de votre dossier médical ne seront pas utilisées pour cette étude et resteront destinées à l'usage strict du soin.

En cas d'autorisation de votre part, seules les données nécessaires à la recherche seront réunies sur un fichier informatique. Toutes les données concernant votre enfant, et collectées pour cette recherche, seront traitées de manière strictement confidentielle. Elles identifieront votre enfant à l'aide d'un code.

Après avoir été recueillies, les données seront conservées par le CHRU de Nancy - au sein de son Hôpital d'Enfants - pendant une durée de 1 an.

**Le Docteur Eleonore Renaud ACC aux urgences pédiatriques, ( secretariat.posu@chru-nancy.fr, 0383154727) est le responsable de cette étude et de la conservation de ces données.**

Les analyses statistiques seront réalisées par le service de biostatisticiens du CHRU de Nancy (PrEliane Albuison - Unité ESPRI Biobase)

A tout moment, vous pouvez demander la destruction des données en adressant une lettre manuscrite au médecin responsable de la recherche, Dr Renaud, sans que cela ne porte préjudice à votre enfant. Il continuera à bénéficier de la prise en charge adaptée à son cas.

### **Informatique et liberté (CNIL) Vos droits:**

En application de la loi « informatique, fichiers et liberté » du 06 janvier 1978 modifiée, le fichier informatique utilisé pour réaliser la présente recherche a fait l'objet d'une déclaration auprès de la CNIL (Commission Nationale Informatique et Libertés). Vous bénéficiez d'un droit d'opposition au traitement informatique de vos données, et d'un droit de rectification des données.

Vous pourrez également accéder aux données vous concernant directement ou par l'intermédiaire d'un médecin que vous désignerez.

Vous pourrez exercer ces droits auprès du docteur Renaud.

Les résultats globaux de cette étude pourront vous être transmis par le Docteur Renaud, si vous en faites la demande. La présentation des résultats de cette recherche ou les éventuelles publications dans des revues spécialisées, ne pourront en rien permettre d'identifier votre enfant ou de le retracer.

VU

NANCY, le **07 mars 2018**

Le Président de Thèse

**Professeur Jean-Louis LEMELLE**

NANCY, le **12 mars 2018**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

**Professeur Marc BRAUN**

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ 10208

NANCY, le **15 mars 2018**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

**Professeur Pierre MUTZENHARDT**

---

## RÉSUMÉ DE LA THÈSE

**Contexte et objectifs :** L'appendicite est la première urgence chirurgicale chez l'enfant. L'enjeu est de permettre un diagnostic précoce, avant toute complication sans s'exposer à l'iatrogénie. Le but de ce travail est d'élaborer une démarche diagnostique prédictive d'appendicite aiguë chez l'enfant de plus de 5 ans, principalement clinique permettant une meilleure orientation des examens complémentaires.

**Méthode :** Cette étude prospective de décembre 2016 à octobre 2017 a inclus les patients de plus de 5 ans se présentant aux urgences pédiatriques de notre institution, et suspects d'appendicite aiguë. Les enfants se présentant avec un bilan fait en externe ont été exclus. Les données ont été recueillies par le pédiatre urgentiste ou le chirurgien. Le diagnostic final fut obtenu par l'anatomopathologie ou par un suivi téléphonique à 48h. Les paramètres cliniques, biologiques, échographiques, anatomopathologiques et le devenir à 48 heures ont été analysés par le modèle de régression logistique permettant d'obtenir les facteurs prédictifs d'appendicite aiguë. Un arbre décisionnel se basant sur ces résultats a été créé.

**Résultats :** Sur 250 patients inclus, 83 ont présenté une appendicite aiguë confirmée anatomopathologiquement. En régression logistique, le Rovsing (OR : 8.15 IC 95% : 3.69-18.04) le caractère migratoire de la douleur (OR : 5.6 IC 95% : 2.66-11.79), la douleur à la percussion (OR : 8.46 IC 95% : 3.09-23.16) et la défense (OR : 2.75 IC 95% 1.29-5.86) sont des facteurs prédictifs d'appendicite aiguë. L'association de ces signes permet de bien classer 83 % des enfants avec une valeur prédictive positive (VPP) de 80.6 et une valeur prédictive négative (VPN) de 84.15. Un arbre décisionnel basé sur ces résultats permet une approche diagnostique plus adaptée à chaque situation. Dans les cas où la clinique ne permet pas un classement optimal, la biologie, avec des seuils spécifiques permet de préciser le diagnostic. Lorsque l'appendice est visualisé, l'échographie a une VPP de 100 et une VPN de 95.52.

**Conclusion :** Une démarche diagnostique progressive se basant en premier lieu sur la clinique avec un apport de la biologie ciblée à chaque situation permet un diagnostic d'appendicite aiguë avec un recours raisonné aux examens complémentaires sans perdre en sensibilité.

**TITRE EN ANGLAIS :** Development of a predictive diagnostic approach for acute appendicitis in children over 5 years old: a prospective study

---

**THÈSE :** MÉDECINE SPÉCIALISÉE - ANNÉE 2018

---

**MOTS CLES :** Appendicitis – Predictive diagnostic approach- Children- Probability- Predicting factors

---

**INTITULÉ ET ADRESSE :**

UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
Faculté de Médecine de Nancy  
9, avenue de la Forêt de Haye  
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex

---