



**HAL**  
open science

# IRM multiparamétrique de la prostate en pratique : apports du PI-RADS version 2.1

Vincent Salmon

► **To cite this version:**

Vincent Salmon. IRM multiparamétrique de la prostate en pratique : apports du PI-RADS version 2.1. Médecine humaine et pathologie. 2022. hal-04042621

**HAL Id: hal-04042621**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04042621>**

Submitted on 23 Mar 2023

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

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



**UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE**

**BIBLIOTHÈQUES  
UNIVERSITAIRES**

## 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 bibliothèque : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)  
(Cette adresse ne permet pas de contacter les auteurs)

## 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>

**THESE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement dans le cadre du Diplôme d'Études Spécialisées

Par

**Vincent SALMON**

Le 8 juillet 2022

**IRM MULTIPARAMÉTRIQUE DE LA PROSTATE EN PRATIQUE :  
APPORTS DU PI-RADS VERSION 2.1**

**Membres du jury :**

Présidente : Madame la Professeure Valérie LAURENT

Juges : Monsieur le Professeur Pascal ESCHWEGE

Monsieur le Docteur Frédéric LEFEVRE

**Présidente de l'Université de Lorraine :**  
**Madame Hélène BOULANGER**

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

**Vice-doyenne**  
Pr Louise TYVAERT

**Asseseurs :**

- *Premier cycle* : Dr Nicolas GAMBIER, Dr Thomas SCHWITZER
- *Deuxième cycle* : Pr Antoine KIMMOUN
- *Troisième cycle hors MG* : Pr Marie-Reine LOSSER
- *Troisième cycle MG* : Pr Paolo DI PATRIZIO
- *Finances* : Prs Eliane ALBUISSON et Louise TYVAERT
- *Vie hospitalo-universitaire* : Pr Stéphane ZUILY
- *Relations avec la Grande Région* : Pr Thomas FUCHS-BUDER
- *Relations Internationales* : Pr Jacques HUBERT
- *Valorisation* : Pr Pascal ESCHWEGE
- *Interface avec les métiers de la santé* : Pr Céline HUSELSTEIN
- *Docimologie* : Dr Jacques JONAS
- *ECOS* : Drs Eva FEIGERLOVA et Patrice GALLET
- *Service sanitaire* : Pr Nelly AGRINIER
- *Lecture critique d'articles* : Drs Jonathan EPSTEIN et Aurélie BANNAY
- *Interface HVL & Réseau Nasce* : Pr Pablo MAUREIRA, Drs Nicla SETTEMBRE et Fabienne LIGIER
- *Etudiant* : Mehdi BELKHITER

**Chargés de mission**

PASS : Pr Mathias POUSSEL

---

**DOYENS HONORAIRES**

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 - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - François CHERRIER - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Pierre GAUCHER - Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Philippe HARTEMANN - Bruno HOEN - Gérard HUBERT - Claude HURIET – Jean-Pierre KAHN - Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - François KOHLER - Pierre LANDES - Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Bruno LEHEUP - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL - Jean-Claude MARCHAL - Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Thierry MAY - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Jean-Luc SCHMUTZ - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Denis ZMIROU - Faïez ZANNAD

---

---

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE - Gilbert FAURE - Bruno HOEN - Jean-Pierre KAHN - Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - Alain LE FAOU - Bruno LEHEUP - Thierry MAY - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Jean-Luc SCHMUTZ - Paul VERT - Faiez ZANNAD

---

---

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

### 42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : *Anatomie*

Professeur Marc BRAUN - Professeure Manuela PEREZ

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

Professeur Christo CHRISTOV

#### 3<sup>e</sup> sous-section : *Anatomie et cytologie pathologiques*

Professeur Guillaume GAUCHOTTE - Professeur Hervé SARTELET

### 43° Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : *Biophysique et médecine nucléaire*

Professeur Pierre-Yves MARIE - Professeur Pierre OLIVIER - Professeur Antoine VERGER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : *Radiologie et imagerie médicale*

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD - Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY - Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIMTEIXEIRA

### 44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

#### 1<sup>re</sup> sous-section : *Biochimie et biologie moléculaire*

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur David MEYRE - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER - Professeur Abderrahim OUSSALAH

#### 2<sup>e</sup> sous-section : *Physiologie*

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

#### 3<sup>e</sup> sous-section : *Biologie cellulaire*

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

#### 4<sup>e</sup> sous-section : *Nutrition*

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

### 45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

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

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : *Parasitologie et Mycologie*

Professeure Marie MACHOUART

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

Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

### 46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

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

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

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

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

### 47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : *Hématologie ; transfusion*

Professeur Pierre FEUGIER - Professeur Thomas LECOMPTE

#### 2<sup>e</sup> sous-section : *Cancérologie ; radiothérapie*

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT

#### 3<sup>e</sup> sous-section : *Immunologie*

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

#### 4<sup>e</sup> sous-section : *Génétique*

Professeur Philippe JONVEAUX

**48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,  
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire**

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

**2<sup>e</sup> sous-section : Médecine intensive-réanimation**

Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY - Professeur Antoine KIMMOUN

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

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

**4<sup>e</sup> sous-section : Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie**

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

**5<sup>e</sup> sous-section : Médecine d'urgence**

Professeur Tahar CHOUIHED

**49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE,  
HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**1<sup>re</sup> sous-section : Neurologie**

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

**2<sup>e</sup> sous-section : Neurochirurgie**

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

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

Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

**4<sup>e</sup> sous-section : Pédopsychiatrie ; addictologie**

Professeur Bernard KABUTH

**5<sup>e</sup> sous-section : Médecine physique et de réadaptation**

Professeur Jean PAYSANT

**50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE  
PLASTIQUE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Rhumatologie**

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

**2<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie orthopédique et traumatologique**

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

**3<sup>e</sup> sous-section : Dermato-vénéréologie**

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN

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

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

**51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Pneumologie ; addictologie**

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

**2<sup>e</sup> sous-section : Cardiologie**

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET – Professeur Olivier  
HUTTIN - Professeur Batric POPOVIC - Professeur Nicolas SADOUL

**3<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie thoracique et cardiovasculaire**

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

**4<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire**

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

**52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

**2<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie viscérale et digestive**

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeure Adeline GERMAIN

**3<sup>e</sup> sous-section : Néphrologie**

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

**4<sup>e</sup> sous-section : Urologie**

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

### **53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

#### **1<sup>re</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

#### **3° sous-section : Médecine générale**

Professeur Jean-Marc BOIVIN - Professeur Paolo DI PATRIZIO

### **54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

#### **1<sup>re</sup> sous-section : Pédiatrie**

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

#### **2° sous-section : Chirurgie infantile**

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

#### **3° sous-section : Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale**

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

#### **4° sous-section : Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale**

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

### **55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

#### **1<sup>re</sup> sous-section : Oto-rhino-laryngologie**

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER - Professeure Cécile RUMEAU

#### **2° sous-section : Ophtalmologie**

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Jean-Baptiste CONART

#### **3° sous-section : Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie**

Professeure Muriel BRIX

---

## **PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

### **61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

### **64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

### **65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Professeure Céline HUSELSTEIN

### **66° Section : PHYSIOLOGIE**

Professeur Nguyen TRAN

---

## **PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

### **53° Section, 3° sous-section : Médecine générale**

Professeure associée Sophie SIEGRIST - Professeur associé Olivier BOUCHY

---

## **MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS**

### **42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

#### **1<sup>re</sup> sous-section : Anatomie**

Docteur Bruno GRIGNON

### **44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

#### **1<sup>re</sup> sous-section : Biochimie et biologie moléculaire**

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN - Docteure Catherine MALAPLATE - Docteur Marc MERTEN

#### **2° sous-section : Physiologie**

Docteure Iulia-Cristina IOAN (stagiaire) - Docteur Jacques JONAS

**45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

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

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

**2<sup>e</sup> sous-section : Parasitologie et mycologie**

Docteure Anne DEBOURGOGNE

**46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

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

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Arnaud FLORENTIN -  
Docteur Jonathan EPSTEIN -Docteur Abdou OMOROU (stagiaire)

**2<sup>e</sup> sous-section Médecine et Santé au Travail**

Docteure Isabelle THAON

**47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Hématologie ; transfusion**

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D'AVENI

**2<sup>e</sup> sous-section : Cancérologie ; radiothérapie**

Docteure Lina BOLOTINE

**3<sup>e</sup> sous-section : Immunologie**

Docteure Alice AARNINK

**4<sup>e</sup> sous-section : Génétique**

Docteure Céline BONNET - Docteure Mathilde RENAUD

**48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,  
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire**

Docteur Philippe GUERCI

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

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

**49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE,  
HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**2<sup>e</sup> sous-section : Neurochirurgie**

Docteur Fabien RECH

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

Docteur Thomas SCHWITZER

**4<sup>e</sup> sous-section : Pédiopsychiatrie ; addictologie**

Docteur Fabienne ROUYER-LIGIER

**50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE  
PLASTIQUE**

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

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**4<sup>e</sup> sous-section : Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire**

Docteure Nicla SETTEMBRE

**52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>re</sup> sous-section : Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie**

Docteur Anthony LOPEZ

**54° Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-  
OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>re</sup> sous-section : Pédiatrie**

Docteure Cécile POCHON – Docteur Amandine DIVARET-CHAUVEAU (stagiaire)

**3<sup>e</sup> sous-section : Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale**

Docteur Charline BERTHOLD (stagiaire)

**4<sup>e</sup> sous-section : Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale**

Docteure Eva FEIGERLOVA

**5e sous-section : Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale**

Docteur Mikaël AGOPIANTZ

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

**1<sup>re</sup> sous-section : Oto-Rhino-Laryngologie**

Docteur Patrice GALLET

---

## **MAÎTRES DE CONFÉRENCES**

### **5<sup>e</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Monsieur Vincent LHUILLIER

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

Madame Christine DA SILVA-GENEST

### **19<sup>e</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE**

Madame Joëlle KIVITS

### **63<sup>e</sup> Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE, ÉLECTRONIQUE, PHOTONIQUE ET SYSTÈMES**

Madame Pauline SOULET LEFEBVRE

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

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

### **65<sup>e</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Madame Nathalie AUCHET - Madame Rümeyza BASCETIN (stagiaire) - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS - Monsieur Simon TOUPANCE (stagiaire)

### **69<sup>e</sup> Section : NEUROSCIENCES**

Madame Sylvie MULTON

---

## **MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

### **53<sup>e</sup> Section, 3<sup>e</sup> sous-section : (Médecine générale)**

Docteur Cédric BERBE - Docteur Antoine CANTON - Docteur Jean-Charles VAUTHIER

---

## **DOCTEURS HONORIS CAUSA**

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)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

*Research Institute for Mathematical*

*Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

*Université d'Helsinki (FINLANDE)*

Professeur Duong Quang TRUNG

(1997) *Université d'Hô Chi Minh-Ville*

(VIËTNAM)

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)

## REMERCIEMENTS

---

### A NOTRE MAITRE ET PRESIDENTE DU JURY

#### **Madame la Professeure Valérie LAURENT**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier*

*Service d’Imagerie Brabois Adultes, CHRU de Nancy*

Je vous remercie de l’honneur que vous me faites en acceptant de présider et juger cette thèse.

Je vous remercie d’avoir accepté de m’accompagner sur ce sujet de thèse et pour les conseils que vous m’avez prodigués qui ont permis de faire évoluer ce travail.

Je vous suis reconnaissant pour la bienveillance dont vous faites preuve depuis le début de mon cursus.

Je vous remercie pour l’enseignement pédagogique enrichissant que vous m’avez apporté au cours de mes passages dans votre service.

Soyez assurée de toute ma reconnaissance et de mon plus profond respect.

## **A NOTRE MAITRE ET JUGE**

**Monsieur le Professeur Pascal ESCHWEGE**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier*

*Service d'Urologie Brabois, CHRU de Nancy*

Je vous remercie de l'honneur que vous m'accordez en jugeant cette thèse.

Je tiens ici à vous exprimer ma gratitude.

J'espère que ce travail saura retenir votre intérêt.

Veillez trouver ici l'assurance de ma reconnaissance et de mon profond respect.

## **A NOTRE MAITRE ET JUGE**

**Monsieur le Docteur Frédéric LEFEVRE**

*Praticien Hospitalier*

*Service d'Imagerie Brabois Adultes, CHRU de Nancy*

Je vous remercie d'avoir accepté d'encadrer et juger cette thèse.

Je vous remercie de m'avoir épaulé depuis le début de ce travail, de m'avoir initié à l'imagerie prostatique et de m'avoir transmis vos connaissances.

Je vous remercie pour vos conseils et l'aide que vous m'avez apportée lors de la réalisation de ce travail.

Soyez assuré de ma sincère gratitude et de mon profond respect.

## A TOUS LES MEDECINS QUI ONT CONTRIBUE A MA FORMATION

Au Docteur Pierre Naulet qui m'a enseigné les bases de la radiologie lors de mon premier semestre à l'HIA Legouest.

A l'équipe du service d'Imagerie Brabois Adultes : aux Professeurs Valérie Laurent et Damien Mandry, aux Docteurs Frédéric Lefevre, Xavier Orry, Isabelle Petit, Andrea Sido, Matthieu Bayle, Anne-Sophie Guérard, Alix Martin-Bertaux, Adrien Jacquot, Marina Perri pour votre enseignement.

Aux Docteurs Aurélie Grandmougin et Tanguy Cherubin, à la double casquette avec l'Hôpital d'Enfants. Merci pour votre initiation à l'imagerie pédiatrique. Aurélie, merci pour tous les bons gâteaux faits maison que tu ramènes.

Aux Docteurs François Avila, Adrien Bedri, Romain Domy, Eve Euxibie, Pauline Royer, Céline Vogrig, co-internes devenus chefs. Merci pour vos conseils, l'aide et la bonne ambiance au cours du semestre précédent. A François, pour la bonne humeur que tu apportes. A Adrien, qui aurait pu faire une belle carrière footballistique au Barça (ou au Milan ou au PSG ou à Chelsea...). A Romain, pour la sérénité que tu dégages et les bons moments passés en soirée et en vacation.

A l'équipe du service d'Imagerie Guilloz : aux Professeurs Alain Blum et Pedro Teixeira, aux Docteurs Anne Chanson, Matthias Louis, Edouard Germain, Romain Gillet, Charles Lombard, Hassan Biouichi, Gauthier Dodin, Pierre Jaquet, Laureline Simon-Stanowski, Aymeric Rauch, Ayla Urbaneja, Sophie Boyer, Jérémy Cassin, Nicolas Douis, Emmanuel Happi Ngankou, pour votre enseignement pédagogique, votre exigence et vos conseils avisés.

A Gauthier, pour la bonne ambiance, pour ta bienveillance, pour tes conseils et pour les bons moments passés à l'hôpital et en-dehors. A Nicolas, supporter du SRFC que j'emmènerai un jour découvrir le Roazhon Park. A Emmanuel, pour la bonne humeur et la zen attitude que tu dégages.

A l'équipe du service de radiologie de l'ICL : aux Docteurs Philippe Henrot, Bruno Boyer, Anne Chanson, Marie Laurain, Philippe Troufléau, pour votre initiation à l'imagerie de la femme. Merci au Docteur Grégory Lesanne pour tes conseils et ton enseignement aux gestes d'imagerie interventionnelle. Au Docteur Charline Wagner pour le bon semestre passé lorsque tu y étais encore interne.

A l'équipe du service de Neuroradiologie : aux Professeurs René Anxionnat, Serge Bracard, Marc Braun et Benjamin Gory, aux Docteurs Jean Even, Liang Liao, Sophie Planel, Emmanuelle Schmitt, François Rusch, François Zhu, Samir Amlal, Adrien Bedri, Emmanuel Happi Ngankou, Orlando Segard, pour votre enseignement et votre disponibilité.

Au Docteur Even, pour vos discussions enrichissantes et sincères sur et en-dehors de la médecine (et pour les bonbons). A Emmanuelle, pour tes remarques qui me poussent à m'améliorer et pour les bons moments partagés en vacation. A François R, pour tous les bons conseils que tu distilles et pour les bons moments passés en soirée, en vacation, en garde. A François Z, futur voisin, pour l'ambiance détendue que tu apportes.

A l'équipe du service de radiologie du CHR de Mercy : aux Docteurs Laurent Hennequin, Rémi Duprès, Toufik Batch, Jacques De Verbizier, Gauthier Dodin, Doriane Dubuis-Madelski, Vincent Lombard, Adriana Muntean, Isabelle Quirin, Solène Varnier, Auréline Viard pour la formation que vous m'avez apportée.

A Doriane, pour la richesse des conseils et pour l'ambiance que tu apportes. A Solène, découverte en tant que co-interne puis assistante, pour la bienveillance dont tu as toujours fait preuve depuis le début. A Auréline, pour l'exigence et les conseils que tu m'as apportés, en particulier sur les gestes interventionnels.

A l'équipe des manipulateurs et secrétaires du CHRU de Nancy, de l'ICL, du CHR Mercy et de Legouest pour votre aide. Grosse pensée à la belle équipe des manipulateurs en échographie de Mercy.

## A MES CO-INTERNES

A l'ensemble des co-internes que j'ai eu la chance de côtoyer au cours de ces quatre dernières années, qui pour certains sont devenus de véritables amis.

A la promotion 2018 : Malik Aït-Idir, Pierre-Antoine Bornet, Mélissa Ferrer, Samuel Malka, Camille Meullenet, Solène Montoya, Guillaume Robino, François-Matthieu Seuvic, Pierre Wary, Ismaël Yahia.

A Guillaume, le monégasque. Pour notre premier semestre à Metz qui nous aura rapprochés, même si nous n'étions pas dans le même hôpital. Pour la personne fiable et droite que tu es, sur qui on peut compter.

A Pierre, co-actionnaire principal de la tireuse. Jamais le dernier pour sortir et faire des blagues. Pour le dernier semestre de soutien et d'entraide pour la thèse et pour les vacances qui passaient plus vite.

A François-Matthieu, la force tranquille et l'enchérisseur fou. J'attends toujours de voir ton 4x4.

A Patrice Moustache-Espinola, le chat noir qui retombe toujours sur ses pattes. Toujours présent quand il y a besoin.

A Mehdi Bensemain, qui a la solution à quasiment tous les problèmes imaginables. Pour ton écoute attentive, ta bienveillance et les bons moments passés dans et en-dehors de l'hôpital.

A Alain Cuisigniez, le marseillais. Pour tous les semestres qu'on a partagés, il va falloir que tu arrêtes de me suivre. Petite pensée à tous les badges, clés USB, écouteurs, ordinateur que tu as perdu.

A Charles Lehmann, mon poulain et chat blanc. Pour tes blagues et ta diplomatie légendaire au téléphone.

A tous les autres internes avec qui j'ai eu la chance de partager un semestre ou une garde, en particulier ceux du semestre dernier à Brabois qui étaient exceptionnels.

## A MA FAMILLE ET A MES AMIS

A mes parents, Isabelle et Joël, pour leur soutien inconditionnel depuis toujours. Merci d'être toujours là dans les bons comme les mauvais moments. Merci de toujours croire en moi.

A mon frère, Martin, mon copain de jeu depuis qu'on est petits. Je suis impressionné par le parcours que tu as choisi d'emprunter et qui te mènera vers de beaux projets. J'ai hâte de célébrer le futur Docteur en pharmacie que tu seras.

A ma sœur, Claire, venue grossir le rang des bretons expatriés dans l'Est. Je te suis reconnaissant de pouvoir compter sur toi. J'admire l'empathie et le dévouement que tu accordes aux autres. Tu feras une très bonne infirmière, je n'en doute pas.

A mamie Denise, qui aurait été fière de moi aujourd'hui.

A papi Roger, pour m'avoir poussé à toujours m'améliorer.

A mamie Yvonne, pour son soutien et sa sérénité.

A papi Louis, que j'aurais aimé connaître plus et qui serait certainement fier de mon parcours.

A mes tantes et oncles, cousines et cousins, petites cousines et petits cousins, trop nombreux pour tous vous citer. Les grands repas de famille sont toujours trop courts.

A Chloé, pour les beaux moments que nous partageons depuis de nombreuses années. Merci pour le soutien que tu m'accordes. Si j'en suis là aujourd'hui, c'est en grande partie grâce à toi. Merci de m'avoir corrigé et aidé à mettre en page ce travail. J'ai hâte de vivre de futurs beaux projets à tes côtés. Je t'aime.

A Cécile, Éric et Manon qui m'ont formidablement bien accueilli au sein de leur famille.

A Meeko, qui avait toujours un œil attentif sur ce que j'écrivais.

A Adrien, pour l'amitié forte que nous partageons depuis le collège. J'admire l'homme que tu es. Je te remercie d'être toujours disponible dans les bons comme dans les mauvais moments.  
A Adeline, pour les joyeux moments que nous passons à chaque fois. Je suis heureux de voir le bonheur que Briac a rajouté dans vos vies.

Aux Distouver, pour les grands moments de camaraderie que nous partageons depuis la 2<sup>e</sup> année. Aux voyages que nous avons effectués ensemble. Aux retrouvailles qui sont toujours hautes en couleurs, avec plus de nouvelles têtes de Distouver à découvrir à chaque fois. Aux beaux médecins que vous faites tous.

A Yassin, Vénère Kader, qui a partagé les galères de la 6<sup>e</sup> année, mais aussi les bons moments et les paysages de l'Ouest américain. Pour ton franc-parler, toujours constructif.

A Johann, Dark Yox, pour le soutien et l'oreille attentive qu'on peut toujours trouver auprès de toi. Pour les deux années de souvenirs et de rigolades de colocation.

A Guillaume, Fredo, pour les beaux moments d'amitié, pour la ferveur du Roazhon Park (syndrome) qui t'habite.

A Antonin, Anto, pour ton amitié et ton honnêteté.

A Mathieu, Mateo, pour ton amitié et ton soutien.

A Alexis (Gritonchou), Cassandra (Cass), Cyrille (Chyrrille), Killiane (Kiki), Maxime (MST), pour la belle amitié qui dure depuis la PACES.

A mes amis de Dinan, en particulier Jérôme, Jérémie, Nicolas, Nolwenn, pour les bons moments passés depuis de longues années.

## SERMENT

---

« **A**u moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

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

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

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

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

ADC : Apparent Diffusion Coefficient

DCE : Dynamic Contrast Enhanced

DWI : Diffusion-Weighted Imaging

EG : Echo de Gradient

FSE : Fast Spin Echo

HBP : Hyperplasie Bénigne de la Prostate

IC95 % : Intervalle de Confiance à 95 %

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

ISUP : International Society of Urological Pathology

K : Coefficient Kappa de Cohen

MRI : Magnetic Resonance Imaging

PI-RADS : Prostate Imaging-Reporting and Data System

PSA : Prostate Specific Antigen

SFMA : Stroma Fibro-Musculaire Antérieur

TEP-TDM : Tomographie par Emission de Positons couplée à la Tomodensitométrie

TR : Toucher rectal

TSE : Turbo Spin Echo

ZC : Zone Centrale

ZP : Zone Périphérique

ZT : Zone de Transition

2D : Deux Dimensions

3D : Trois Dimensions

3T : Trois Tesla

# TABLE DES MATIERES

---

<b>I. PRESENTATION DU SUJET .....</b>	<b>19</b>
<b>1. Le cancer de la prostate .....</b>	<b>19</b>
1.1. Épidémiologie.....	19
1.2. Facteurs de risque .....	20
1.3. Anatomie .....	20
1.4. Physiopathologie - Anatomopathologie .....	21
1.5. Dépistage - Détection .....	22
1.6. Diagnostic .....	22
<b>2. IRM multiparamétrique de la prostate .....</b>	<b>24</b>
2.1. Historique .....	24
2.2. Indications .....	24
2.3. Scores de lecture .....	25
<b>3. Introduction du sujet .....</b>	<b>26</b>
<b>II. ARTICLE .....</b>	<b>27</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>27</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>29</b>
<b>2. DONNEES RECENTES.....</b>	<b>29</b>
2.1 Réalisation de l'IRM de la prostate.....	30
2.2 Objectif principal du score PI-RADS 2.1 .....	31
2.3 Bases de l'interprétation .....	32
2.4 PI-RADS 2.1 : nouveautés .....	34
2.5 Comparaison des performances PI-RADS 2.1 versus PI-RADS 2 .....	35
2.6 Limites du PI-RADS v2.1.....	37
2.7 Données du compte-rendu type .....	38
<b>3. CONCLUSION .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>40</b>
<b>TABLEAUX .....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURES .....</b>	<b>50</b>
<b>III. DISCUSSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>59</b>
<b>IV. ANNEXES .....</b>	<b>63</b>
<b>V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>67</b>

## I. PRESENTATION DU SUJET

---

### 1. Le cancer de la prostate

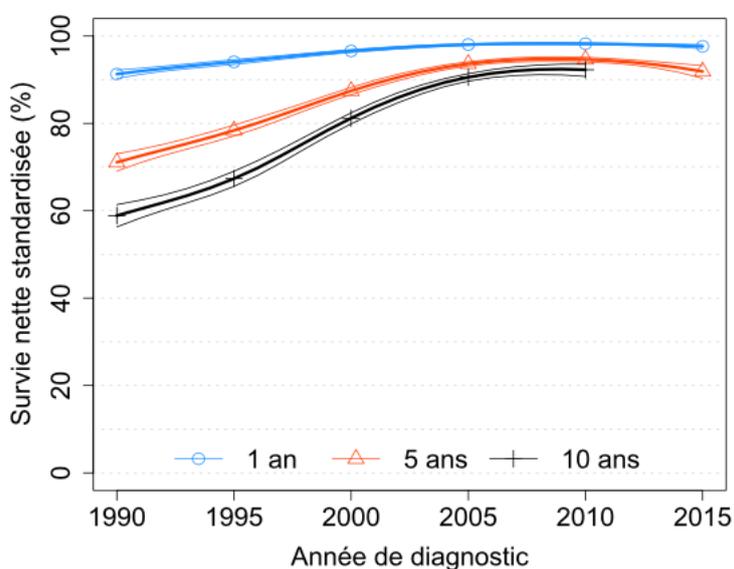
#### 1.1. Épidémiologie

Le cancer de la prostate est le 4<sup>e</sup> cancer le plus fréquent dans le monde, avec environ 1,41 million de nouveaux cas en 2020, soit 7,3 % des cancers totaux tous sexes confondus, et le 2<sup>e</sup> cancer le plus fréquent chez l'homme (1).

En France, le cancer de la prostate est le cancer le plus représenté chez l'homme, avec 50 400 nouveaux cas pour l'année 2015, devant le cancer du poumon et le cancer colorectal, hommes et femmes confondus (2,3) .

Sur cette même année, le nombre estimé de décès dus à cette pathologie était de 8500 en France, en baisse régulière depuis plusieurs années.

Actuellement, l'âge moyen au diagnostic est de 68 ans (4). Le taux de mortalité augmente avec l'âge, avec une médiane à 83 ans. La survie nette des patients atteints de ce cancer s'est nettement améliorée depuis 1990, comme le montre la Figure 1.



**Figure 1. Tendances de la survie nette standardisée à 1, 5 et 10 ans selon l'année de diagnostic et intervalle de confiance à 95 % - Prostate.**

Source : Grosclaude P. & Al. Survie des personnes atteintes de cancer en France métropolitaine 1989-2018 Prostate. Santé Publique France. 2020.

## **1.2. Facteurs de risque**

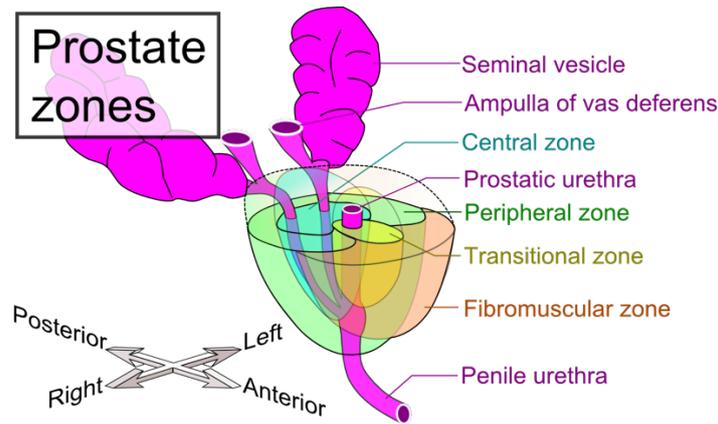
Plusieurs facteurs de risque du cancer de la prostate sont connus :

- Tout d'abord, l'âge avec une incidence du cancer qui augmente au cours de la vie.
- Des antécédents familiaux de cancers de la prostate. Les hommes porteurs d'une mutation des gènes BRCA2 ou HOXB13 présentent un surrisque de cancer de la prostate.
- Une origine ethnique afro-antillaise, avec une incidence et une mortalité deux fois plus élevées en Antilles françaises qu'en France métropolitaine, également en partie liées à l'exposition professionnelle au chlordécone, un insecticide utilisé dans les bananeraies (4,5).

## **1.3. Anatomie**

La prostate est une glande exocrine, localisée dans le pelvis masculin sous la vessie. Elle est classiquement divisée en deux lobes, séparés par un sillon médian. En 1981, McNeal a distingué différentes zones anatomiques au sein de cet organe(6). Plus tard, il a étudié la distribution du cancer selon ces localisations (7). La Figure 2 schématise les différents secteurs de la prostate :

- La zone périphérique (ZP), prédominante chez le sujet jeune, est la localisation préférentielle du cancer de la prostate (70 à 75 % des cas).
- La zone de transition (ZT), plus interne et entourant l'urètre, s'hypertrophie progressivement avec l'âge. Elle concentre environ 20 à 25 % des localisations de cancer de la prostate.
- La zone centrale (ZC) englobant les canaux éjaculateurs, regroupe à peine 10 % des cancers.
- Le stroma fibro-musculaire antérieur (SFMA), la partie la plus antérieure et la seule zone non glandulaire. Elle fait très rarement le nid du cancer mais ce dernier peut s'y retrouver par extension à partir des zones adjacentes.



**Figure 2. Zones de la prostate.**

Source : Häggström Mikael. Zones of the prostate; 2019.

#### **1.4. Physiopathologie - Anatomopathologie**

Le cancer de la prostate est une pathologie plurifactorielle, avec l'implication entre autres de facteurs génétiques et hormonaux (8). La carcinogénèse précise n'a pas encore été clairement élucidée.

Plus de 90 % des cancers de la prostate se développent à partir d'une dégénérescence et d'une prolifération maligne des cellules de l'épithélium glandulaire prostatique : ce sont donc des adénocarcinomes dans la majorité des cas (9). Plus rarement, l'analyse anatomopathologique retrouve des lymphomes ou des sarcomes.

Le cancer de la prostate est fréquemment multifocal. Plusieurs foyers de transformation maligne peuvent ainsi être détectés dans près de 76 % des cas (10,11).

L'analyse anatomopathologique permet de préciser la différenciation cellulaire du cancer de la prostate et son agressivité. Depuis les années 1960, le score histopronostique de Gleason classe les tumeurs selon leur différenciation en cinq grades (12). Le score de Gleason est l'addition du grade le plus représenté et de celui le plus péjoratif. Il s'échelonne donc de deux à dix. En 2014, la conférence de consensus de l'International Society of Urological Pathology (ISUP) a recommandé une nouvelle classification pronostique en cinq niveaux, qui utilise toujours le score de Gleason (13). Cette gradation ISUP est retranscrite dans la Figure 3.

---

Grade Group 1 (Gleason score $\leq 6$ ) – Only individual discrete well-formed glands
Grade Group 2 (Gleason score $3 + 4 = 7$ ) – Predominantly well-formed glands with lesser component of poorly- formed/fused/cribriform glands
Grade Group 3 (Gleason score $4 + 3 = 7$ ) – Predominantly poorly-formed/fused/cribriform glands with lesser component of well-formed glands†
Grade Group 4 (Gleason score $4 + 4 = 8$ ; $3 + 5 = 8$ ; $5 + 3 = 8$ ) Only poorly-formed/fused/cribriform glands <i>or</i> Predominantly well-formed glands and lesser component lacking glands†† <i>or</i> Predominantly lacking glands and lesser component of well-formed glands††
Grade Group 5 (Gleason scores 9-10) – Lacks gland formation (or with necrosis) with or w/o poorly formed/fused/cribriform glands†

---

†For cases with > 95% poorly-formed/fused/cribriform glands or lack of glands on a core or at RP, the component of < 5% well-formed glands is not factored into the grade.

††Poorly-formed/fused/cribriform glands can be a more minor component.

### Figure 3. Classification ISUP 2014.

Source : Epstein JI. & Al. The 2014 International Society of Urological Pathology (ISUP) Consensus Conference on Gleason Grading of Prostatic Carcinoma. Am J Surg Pathol. 2016.

#### 1.5. Dépistage - Détection

Actuellement, il n'existe pas de dépistage systématique du cancer de la prostate dans la population générale. Seul le dépistage par toucher rectal (TR) et dosage sanguin du Prostate Specific Antigen (PSA) total chez les hommes mutés BRCA2 ou HOXB13 est recommandé (14).

La détection précoce s'adresse, quant à elle, aux hommes de 50 ans (voire 40 ans) à 70 ans et présentant une espérance de vie supérieure à dix ans, d'autant plus s'il existe des antécédents familiaux de cancers de la prostate ou s'ils sont d'origine africaine ou afro-antillaise (4). Après information claire délivrée au patient par le médecin sur les bénéfices et effets néfastes potentiels de la démarche de détection précoce, cette dernière est recommandée tous les deux à quatre ans par un examen clinique, comprenant un toucher rectal, et par dosage sanguin du PSA total.

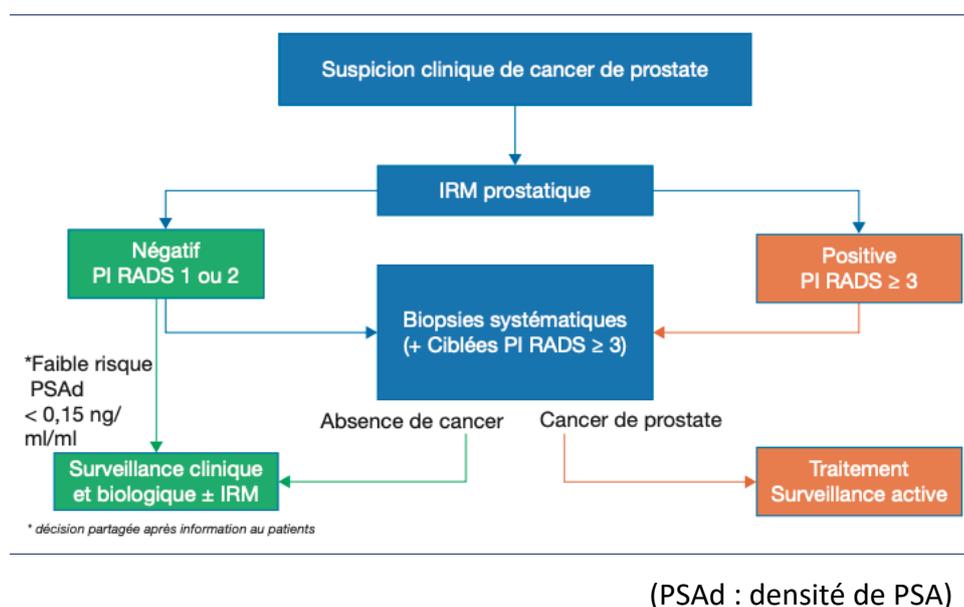
#### 1.6. Diagnostic

Différentes modalités amènent au diagnostic de cancer de la prostate. En premier lieu, l'examen clinique avec le toucher rectal (15). Une induration et une asymétrie des lobes prostatiques au TR sont suspectes. L'examen clinique est généralement associé au dosage sanguin du PSA total. Ce dernier est un marqueur de la prostate, mais pas du cancer de la prostate. Un taux de PSA total  $\geq 4$  ng/mL est considéré comme anormal. L'association du TR et du PSA permet d'obtenir de meilleurs résultats que le TR seul (16).

Le risque de cancer se majore avec la valeur du PSA total, mais ce marqueur augmente également avec le volume prostatique. La densité de PSA, qui se calcule par le PSA total divisé par le volume prostatique, peut ainsi être utile dans le cadre d'hyperplasie bénigne de la prostate. Le temps de doublement du PSA total est également un outil pour le clinicien. D'autres marqueurs biologiques sont en cours d'évaluation.

L'échographie seule n'a pas de rôle dans la détection du cancer de la prostate. La détection de lésions suspectes et la distinction entre lésions malignes et lésions bénignes sont difficiles avec cette modalité d'imagerie, même par voie endorectale (17,18). Son intérêt réside principalement dans l'évaluation du volume prostatique et dans le guidage des biopsies de la prostate.

L'IRM multiparamétrique de la prostate est indiquée avant toute première série de biopsies prostatiques lorsqu'il existe une suspicion clinique de cancer. En 2018, l'étude PRECISION a montré que la réalisation de l'IRM améliore la détection de cancer de la prostate cliniquement significatif ISUP  $\geq 2$  par rapport aux biopsies systématiques de la prostate (19). La Figure 4 indique la place de l'IRM dans la stratégie diagnostique.



**Figure 4. Stratégie IRM avant biopsies pour la recherche d'un cancer significatif.**

Source : Rozet F. & Al. Recommandations françaises du Comité de cancérologie de l'AFU – actualisation 2020–2022 : cancer de la prostate. Prog En Urol. 2020.

C'est l'analyse anatomopathologique des biopsies prostatiques échoguidées, réalisées par voie transrectale ou transpérinéale, qui apportera le diagnostic de cancer de la prostate.

## **2. IRM multiparamétrique de la prostate**

### **2.1. Historique**

Les premiers examens d'imagerie par résonance magnétique (IRM) de la prostate ont été effectués au début des années 1980 (20). A cette époque, ces examens étaient marginaux du fait d'un parc d'anneaux IRM peu répandu sur le territoire et du coût. Depuis le début des années 2000 et le développement de l'accès aux machines, l'IRM de la prostate est devenue de plus en plus courante (21). L'adjonction de séquences de diffusion et de perfusion aux séquences morphologiques a permis d'améliorer l'apport diagnostique de cette modalité d'imagerie dans la pathologie prostatique.

En 2012, l'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) a édité des recommandations concernant la réalisation de l'IRM prostatique ainsi que son interprétation afin d'uniformiser les pratiques et développer un score Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) (22). L'amélioration du PI-RADS par une seconde version, sortie en 2015, a standardisé la réalisation de l'IRM prostatique et a facilité son interprétation (23). Afin de pallier quelques lacunes, des corrections mineures ont vu le jour en 2019 pour aboutir à la version 2.1 du PI-RADS, dernière en date (24).

### **2.2. Indications**

Les indications de l'IRM prostatique ont évolué au cours du temps. Le bilan d'extension loco-régionale du cancer de la prostate a été une des premières utilisations de l'IRM de la prostate (25).

Depuis 2018 et l'étude PRECISION, il est recommandé de réaliser une IRM multiparamétrique de la prostate avant d'effectuer une première série de biopsies afin d'améliorer le taux de détection de cancer cliniquement significatif (19). La méta-analyse de Drost & al., incluant entre autres les résultats de l'étude MRI-FIRST, est en accord avec cette indication (26,27).

Une nouvelle IRM de la prostate est également indiquée avant une nouvelle série de biopsies lorsque les premiers prélèvements sont revenus négatifs et qu'il persiste une suspicion clinique de cancer de la prostate (4).

La surveillance active des cancers de la prostate par IRM de la prostate est une indication récente (28). Elle est réalisée en association avec une surveillance clinico-biologique régulière, par TR et dosage du PSA, ainsi que par des biopsies de contrôle précédées d'une IRM. Une

majoration de la taille de la lésion ou la progression de son score PI-RADS justifie une nouvelle biopsie.

Le suivi à la recherche d'une récurrence tumorale locale de patients traités par traitement focal (cryothérapie, ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU), électroporation, laser, curiethérapie) est réalisé conjointement par IRM de la prostate, PSA et biopsies (29,30). A ces différentes modalités peut venir s'ajouter la TEP-TDM à la choline. Chez les patients traités par prostatectomie radicale ou radiothérapie, la détection d'une récurrence locale se fait par IRM multiparamétrique de la prostate en association avec la TEP-TDM à la choline lorsqu'il existe des arguments clinico-biologiques de récurrence.

### **2.3. Scores de lecture**

Différents outils peuvent servir à caractériser et scorer les lésions découvertes sur une IRM multiparamétrique de la prostate.

On peut tout d'abord citer le score de Likert, dérivé des travaux de 1932 du psychologue Rensis Likert, qui proposait une échelle de jugement (31)(Annexe 1). Cette gradation a été adaptée à l'analyse de l'IRM prostatique afin de permettre de classer une lésion sur une échelle de un à cinq, selon une appréciation subjective (32). Un score de un ou deux est plutôt en faveur d'un aspect bénin de la lésion, tandis qu'une gradation en score quatre ou cinq est en faveur d'une lésion maligne. Le score trois est équivoque.

Le score Morphologie Localisation Signal (MLS), proposé en 2013, a pour but de classer de manière plus objective une lésion prostatique en fonction de trois critères (33)(Annexe 2). La morphologie de la lésion est évaluée sur une échelle numérique à quatre niveaux, entre zéro et trois, avec des critères différents selon la localisation en zone périphérique (ZP) ou en zone de transition (ZT). La localisation est cotée de manière binaire, zéro ou un, en fonction de sa topographie en ZP ou en ZT. L'intensité du signal de la lésion est classée sur une échelle à quatre niveaux, entre zéro et trois, pour chacune des séquences de l'IRM multiparamétrique de la prostate (T2, diffusion, perfusion). Ce score MLS s'échelonne donc au total entre zéro et 13.

Un autre score d'interprétation se voulant plus objectif et le plus reproductible possible a été proposé en 2012 par l'ESUR : le Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) (22)(Annexe 3). Il s'inspire de l'imagerie sénologique avec le Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS) et de l'imagerie thyroïdienne avec le Thyroid Imaging-Reporting and Data System (TI-RADS). La première version de ce score souffrant d'approximations, une

révision majeure a eu lieu en 2015 avec la sortie du PI-RADS version 2 (23). Les dernières modifications, mineures cette fois, ont été apportées en 2019 avec la version 2.1 du PI-RADS (24,34). Ce score s'est progressivement imposé comme le score de référence dans l'analyse de l'IRM multiparamétrique de la prostate, en classant les lésions en cinq grades et en apportant la notion de séquences « dominantes » selon la localisation de la lésion dans la prostate.

### **3. Introduction du sujet**

Depuis près de 20 ans, l'IRM multiparamétrique de la prostate fait partie intégrante des outils diagnostiques pour la détection du cancer de la prostate. Des recommandations concernant la réalisation de l'IRM prostatique ainsi que son interprétation ont été éditées en 2012 (22). Par la suite, des améliorations ont été apportées au cours des années pour aboutir au PI-RADS version 2.1 en 2019 (24,34).

Notre objectif était de préciser la technique de réalisation de l'IRM multiparamétrique de la prostate selon les dernières recommandations PI-RADS 2.1 et de fournir les clés de l'interprétation à un radiologue débutant dans l'imagerie prostatique.

Nous avons également souhaité évaluer la reproductibilité inter-observateur du PI-RADS 2.1 entre un radiologue novice en imagerie prostatique et un radiologue ayant 14 ans d'expérience dans ce domaine. Ces données ont été corrélées aux résultats anatomopathologiques de biopsies prostatiques ciblées réalisées sous fusion échographie-IRM.

## II. ARTICLE

---

### RESUME

*Introduction.* – Le cancer de la prostate est le cancer le plus fréquent chez l’homme. C’est le 3<sup>e</sup> cancer le plus létal, mais le taux de mortalité est en baisse depuis plusieurs dizaines d’années, en partie grâce à une détection précoce. L’IRM de la prostate joue un rôle important, permettant d’augmenter le taux de détection de cancers cliniquement significatifs sur les biopsies.

*Données récentes.* – Des recommandations Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) ont été proposées pour standardiser la réalisation des IRM de la prostate, incluant un score pour faciliter l’interprétation des images. Une dernière version a été proposée en 2019 afin d’améliorer les performances de l’IRM prostatique. Il permet d’estimer sur une échelle de un à cinq la probabilité de malignité d’une lésion. Quelques ajustements ont été apportés sur la technique de réalisation, en particulier sur les séquences de diffusion et de perfusion. L’analyse du signal de ces séquences ainsi que celui de la séquence pondérée T2 pour la zone de transition a été re-précisée. Plusieurs études n’ont pas montré d’amélioration significative des performances diagnostiques pour la détection d’un cancer de la prostate entre la v2.1 et la v2 du score PI-RADS. Il en est de même pour la reproductibilité inter-observateur globale. Les résultats sont plus variables concernant la zone de transition, mais concluent plutôt majoritairement à l’absence d’évolution significative.

*Conclusion.* – Malgré une amélioration peu significative des performances diagnostiques et de la concordance inter-observateur, la version 2.1 du score PI-RADS permet de standardiser la technique de réalisation d’une IRM de la prostate et de rendre plus simple et accessible son interprétation par rapport à la précédente version du score PI-RADS, en clarifiant certains points.

### MOTS CLES

Cancer de la prostate

IRM

PI-RADS

PI-RADS version 2.1

## **SUMMARY**

Introduction. - Prostate cancer is the most common cancer affecting men. It is the 3<sup>rd</sup> most lethal cancer, but the mortality rate has been decreasing for several decades, partly due to early detection. Prostate MRI plays an important role in increasing the detection rate of clinically significant cancers on biopsies.

Recent data. - Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) guidelines have been proposed to standardize the performance of prostate MRI, including a score to ease image interpretation. The latest version has been proposed in 2019 to improve the performance of prostate MRI. It estimates on a scale of one to five the probability of malignancy of a lesion. Some adjustments have been made on the technique of realization, especially on diffusion and perfusion sequences. The analysis of the signal of these sequences as well as the signal of the T2-weighted sequence for the transition zone has been re-specified. Several studies have shown no significant improvement in diagnostic performance for the detection of prostate cancer between v2.1 and v2 of PI-RADS score. The same applies to the overall inter-observer reproducibility. The results are more variable for the transition zone, but most of them conclude that there is no significant change.

Conclusion. – Despite the lack of significant improvement of diagnostic performances and inter-observer agreement, version 2.1 of PI-RADS score allows to standardize the technique of realization of a prostate MRI and to make its interpretation easier and more accessible compared to the previous version of PI-RADS score, by clarifying some aspects.

## **KEYWORDS**

Prostate cancer

MRI

PI-RADS

PI-RADS version 2.1

## 1. INTRODUCTION

Le cancer de la prostate est le cancer le plus fréquent chez l'homme, avec 50 400 nouveaux cas en France pour l'année 2015, devant le cancer du poumon et le cancer colorectal, hommes et femmes confondus [1].

En termes de mortalité, ce cancer se situe au 3<sup>e</sup> rang avec 8 100 décès en 2018, en diminution de 2,8 % par an depuis 1990 [2]. L'amélioration des stratégies de détection précoce du cancer de la prostate permet, entre autres, d'expliquer ce chiffre à la baisse.

Cette détection précoce du cancer de la prostate repose sur différentes recommandations éditées par l'Association Française d'Urologie dans sa dernière version, actualisée en 2020 [3]. Chez les hommes de plus de 50 ans (voire dès 40 ans selon les cas), le toucher rectal et le dosage sanguin du Prostate Specific Antigen (PSA) total sont recommandés dans le cadre de la détection précoce du cancer de la prostate [4].

Lorsqu'il existe une suspicion clinique de cancer de la prostate, une IRM prostatique est recommandée avant la réalisation de biopsies prostatiques afin d'augmenter le taux de détection de cancers cliniquement significatifs, c'est-à-dire avec un grade selon l'International Society of Urological Pathology (ISUP)  $\geq 2$  [5–8]. En plus des biopsies systématiques, des biopsies ciblées pourront alors être effectuées sur une ou plusieurs lésion(s) suspecte(s) détectée(s) en IRM.

## 2. DONNEES RECENTES

Depuis le début des années 2000, le recours à l'IRM prostatique s'est progressivement développé. En 2012, l'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) a donc édité des recommandations pour l'utilisation et l'interprétation de l'IRM prostatique [9]. Elle a développé le score Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS), équivalent du score BI-RADS dans l'imagerie mammaire ou TI-RADS dans l'échographie thyroïdienne, permettant d'estimer la probabilité de malignité d'une lésion prostatique.

Malheureusement, l'utilisation du score PI-RADS dans sa première version n'était pas toujours bien adaptée et une seconde version a été éditée en 2015 afin de faciliter et standardiser son usage. L'objectif du score PI-RADS v2 était de simplifier et standardiser l'IRM prostatique [10–12]. Malgré tout, quelques limitations concernant en particulier la

reproductibilité inter-observateur, étaient toujours présentes justifiant une révision mineure : le PI-RADS v2.1 [13–16]. Cette dernière version a été publiée en 2019, apportant quelques modifications sur le protocole d’acquisition des séquences IRM et une clarification de certains critères d’interprétation.

Notre article a pour but de refaire un point sur la technique de réalisation d’une IRM de la prostate et de donner les clés à un radiologue novice dans l’imagerie prostatique pour interpréter une IRM de la prostate en suivant les dernières recommandations PI-RADS 2.1.

*Pour illustrer notre propos, les données concernant la concordance inter-observateur entre un radiologue novice en imagerie prostatique et un radiologue expérimenté (14 ans) ont été analysées à partir de 178 examens IRM. Ces données ont été corrélées aux résultats anatomo-pathologiques de biopsies prostatiques réalisées sous fusion échographie-IRM.*

## 2.1 Réalisation de l’IRM de la prostate

La version 2.1 du PI-RADS ne propose pas de cadre pour la préparation du patient. Néanmoins, un lavement rectal deux heures avant l’IRM peut être utile. Une canule rectale pourra être insérée par les manipulateurs en électroradiologie médicale afin d’évacuer les gaz digestifs, sources d’artefacts.

Une antenne endorectale n’est plus recommandée. L’utilisation d’antennes de surface multi-canaux est suffisante.

L’injection intraveineuse d’antispasmodiques, tel que le glucagon, permettrait de réduire les artefacts dus au péristaltisme digestif.

L’abstinence sexuelle quelques jours avant l’IRM n’est pas recommandée.

Il est recommandé d’attendre six semaines après des biopsies de la prostate afin de réduire les remaniements hémorragiques et inflammatoires qui pourraient gêner l’interprétation de l’IRM.

La réalisation des examens sur une IRM avec un aimant 3T est recommandée, en-dehors de cas particuliers (prothèses bilatérales de hanche, pacemaker...).

Le patient est installé en décubitus.

Le protocole d'imagerie standard suivant les recommandations PI-RADS 2.1 comporte différentes séquences morphologiques et fonctionnelles :

- Une séquence axiale pondérée T2 TSE ou FSE
- Une seconde séquence pondérée T2 TSE ou FSE, d'orientation orthogonale à la précédente (sagittale ou coronale)
- Une séquence axiale 3D pondérée T2 peut éventuellement être ajoutée pour améliorer la résolution spatiale, mais est parfois inférieure aux séquences 2D dans la résolution en contraste pour la détection des lésions
- Une séquence axiale de diffusion avec deux valeurs de b : une première valeur de b comprise entre 0 et 100 s/mm<sup>2</sup> (entre 50 et 100 s/mm<sup>2</sup>, de préférence) et une seconde valeur de b entre 800 et 1000 s/mm<sup>2</sup> avec calcul du coefficient de diffusion apparent ou apparent diffusion coefficient (ADC)
- Une séquence axiale de diffusion (DWI) avec une valeur de b plus élevée, d'au moins 1400 s/mm<sup>2</sup>
- Enfin, une séquence de perfusion T1 EG rapide (DCE), après injection intraveineuse de 0,1 mmol/kg de produit de contraste gadoliné, en 2D ou 3D (de préférence 3D), avec des acquisitions d'une résolution temporelle inférieure à 15 secondes chacune, associée à une saturation de la graisse et des séquences de soustraction.
- Une séquence axiale pondérée T2 TSE de plus grand champ sur l'abdomen et le pelvis peut être nécessaire pour la détection d'adénopathies.

## 2.2 Objectif principal du score PI-RADS 2.1

L'objectif principal du score PI-RADS est d'estimer la probabilité de malignité d'une lésion prostatique sur les seules données de l'IRM. Les données clinico-biologiques (toucher rectal, taux de PSA) ne sont donc pas prises en compte.

Si une lésion prostatique est détectée en IRM, elle doit être classée dans une des cinq catégories du score PI-RADS v2.1, numérotées de un à cinq et correspondant à une probabilité croissante qu'un cancer de la prostate cliniquement significatif soit présent :

- PI-RADS 1 : très faible probabilité
- PI-RADS 2 : faible probabilité
- PI-RADS 3 : probabilité intermédiaire (équivoque)
- PI-RADS 4 : forte probabilité
- PI-RADS 5 : très forte probabilité

### 2.3 Bases de l'interprétation

Lorsque des lésions sont détectées en zone périphérique (ZP) ou en zone de transition (ZT), elles sont à analyser en se servant de séquences « dominantes » selon la zone où elles se situent : la séquence de diffusion pour la ZP et la séquence pondérée T2 pour la ZT (Figure 1, Figure 2, Figure 3).

Des séquences « mineures » complémentaires seront parfois nécessaires à la classification de ces lésions : la séquence de perfusion pour la ZP et la séquence de diffusion pour la ZT. Dans certains cas, ces séquences secondaires améliorent le score des lésions.

Par exemple, lorsqu'une lésion de la ZP est classée PI-RADS 3 sur la séquence de diffusion, il faut analyser la séquence de perfusion. Si cette dernière est positive, le score de la lésion est actualisé en PI-RADS 4, sinon elle reste classée PI-RADS 3 (Figure 4).

La séquence de perfusion ne rentre pas en compte dans la classification des autres lésions qui auraient été scorées 1, 2, 4 ou 5 sur la séquence de diffusion. La séquence pondérée T2 n'intervient pas dans la classification des lésions de la ZP.

L'évaluation de la zone périphérique est résumée dans le Tableau 1 et celle de la zone de transition dans le Tableau 2.

Les analyses du signal selon la séquence de diffusion, la séquence pondérée T2 pour la ZT, la séquence pondérée T2 pour la ZP et la séquence de perfusion sont retranscrites respectivement dans les Tableaux 3 à 6.

On décrit parfois la zone de transition comme un « chaos organisé ». Un nodule différent des autres doit interpeller.

La zone centrale (ZC) apparaît normalement en hyposignal T2 et avec un ADC abaissé de manière bilatérale et symétrique autour des canaux éjaculateurs (Figure 5). Un cancer de la prostate se développant à partir de cette région est peu fréquent et provient généralement d'une extension d'une lésion de la ZP ou de la ZT. Des anomalies de signal asymétriques de la ZC suggèrent une lésion suspecte à ce niveau (Figure 6). Des pièges dans l'analyse peuvent provenir d'une hyperplasie bénigne de la prostate de la ZT qui va venir déformer la ZC ou d'un aspect nodulaire de la ZC mais sans asymétrie de signal.

Le stroma fibro-musculaire antérieur (SFMA) est décrit comme un croissant symétrique en hyposignal sur toutes les séquences (Figure 7). Lorsqu'une lésion suspecte est détectée, il convient d'utiliser les critères d'évaluation de la ZP ou de la ZT selon l'origine la plus probable de la lésion (Figure 8).

Plusieurs anomalies de signal correspondant à des lésions bénignes peuvent être prises à tort pour des lésions suspectes. Il convient donc de les reconnaître. On peut notamment citer les nodules d'hyperplasie bénigne de la prostate qui sont classés en score 1 ou 2 en accord avec le Tableau 4.

Les lésions de prostatite sont fréquentes et souvent peu symptomatiques. Elles se présentent dans la zone périphérique comme un hyposignal sur la séquence pondérée T2, avec un ADC abaissé (mais moins bas que dans les lésions cancéreuses) et parfois avec une séquence de perfusion positive (Figure 9). Leur forme permet généralement de les distinguer de lésions malignes : les lésions de prostatite sont plus souvent en forme de bandes, triangulaires ou diffuses plutôt que rondes, focales, irrégulières.

Des lésions atrophiques peuvent également être piégeuses : elles apparaissent dans les suites d'une inflammation chronique et se présentent sous la forme de lésions triangulaires avec une rétraction prostatique associée. Elles sont en hyposignal sur la séquence pondérée T2 avec un ADC modérément abaissé.

Les lésions hémorragiques post-biopsie, les kystes, les calcifications et les lésions fibrosantes sont généralement facilement reconnaissables.

Le plus grand axe des lésions est mesuré sur des séquences réalisées en coupes axiales, sur l'ADC pour une lésion localisée en ZP et sur le T2 pour une lésion en ZT.

## 2.4 PI-RADS 2.1 : nouveautés

La dernière version du PI-RADS a permis de préciser les modalités pour standardiser la réalisation d'une IRM prostatique [13,17] :

- Une séquence pondérée T2 doit être réalisée en coupe axiale et au moins une autre dans une coupe orthogonale.
- Les valeurs du b des séquences de diffusion (DWI) ont été revues, en particulier celles pour la plus faible valeur du b.
- Concernant la séquence de perfusion (DCE), il est désormais préférable de choisir des séquences 3D mais celles en 2D sont acceptables. La résolution temporelle des séquences a été augmentée, mais doit être inférieure ou égale à 15 secondes. Bien que la séquence de perfusion soit considérée comme une séquence mineure dans l'interprétation, il est toujours recommandé de la réaliser en l'absence d'études suffisantes pour s'en passer.

Des modifications et précisions ont également été apportées quant à l'interprétation du signal des différentes zones anatomiques de la prostate.

Les définitions des scores 2 et 3 de la séquence de diffusion ont été remaniées, en particulier pour réduire les soucis de gradation entre les scores 3 et 4 de la précédente version du PI-RADS.

Les scores 1 et 2 de la séquence pondérée T2 pour l'analyse de la zone de transition ont été changés pour faciliter son interprétation. En outre, les lésions classées en score PI-RADS 2 dans la ZT nécessitent désormais l'analyse de la séquence « mineure » de diffusion qui pourra les incrémenter d'un rang.

La définition du scoring négatif de la séquence DCE a également été retravaillée pour plus de clarté.

Pour comparaison et plus de clarté, la précédente évaluation de la zone de transition selon la version 2 du PI-RADS est présentée dans le Tableau 7, tandis que les autres modifications précédemment citées font l'objet d'une colonne accessoire dans le Tableau 3, le Tableau 4 et le Tableau 6.

L'analyse de la zone centrale (ZC) et du stroma fibro-musculaire antérieur (SFMA) a été développée dans la nouvelle version du PI-RADS. Leur aspect normal a été détaillé, tout comme les anomalies devant évoquer une lésion suspecte de cancer dans ces localisations.

Il a été précisé à quel niveau il convient de prendre les mesures des plus grands diamètres afin de calculer le volume prostatique : le diamètre maximal antéro-postérieur et celui longitudinal sont à prendre au milieu de la prostate sur la séquence sagittale pondérée T2, tandis que le diamètre maximal transverse est à mesurer sur la séquence axiale.

Enfin, la segmentation de la prostate a évolué en 41 secteurs (38 pour la prostate, deux pour les vésicules séminales et un pour le sphincter externe urétral) contre 39 au total précédemment.

## 2.5 Comparaison des performances PI-RADS 2.1 versus PI-RADS 2

L'IRM multiparamétrique de la prostate a désormais une place prépondérante dans la prise en charge des cancers prostatiques [3]. La mise à jour du score PI-RADS dans sa version 2.1 permet de rendre la plus accessible et reproductible possible l'interprétation des IRM prostatiques, étant donné la prévalence de ce cancer [13].

La méta-analyse de Drost & al. a montré que la détection d'un cancer de la prostate de grade ISUP  $\geq 2$  par une IRM prostatique chez des patients naïfs de biopsies avant la réalisation de ces dernières ou avant une deuxième série de biopsies avait une sensibilité excellente à 91 % (IC 95 % : 83 – 95 %) [5]. En revanche, la spécificité était plus modérée à 37 % (IC 95 % : 29 % – 46 %).

Une récente méta-analyse de Park & al. mettait en évidence les bonnes performances diagnostiques de la version 2.1 du PI-RADS pour la détection de cancer de la prostate significatif (ISUP  $\geq 2$ ) avec une sensibilité de 87 % et une spécificité de 74 % [18]. En revanche, il n'existait pas d'amélioration significative par rapport à la version 2 du PI-RADS, pour laquelle la sensibilité et la spécificité étaient respectivement de 89 % et 73 %.

D'autres études récentes, comme celles de Hötker & al. et Rudolph & al., ne montraient également pas d'amélioration significative de la dernière version du PI-RADS par rapport à la précédente dans la performance diagnostique [19,20]. La performance de la v2.1 dans la

détection de cancer de la prostate significatif dans l'étude de Hötker & al. n'était pas significativement meilleure que la v2, avec des aires sous la courbe comprises entre 0,75 et 0,88 pour la v2.1 et entre 0,75 et 0,87 pour la v2 [19]. Dans cette même étude, le Kappa de Cohen évaluant la corrélation inter-observateur était modéré à 0,51 (IC 95 % : 0,44 – 0,59) pour la v2.1, tout comme pour la v2 avec un Kappa à 0,57 (IC 95 % : 0,49 – 0,66), sans différence significative entre les deux.

La version 2.1 du PI-RADS ayant principalement modifié l'analyse de la ZT, plusieurs études récentes ont surtout cherché à mettre en évidence l'apport de la nouvelle version du PI-RADS pour cette zone anatomique.

Les modifications de l'interprétation de la ZT sont sources de résultats très variables dans la littérature. Plusieurs études considèrent que la version 2.1 ne permet pas une meilleure concordance inter-observateur. C'est le cas de celles de Rudolph & al., Bhayana & al. ou Byun & al. [20–22]. Cette dernière ne parvenait également pas à montrer une meilleure détection de cancer de la prostate significatif en ZT. L'étude de Tamada & al. présentait des résultats similaires [23].

En revanche, l'étude de Wei & al. mettait en évidence une amélioration de la reproductibilité inter-observateur pour la ZT, avec des coefficients de concordance significativement supérieurs avec la v2.1 par rapport à la v2 : Kappa à 0,70 versus 0,62 et à 0,81 versus 0,73 [24].

L'analyse de la séquence de diffusion dans la ZP a également été modifiée. Quelques études, comme celle de Rudolph & al., n'ont pas mis en évidence d'amélioration significative dans la performance diagnostique de la version 2.1 par rapport à la version 2 pour l'analyse de la ZP [20]. L'étude de Bhayana & al. a permis de montrer que la concordance inter-observateur de la ZP était améliorée grâce à la version 2.1 du PI-RADS, avec un Kappa à 0,59 versus 0,37 dans la version 2 pour les lésions de la ZP avec un score PI-RADS  $\geq 3$  [21].

*Dans notre expérience, la concordance inter-observateur dans la détection de lésions considérées comme suspectes, soit un score PI-RADS  $\geq 3$ , était modérée, avec 37 % de lésions décrites aussi bien par le lecteur senior que le lecteur junior. Le taux de concordance s'améliorait lorsqu'il s'agissait de lésions situées dans la zone périphérique, avec 45 % de*

concordance. En revanche, le taux chutait à 18 % pour la zone de transition, avec le lecteur senior qui avait décrit près de deux fois moins de lésions que le lecteur junior.

Notre reproductibilité inter-observateur pour le scoring selon PI-RADS 2.1 des lésions PI-RADS  $\geq 3$  était modérée avec un Kappa à 0,52 (IC 95 % : 0,41 – 0,64). Cette concordance était donc similaire à celle retrouvée dans la littérature.

Concernant la corrélation des lésions décrites en IRM aux données anatomo-pathologiques, la reproductibilité inter-observateur de notre étude était bonne, avec un Kappa à 0,75 (IC95 % : 0,62 – 0,88), pour les lésions PI-RADS  $\geq 3$  avec biopsies revenues positives. Le Kappa était même meilleur,  $k = 0,79$  (IC95 % : 0,66 – 0,93) lorsque les biopsies étaient revenues positives avec un cancer significatif (ISUP  $\geq 2$ ). Contrairement à la faible concordance dans la détection de lésions suspectes en ZT, la reproductibilité inter-observateur des lésions PI-RADS  $\geq 3$  avec biopsies positives y était excellente dans cette zone, avec un Kappa à 0,84 (IC95 % : 0,55 – 1).

Peu de cancers significatifs, toutes zones confondues, ont donc été sous-diagnostiqués par nos deux lecteurs : quatre (2,2 %) pour le radiologue junior et trois (1,7 %) pour le radiologue senior, sur un total de 79 examens avec cancers significatifs parmi les 178 examens relus. Dans notre expérience, l'expérience du lecteur apparaît donc exercer une faible influence dans la détection des cancers de la prostate significatifs.

## 2.6 Limites du PI-RADS v2.1

Selon la méta-analyse de Park & al., l'expérience des lecteurs n'aurait pas d'influence sur l'interprétation d'une IRM de la prostate [18]. Bien qu'un des objectifs du PI-RADS soit de rendre plus accessible l'interprétation des IRM prostatiques, les résultats de cette méta-analyse sont à pondérer car des radiologues de moins de cinq ans d'expérience étaient uniquement représentés dans une étude sur dix. A l'inverse, d'autres études telle que celle de Hötcker & al. considéraient que l'expérience des radiologues était un facteur non négligeable dans la performance diagnostique et la concordance inter-observateur [19]. L'analyse de la zone de transition est particulièrement sensible à cette expérience, comme l'étude de Wei & al. a pu le préciser [24].

L'étude de Brembilla & al. a analysé plusieurs autres facteurs pouvant influencer la reproductibilité inter-observateur [25]. Les données étaient ainsi plus souvent concordantes dans les situations suivantes : une densité de PSA (rapport taux de PSA / volume

prostatique)  $\geq 0,15$  ng/mL/cc, une forte suspicion de cancer de la prostate avant la réalisation de l'IRM, un score PI-RADS  $\geq 4$ , une localisation lésionnelle en zone périphérique, un signal homogène de la ZP et une interprétation de l'examen considérée comme facile.

Les travaux de Purysko & al. avaient également suggéré que la connaissance de la machine pouvait influencer sur l'interprétation des images [26].

## 2.7 Données du compte-rendu type

Selon le document de l'American College of Radiology, la date et la valeur du taux sanguin de PSA doivent figurer dans les renseignements cliniques, si ces données sont disponibles [16]. Les éventuels antécédents de biopsies prostatiques ou de traitements antérieurs, comme la radiothérapie, doivent également être inscrits.

La mesure du volume de la prostate selon la formule de l'ellipsoïde est utile à préciser, en particulier pour calculer la densité du PSA.

Chaque lésion prostatique décrite doit être classée dans une des cinq catégories PI-RADS. Le cancer de la prostate étant souvent multifocal, et afin de rendre plus claire la lecture du compte-rendu pour le destinataire, nous proposons de ne décrire que les lésions avec un score PI-RADS supérieur ou égal à trois.

L'extension extra-prostatique ou non est précisée, tout comme l'atteinte des vésicules séminales et/ou l'envahissement des bandelettes neuro-vasculaires.

La présence d'adénopathies et/ou de métastases osseuses est notée.

Un document annexe avec une cartographie de la prostate et de ses différents secteurs peut être ajouté afin d'aider le correspondant à localiser la ou les lésions suspecte(s). Il peut également être utile avant un éventuel geste biopsique.

Le score de la lésion la plus péjorative est mis en avant dans la conclusion du compte-rendu.

### **3. CONCLUSION**

Ni les performances diagnostiques, qui étaient déjà bonnes avec la version 2, ni la concordance inter-observateur, modérée à bonne, n'ont fait un grand pas en avant avec la version 2.1 du PI-RADS.

Néanmoins, la version 2.1 du PI-RADS permet de standardiser la technique de réalisation d'une IRM de la prostate et de rendre plus simple son interprétation par rapport à la précédente version du score PI-RADS, en clarifiant certains points.

#### **Protection des droits des sujets humains et animaux**

Les auteurs déclarent que la conduite de la recherche décrite dans cet article est en accord avec la Déclaration d'Helsinki de l'Association Médicale Mondiale révisée en 2013 concernant les expérimentations sur les patients ou sujets, ainsi qu'avec la directive européenne 2010/63/EU concernant les expérimentations animales.

#### **Consentement éclairé et confidentialité des données**

Les auteurs déclarent que l'article ne contient aucune donnée personnelle pouvant identifier le patient ou le sujet.

#### **Déclaration de liens d'intérêts**

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

#### **Financement**

Cette étude n'a reçu aucun financement spécifique d'une agence publique, commerciale ou à but non lucratif.

#### **Contribution et responsabilité des auteurs**

L'ensemble des auteurs attestent du respect des critères de l'International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) en ce qui concerne leur contribution à l'article.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Le cancer de la prostate [Internet]. 2021 [cité 6 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Les-chiffres-du-cancer-en-France/Epidemiologie-des-cancers/Les-cancers-les-plus-frequents/Cancer-de-la-prostate>
2. Defossez G, Le Guyader-Peyrou S, Uhry Z, Grosclaude P, Colonna M, Dantony E, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018. Santé Publique France; 2019.
3. Rozet F, Mongiat-Artus P, Hennequin C, Beauval JB, Beuzeboc P, Cormier L, et al. Recommandations françaises du Comité de cancérologie de l'AFU – actualisation 2020–2022 : cancer de la prostate. Prog En Urol. nov 2020;30(12):S136-251.
4. Gosselaar C, Roobol MJ, Roemeling S, Schröder FH. The Role of the Digital Rectal Examination in Subsequent Screening Visits in the European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC), Rotterdam. Eur Urol. sept 2008;54(3):581-8.
5. Drost FJH, Osses DF, Nieboer D, Steyerberg EW, Bangma CH, Roobol MJ, et al. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer. Cochrane Urology Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 25 avr 2019 [cité 6 sept 2021]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012663.pub2>
6. Rouvière O, Puech P, Renard-Penna R, Claudon M, Roy C, Mège-Lechevallier F, et al. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naïve patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study. Lancet Oncol. janv 2019;20(1):100-9.
7. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, Panebianco V, Mynderse LA, Vaarala MH, et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis. N Engl J Med. 10 mai 2018;378(19):1767-77.
8. Epstein JI, Egevad L, Srigley JR, Humphrey PA. The 2014 International Society of Urological Pathology (ISUP) Consensus Conference on Gleason Grading of Prostatic Carcinoma. Am J Surg Pathol. 2016;40(2):9.
9. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. Eur Radiol. avr 2012;22(4):746-57.
10. Rosenkrantz AB, Lim RP, Haghghi M, Somberg MB, Babb JS, Taneja SS. Comparison of Interreader Reproducibility of the Prostate Imaging Reporting and Data System and Likert Scales for Evaluation of Multiparametric Prostate MRI. Am J Roentgenol. oct

2013;201(4):W612-8.

11. Weinreb JC, Barentsz JO, Choyke PL, Cornud F, Haider MA, Macura KJ, et al. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur Urol.* janv 2016;69(1):16-40.
12. Rosenkrantz AB, Oto A, Turkbey B, Westphalen AC. Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS), Version 2: A Critical Look. *Am J Roentgenol.* juin 2016;206(6):1179-83.
13. Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, Padhani AR, Villeirs G, Macura KJ, et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. *Eur Urol.* sept 2019;76(3):340-51.
14. American College of Radiology Committee on PI-RADS®. PI-RADS® 2019 v2.1 [Internet]. 2019 [cité 2 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/PI-RADS/PIRADS-V2-1.pdf>
15. Rosenkrantz AB, Ginocchio LA, Cornfeld D, Froemming AT, Gupta RT, Turkbey B, et al. Interobserver Reproducibility of the PI-RADS Version 2 Lexicon: A Multicenter Study of Six Experienced Prostate Radiologists. *Radiology.* sept 2016;280(3):793-804.
16. Greer MD, Brown AM, Shih JH, Summers RM, Marko J, Law YM, et al. Accuracy and agreement of PIRADsv2 for prostate cancer mpMRI: A multireader study: PIRADsv2 for Prostate Tumor Detection. *J Magn Reson Imaging.* févr 2017;45(2):579-85.
17. Barrett T, Rajesh A, Rosenkrantz AB, Choyke PL, Turkbey B. PI-RADS version 2.1: one small step for prostate MRI. *Clin Radiol.* nov 2019;74(11):841-52.
18. Park KJ, Choi SH, Kim M, Kim JK, Jeong IG. Performance of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1 for Diagnosis of Prostate Cancer: A Systematic Review and META-ANALYSIS. *J Magn Reson Imaging.* juill 2021;54(1):103-12.
19. Hötter AM, Blüthgen C, Rupp NJ, Schneider AF, Eberli D, Donati OF. Comparison of the PI-RADS 2.1 scoring system to PI-RADS 2.0: Impact on diagnostic accuracy and inter-reader agreement. *Woo H, éditeur. PLOS ONE.* 5 oct 2020;15(10):e0239975.
20. Rudolph MM, Baur ADJ, Cash H, Haas M, Mahjoub S, Hartenstein A, et al. Diagnostic performance of PI-RADS version 2.1 compared to version 2.0 for detection of peripheral and transition zone prostate cancer. *Sci Rep.* déc 2020;10(1):15982.
21. Bhayana R, O’Shea A, Anderson MA, Bradley WR, Gottumukkala RV, Mojtahed A, et al. PI-RADS Versions 2 and 2.1: Interobserver Agreement and Diagnostic Performance in Peripheral and Transition Zone Lesions Among Six Radiologists. *Am J Roentgenol.* juill 2021;217(1):141-51.

22. Byun J, Park KJ, Kim M, Kim JK. Direct Comparison of PI-RADS Version 2 and 2.1 in Transition Zone Lesions for Detection of Prostate Cancer: Preliminary Experience. *J Magn Reson Imaging*. août 2020;52(2):577-86.
23. Tamada T, Kido A, Takeuchi M, Yamamoto A, Miyaji Y, Kanomata N, et al. Comparison of PI-RADS version 2 and PI-RADS version 2.1 for the detection of transition zone prostate cancer. *Eur J Radiol*. déc 2019;121:108704.
24. Wei C gang, Zhang Y yue, Pan P, Chen T, Yu H chang, Dai G cheng, et al. Diagnostic Accuracy and Interobserver Agreement of PI-RADS Version 2 and Version 2.1 for the Detection of Transition Zone Prostate Cancers. *Am J Roentgenol*. mai 2021;216(5):1247-56.
25. Brembilla G, Dell'Oglio P, Stabile A, Damascelli A, Brunetti L, Ravelli S, et al. Interreader variability in prostate MRI reporting using Prostate Imaging Reporting and Data System version 2.1. *Eur Radiol*. juin 2020;30(6):3383-92.
26. Purysko AS, Bittencourt LK, Bullen JA, Mostardeiro TR, Herts BR, Klein EA. Accuracy and Interobserver Agreement for Prostate Imaging Reporting and Data System, Version 2, for the Characterization of Lesions Identified on Multiparametric MRI of the Prostate. *Am J Roentgenol*. août 2017;209(2):339-49.

## TABLEAUX

Tableau 1. Évaluation de la zone périphérique selon PI-RADS v2.1

Diffusion	Perfusion	T2	PI-RADS
1	/	/	1
2	/	/	2
3	-	/	3
3	+	/	4
4	/	/	4
5	/	/	5

- : négative

+ : positive

**Tableau 2. Évaluation de la zone de transition selon PI-RADS v2.1**

T2	Diffusion	Perfusion	PI-RADS
1	/	/	1
2	$\leq 3$	/	2
2	$\geq 4$	/	3
3	$\leq 4$	/	3
3	5	/	4
4	/	/	4
5	/	/	5

**Tableau 3. Évaluation de la séquence de diffusion**

Score	Zone périphérique et zone de transition selon PI-RADS v2.1	ZP et ZT selon PI-RADS v2
1	Pas d'anomalie (normal) sur la cartographie ADC et sur la séquence de diffusion à b élevé	Idem que v2.1
2	Hypo-intensité linéaire/triangulaire sur la cartographie ADC et/ou hyperintensité sur la séquence de diffusion à b élevé	Hypo-intensité indistincte sur la cartographie ADC
3	Lésion focale (discrète et différente par rapport à l'arrière-plan) hypo-intense sur la cartographie ADC et/ou hyperintense sur la séquence de diffusion à b élevé ; la lésion peut être très hypo-intense sur la cartographie ADC ou très hyperintense sur la séquence de diffusion à b élevé, mais pas sur les deux	Lésion focale légèrement/modérément hypo-intense sur la cartographie ADC et iso-intense ou légèrement hyperintense sur la séquence de diffusion à b élevé
4	Lésion focale très hypo-intense sur la cartographie ADC et très hyperintense sur la séquence de diffusion à b élevé ; < 15 mm de plus grand diamètre	Idem que v2.1
5	Idem que le score 4 mais $\geq$ 15 mm de plus grand diamètre ou extension extra-prostatique certaine/comportement invasif	Idem que v2.1

**Tableau 4. Évaluation de la séquence pondérée T2 pour la zone de transition**

Score	Zone de transition selon PI-RADS v2.1	ZT selon PI-RADS v2
1	ZT d'aspect normal (rare) ou nodule rond, complètement encapsulé (« nodule typique »)	Intensité de signal intermédiaire homogène (normal)
2	Nodule presque complètement encapsulé OU nodule circonscrit homogène non-encapsulé (« nodule atypique ») OU zone homogène modérément hypo-intense entre des nodules	Nodule(s) circonscrit(s) hypo-intense(s) ou encapsulé(s) hétérogène(s) (hyperplasie bénigne de la prostate)
3	Signal hétérogène à bords flous Inclus les autres aspects non catégorisables 2, 4 ou 5	Idem que v2.1
4	Hypo-intensité modérée, lenticulaire ou non-circonscrite, homogène, et de < 15 mm de plus grand diamètre	Idem que v2.1
5	Idem que le score 4 mais $\geq$ 15 mm de plus grand diamètre ou extension extra-prostatique certaine/comportement invasif	Idem que v2.1

**Tableau 5. Évaluation de la séquence pondérée T2 pour la zone périphérique**

Score	Zone périphérique selon PI-RADS v2.1
1	Hyperintensité de signal uniforme (normal)
2	Hypo-intensité linéaire ou triangulaire ou hypo-intensité diffuse, généralement à contours flous
3	Signal hétérogène ou hypo-intensité modérée arrondie, non-circonsrite Inclus les autres aspects non catégorisables 2, 4 ou 5
4	Lésion focale ou masse confinée à la prostate, circonsrite, homogène, modérément hypo-intense et de < 15 mm de plus grand diamètre
5	Idem que le score 4 mais $\geq$ 15 mm de plus grand diamètre ou extension extra-prostatique certaine/comportement invasif

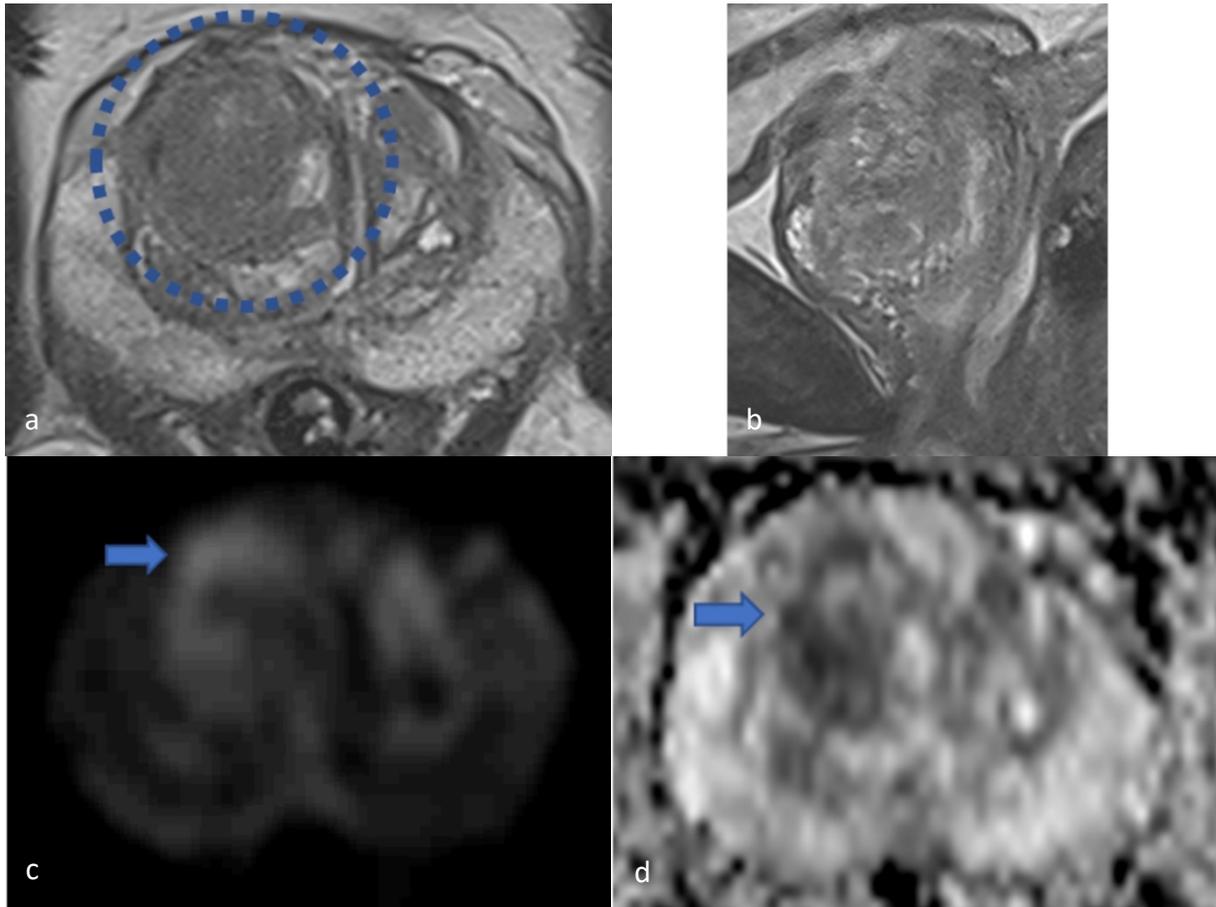
**Tableau 6. Évaluation de la séquence de perfusion**

Score	Zone périphérique et zone de transition selon PI-RADS v2.1	ZP et ZT selon PI-RADS v2
Négatif (-)	Pas de rehaussement précoce ou contemporain, ou rehaussement diffus multifocal ne correspondant PAS à une lésion focale sur la séquence pondérée T2 et/ou sur la séquence de diffusion ou rehaussement focal correspondant à une lésion présentant les caractéristiques d'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) sur la séquence pondérée T2 (y compris les caractéristiques d'un nodule d'HBP extrudé dans la ZP)	Pas de rehaussement précoce, ou rehaussement diffus ne correspondant pas à une lésion focale sur la séquence pondérée T2 et/ou sur la séquence de diffusion ou rehaussement focal correspondant à une lésion présentant les caractéristiques d'HBP sur la séquence pondérée T2
Positif (+)	Lésion focale avec rehaussement plus précoce ou contemporain des tissus prostatiques adjacents normaux et correspondant à une lésion suspecte sur la séquence pondérée T2 et/ou la séquence de diffusion	Idem que v2.1

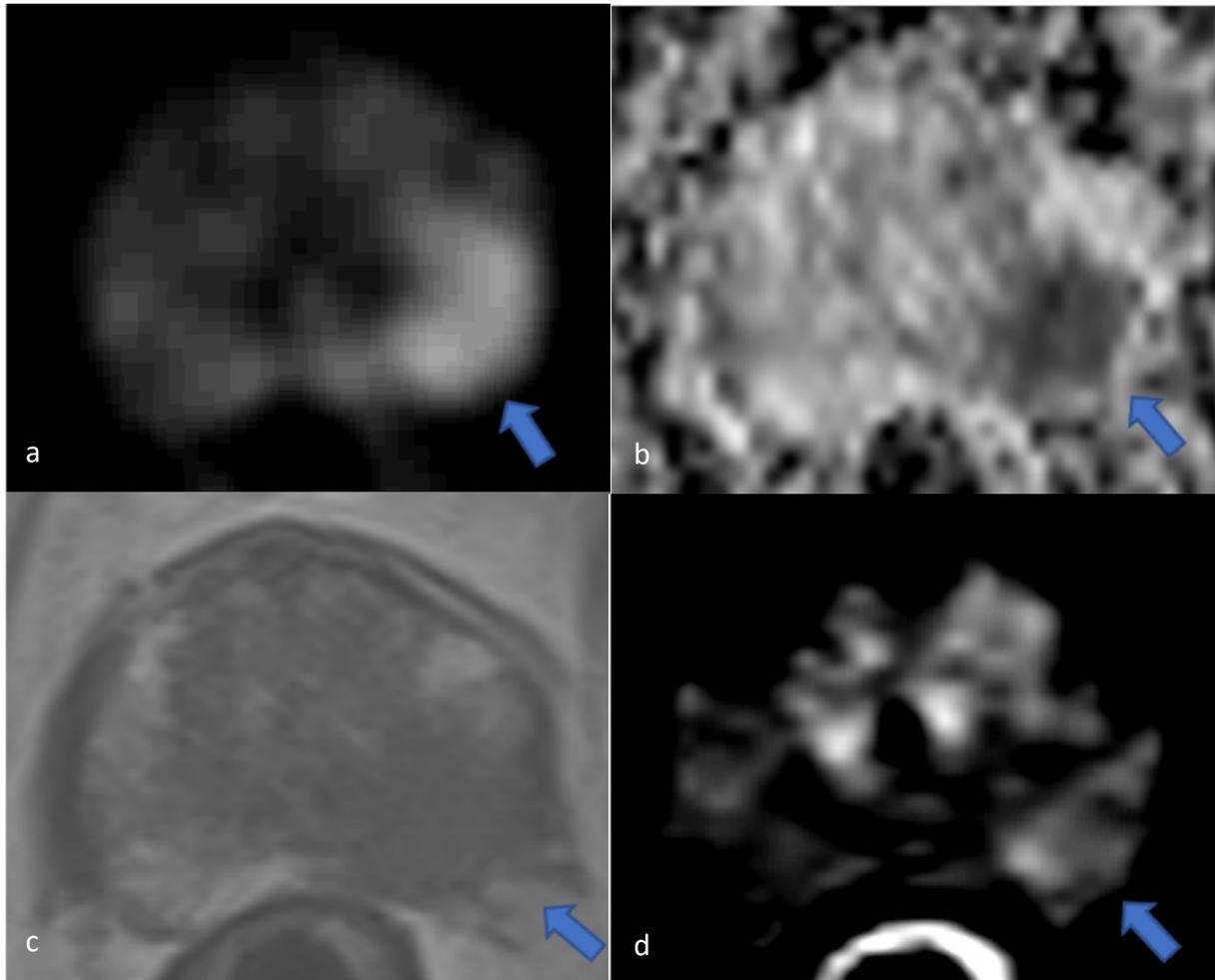
**Tableau 7. Évaluation de la zone de transition selon PI-RADS v2**

T2	Diffusion	Perfusion	PI-RADS
1	/	/	1
2	/	/	2
3	≤ 4	/	3
3	5	/	4
4	/	/	4
5	/	/	5

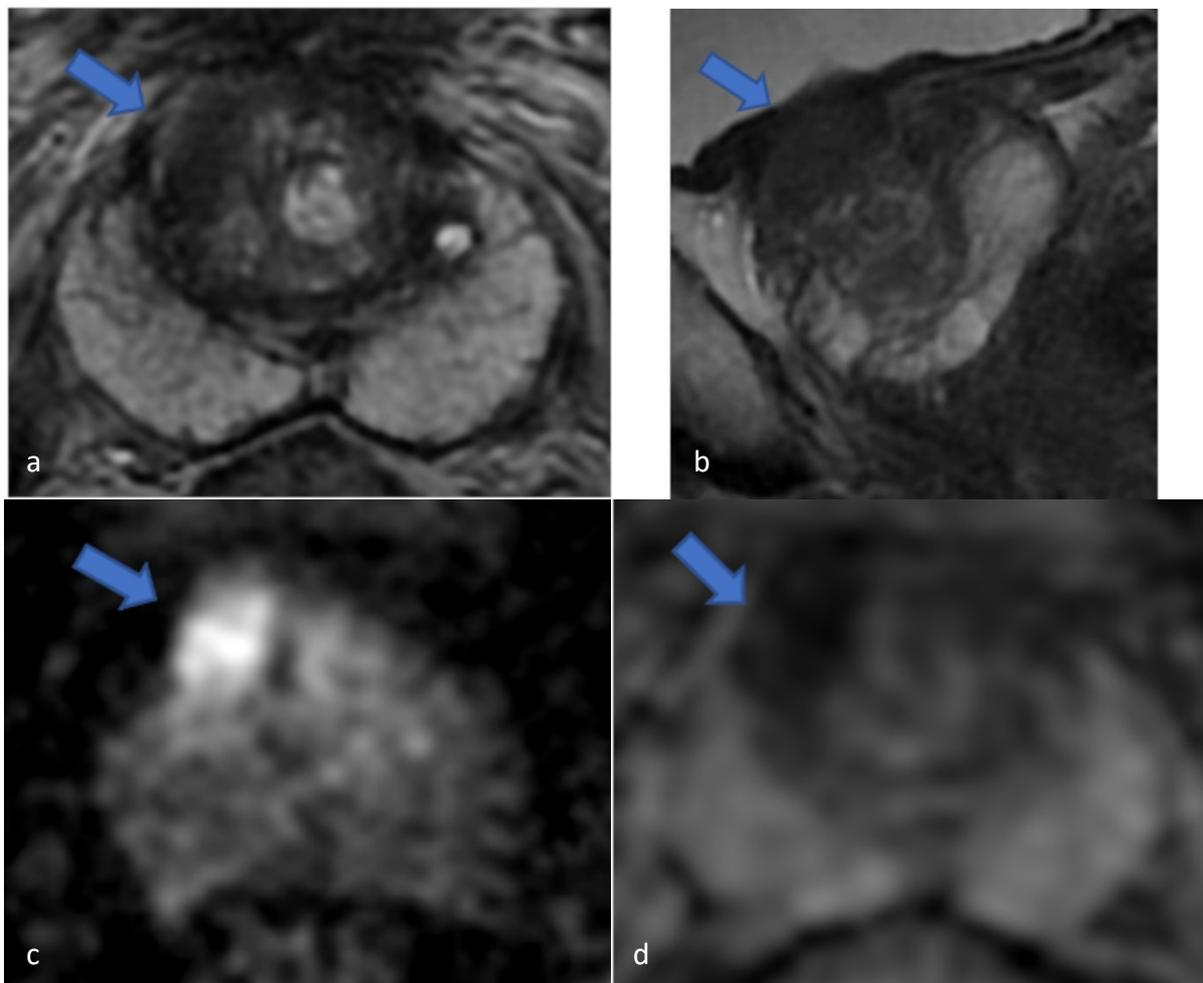
## FIGURES



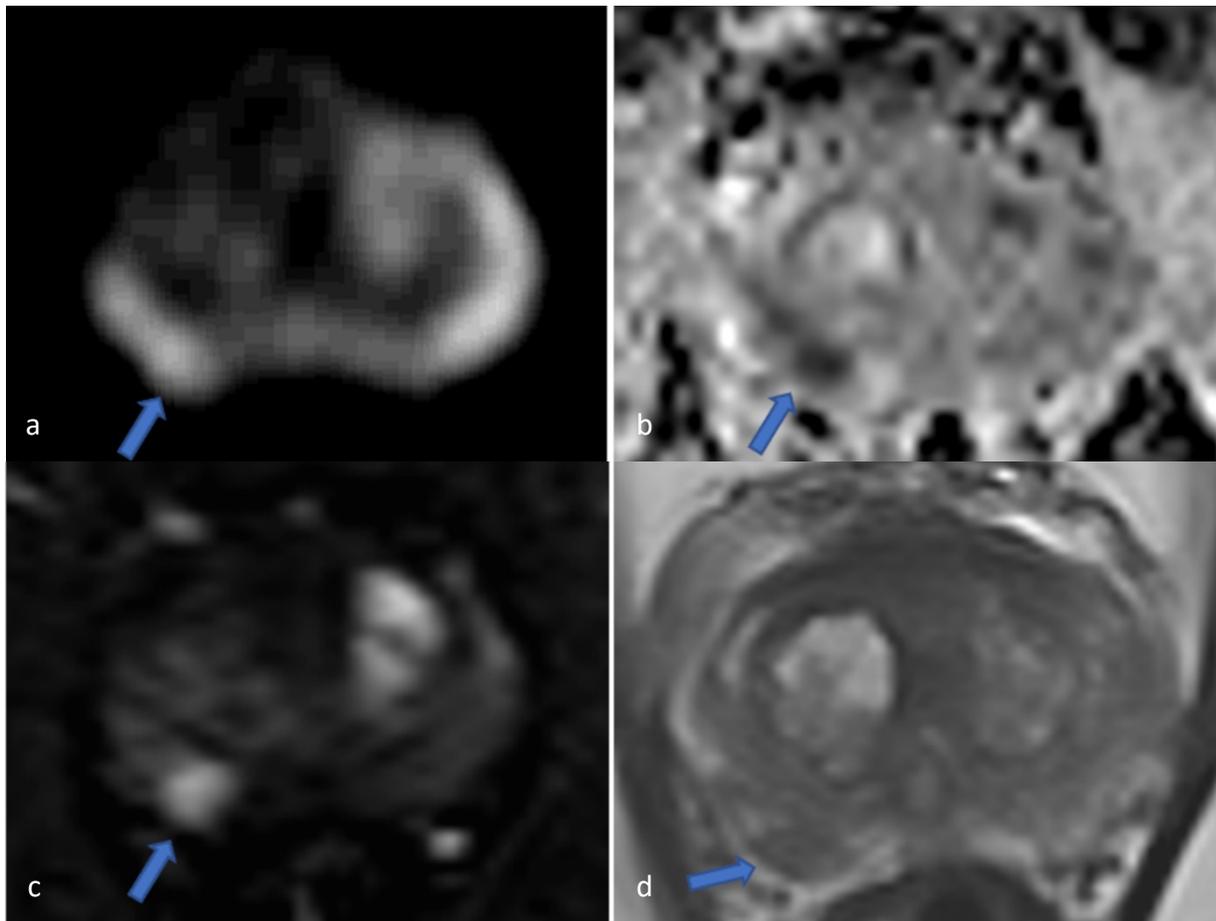
**Figure 1.** Homme de 54 ans présentant une hausse du PSA à 30 ng/mL, sans anomalie au toucher rectal, sans lésion suspecte sur une IRM précédente et aux biopsies négatives. (a) Séquence axiale pondérée T2. (b) Séquence sagittale pondérée T2. (c) Séquence de diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ). (d) Cartographie ADC. Pas d'anomalie de signal de la ZP sur la séquence de diffusion et sur la cartographie ADC. En ZT droite, nodule presque complètement encapsulé sur la séquence pondérée T2 (score 2), avec baisse modérée de l'ADC et léger hypersignal diffusion à b élevé (score 3) ne modifiant pas la catégorie de la lésion : PI-RADS 2.



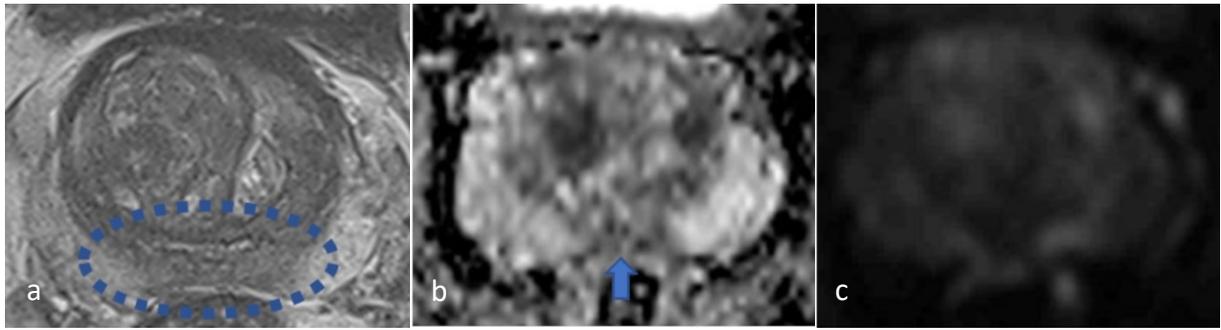
**Figure 2.** Homme de 70 ans présentant un taux de PSA à 6,8 ng/mL. (a) Séquence de diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ). (b) Cartographie ADC. (c) Séquence axiale pondérée T2. (d) Séquence de perfusion avec soustraction. En ZP gauche, lésion de 17 mm en hypersignal diffusion marqué avec baisse de l'ADC (a,b). Sur la séquence pondérée T2 (c), l'aspect spiculé de la capsule prostatique est en faveur d'une extension extra-prostatique avec atteinte des bandelettes neuro-vasculaires latéralisées à gauche. La lésion est classée PI-RADS 5. La lésion se rehausse précocement après injection de gadolinium par rapport au côté controlatéral (d). A la biopsie ciblée sous fusion échographie-IRM : adénocarcinome prostatique ISUP 3.



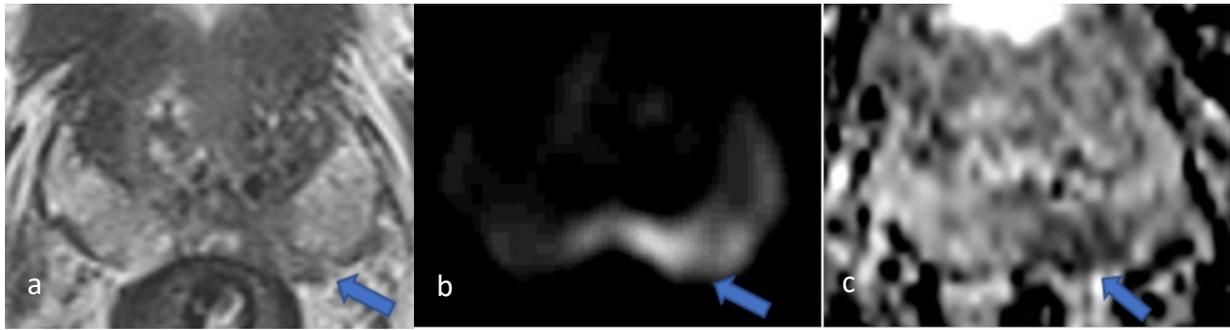
**Figure 3.** Homme de 61 ans en surveillance active d'un adénocarcinome prostatique ISUP 1 et présentant un taux de PSA à 6,6 ng/mL sans anomalie au toucher rectal. (a) Séquence axiale pondérée T2. (b) Séquence sagittale pondérée T2. (c) Séquence de diffusion à b élevé ( $b = 1400 \text{ s/mm}^2$ ). (d) Cartographie ADC. En ZT droite, hypo-intensité de signal T2 homogène lenticulaire de 14 mm (a,b) : PI-RADS 4. Hypersignal diffusion marqué (c) et importante chute de l'ADC (d). A la biopsie ciblée : adénocarcinome prostatique ISUP 2.



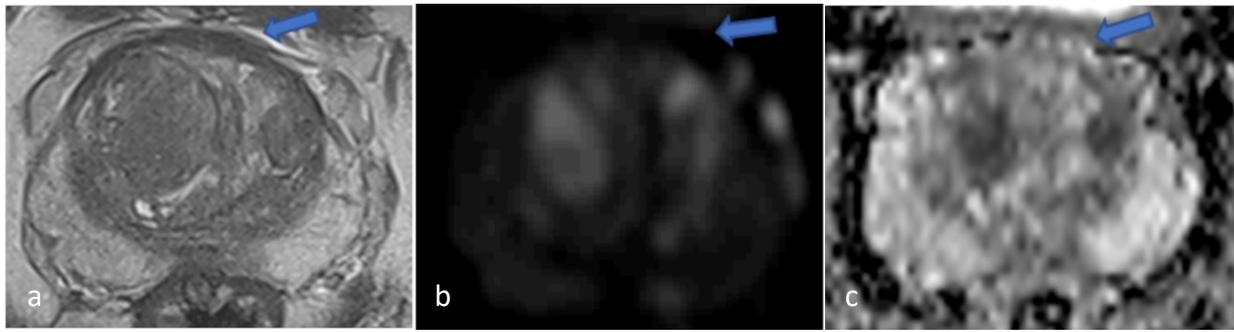
**Figure 4.** Homme de 68 ans présentant un cancer de prostate ISUP 1 en surveillance active, taux de PSA à 7 ng/mL. (a) Séquence de diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ). (b) Cartographie ADC. (c) Séquence de perfusion avec soustraction. (d) Séquence axiale pondérée T2. En ZP droite, lésion focale de 11 mm avec ADC très abaissé et hypersignal diffusion à b élevé modéré (score 3). Rehaussement focal intense et précoce sur la séquence de perfusion (perfusion positive) : lésion PI-RADS 3, actualisée PI-RADS 4. A la biopsie ciblée : adénocarcinome prostatique ISUP 1.



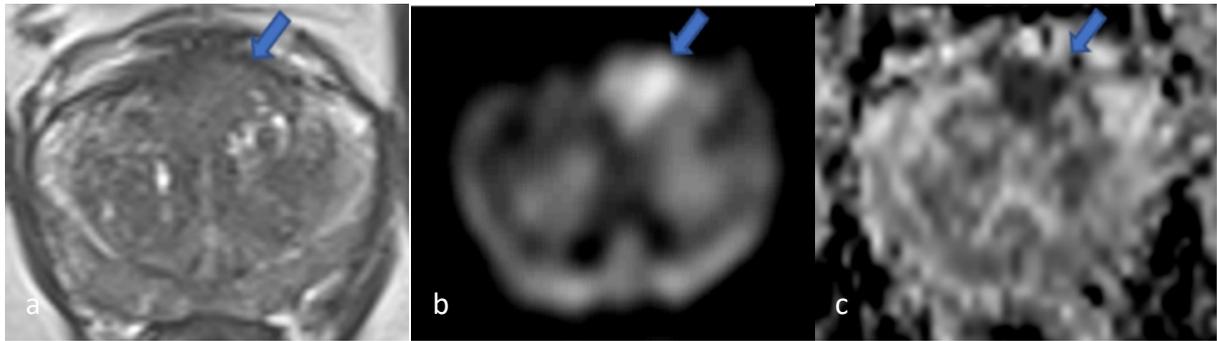
**Figure 5.** Zone centrale normale en hyposignal bilatéral et symétrique sur la séquence axiale pondérée T2 (a) et la cartographie ADC (b). ZC normale en discret hypersignal diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (c).



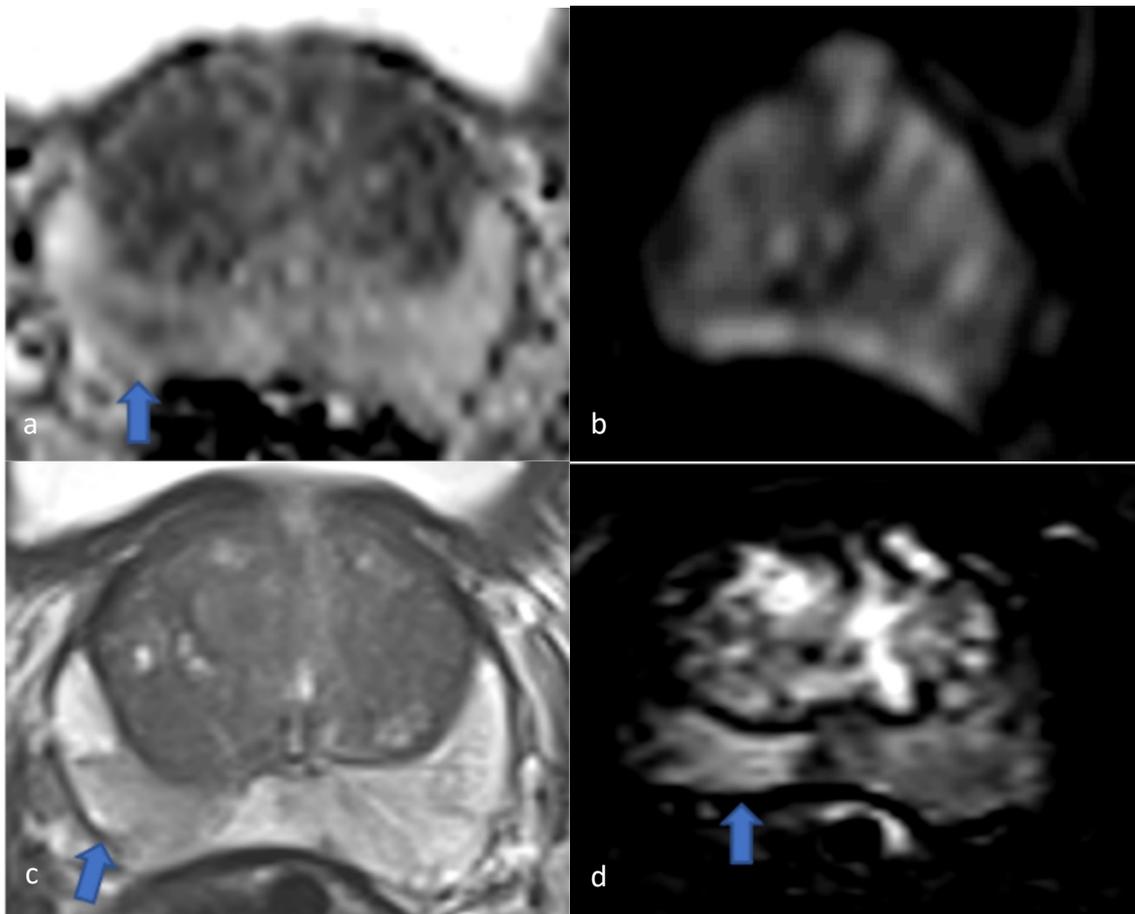
**Figure 6.** Homme de 59 ans avec taux de PSA à 12 ng/mL. (a) Asymétrie de signal de la zone centrale avec hypo-intensité plus marquée à gauche sur la séquence axiale pondérée T2. (b,c) Correspondance sur la séquence de diffusion et la cartographie ADC avec lésion en hypersignal diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (b) et baisse de l'ADC (c). A la biopsie ciblée : adénocarcinome prostatique ISUP 2.



**Figure 7.** Stroma fibro-musculaire antérieur normal. Croissant symétrique en hyposignal sur les séquences suivantes : séquence pondérée T2 (a) et séquence de diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (b). Sur la cartographie ADC (c), le signal est équivalent au signal de fond de la prostate.



**Figure 8.** Homme de 59 ans avec taux de PSA à 6,6 ng/mL. Lésion du SFMA évaluée en utilisant les critères de la ZT. Sur la séquence pondérée T2 (a), lésion lenticulaire de 12 mm en hyposignal modéré homogène : PI-RADS 4. Elle se présente sous l'aspect d'un hypersignal diffusion marqué à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (b) avec une forte baisse sur la cartographie ADC (c). A la biopsie ciblée : adénocarcinome prostatique ISUP 2.



**Figure 9.** Homme de 61 ans avec taux de PSA à 8,5 ng/mL et aux antécédents de biopsies négatives. En ZP droite, plage triangulaire avec baisse modérée de l'ADC (a), sans franc hypersignal diffusion à b élevé ( $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ ) (b). Sur la séquence pondérée T2 (c), plage triangulaire modérément hypo-intense homogène, se rehaussant intensément et précocement sur la séquence de perfusion avec soustraction (d). Anomalies de signal en faveur d'une prostatite, confirmée à la biopsie.

### III. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

---

L'IRM multiparamétrique de la prostate a désormais une place prépondérante dans la prise en charge du cancer de la prostate, en particulier dans la détection de lésions suspectes avant la réalisation de biopsies de la prostate échoguidées. Bien que l'incidence du cancer de la prostate ait connu une légère baisse entre 2010 et 2015, cette pathologie reste très fréquente chez les hommes (3). Le nombre d'examen par IRM devrait ainsi continuer à être important. Le développement de recommandations internationales apparaissait donc nécessaire afin de généraliser et uniformiser la technique de réalisation de l'IRM multiparamétrique de la prostate, ainsi que ses méthodes de lecture.

C'est dans ce but que l'ESUR a proposé une première version du PI-RADS en 2012 (22). La réalisation d'une séquence de spectroscopie, peu courante en-dehors des centres experts, rendait le protocole de réalisation de l'examen difficilement généralisable. L'utilisation du PI-RADS était également d'analyse complexe, en particulier pour un radiologue non expert dans l'imagerie prostatique, avec une grille de lecture manquant parfois de précision. Une méta-analyse d'Hamoen & al. jugeant la précision diagnostique du PI-RADS v1 retrouvait de bons résultats, mais hétérogènes et peu reproductibles entre les différentes études (35). Les travaux de Vaché & al. au sein de cette méta-analyse concluaient même à un score de Likert supérieur au PI-RADS v1, avec un coefficient de corrélation inter-observateur Kappa compris entre 0,378 et 0,441 pour le PI-RADS v1 et entre 0,470 et 0,524 pour l'échelle de Likert (36).

En 2015, le passage à une version 2 du PI-RADS était nécessaire (23). La réalisation de la séquence de spectroscopie a été supprimée. L'interprétation de l'IRM multiparamétrique de la prostate a été repensée. Un des apports majeurs a été l'analyse des différentes zones de la prostate selon des séquences « dominantes ». Plusieurs études s'accordaient sur le fait que le PI-RADS v2 était plus simple d'utilisation en pratique clinique (37–39). Ces travaux mettaient également en avant la bonne reproductibilité inter-observateur. Néanmoins, l'étude de Polanec & al. concluait que la version 2 du PI-RADS était meilleure que la version 1 pour l'évaluation de la zone de transition, alors que la v1 était supérieure à la v2 pour la zone périphérique (37).

En 2019, afin de corriger les imprécisions résiduelles de la version 2, le PI-RADS a subi une mise à jour mineure aboutissant à la version 2.1 (24,34). Quelques modifications minimales ont été apportées à la technique de réalisation de l'IRM multiparamétrique de la prostate afin d'en faciliter sa reproductibilité entre les différents centres d'imagerie. La grille de lecture a

également été retravaillée pour rendre plus simple l'interprétation et améliorer la concordance inter-observateur. Les notions de séquences « dominantes » et « mineures » ont été conservées, mais certains grades ont été modifiés pour les rendre plus compréhensibles, notamment pour l'analyse de la zone de transition.

La version 2.1 du PI-RADS n'a pas révolutionné les performances diagnostiques de la version 2, qui étaient déjà bonnes. Dans la méta-analyse de Park & al., l'étude de la sensibilité de la dernière version du PI-RADS dans la détection de cancers de la prostate cliniquement significatifs (ISUP  $\geq$  2) était de 87 % contre 89 % pour la v2 (40). La spécificité était également comparable à 74 % pour la v2.1 contre 73 % pour la v2.

L'apport de la dernière version du PI-RADS dans la performance diagnostique de la zone périphérique était peu marqué d'après différentes études. Les travaux de Rudolph & al. n'ont pas démontré de différence significative par rapport au PI-RADS v2 (41). Les résultats de l'étude de Bhayana & al. étaient, au contraire, en faveur du PI-RADS v2.1 pour la ZP mais seulement pour les lecteurs expérimentés, avec des aires sous la courbe à 0,91 contre 0,82 pour le PI-RADS v2 ( $p = 0,001$ ) (42).

Les modifications de la version 2.1 du PI-RADS concernant principalement l'interprétation de la zone de transition, plusieurs études ont surtout cherché à analyser l'apport de ces évolutions. Les recherches des deux études précédemment citées, tout comme celles de Byun & al. et de Tamada & al., ne parvenaient pas à démontrer une amélioration significative de la détection de cancers de la prostate cliniquement significatifs (41–44). Seule l'étude de Wei & al. concluait à une amélioration en faveur du PI-RADS v2.1 par rapport à la version 2, avec des aires sous la courbe à 0,929 (IC95 % : 0,917 – 0,941) pour la v2.1 contre 0,899 (IC95 % : 0,884 – 0,913) pour la v2 (45).

Le renforcement de la concordance inter-observateur grâce à la dernière version du PI-RADS était également mitigé. Les travaux de Hötter & al. trouvaient une reproductibilité globale modérée entre les lecteurs, avec un Kappa de Cohen (K) à 0,51 (IC95 % : 0,44 – 0,59) pour la v2.1 et à 0,57 (IC95 % : 0,49 – 0,66) pour la v2 (46). La différence n'était donc pas significative. En revanche, l'étude de Bhayana & al. montrait une amélioration de la concordance inter-observateur pour les lésions de la zone périphérique classées PI-RADS  $\geq$  3, avec un K à 0,59 pour la dernière version du PI-RADS contre 0,37 pour la version 2 (42). Concernant la zone de transition, les résultats de différentes études étaient contrastés. La

majorité des publications ne retrouvait pas d'amélioration significative de la reproductibilité inter-observateur pour la ZT (42–44,47). Encore une fois, seule l'étude de Wei & al. concluait à un apport de la version 2.1 du PI-RADS, avec une hausse significative du Kappa de Cohen à 0,700 pour le PI-RADS v2.1 contre un K à 0,622 pour la v2 ( $p = 0,030$ ) (45).

A travers ce travail, nous avons aussi voulu comparer notre pratique concernant l'interprétation des IRM multiparamétriques de la prostate au CHRU de Nancy aux données de la littérature. La reproductibilité inter-observateur, entre un radiologue novice dans l'imagerie prostatique et un radiologue expérimenté, dans le classement des lésions avec un score PI-RADS  $\geq 3$  présentait un coefficient de corrélation Kappa de 0,52 (IC95 % : 0,41 – 0,64). Ceci était similaire au Kappa de Cohen de l'étude de Hötter & al. où il était à 0,51 (IC95 % : 0,44 – 0,59) et à la reproductibilité inter-observateur des travaux de Brembilla & al. avec un k de 0,59 (IC95 % : 0,53 – 0,65) (46,48). La concordance inter-observateur des lésions de la zone de transition classées PI-RADS  $\geq 3$  était également similaire aux résultats de la littérature. Notre K était de 0,75 (IC95 % : 0,62 – 0,88) et celui de Bhayana & al. était de 0,63 (42).

Dans notre travail, la performance diagnostique était élevée, avec peu de cancers de la prostate cliniquement significatifs sous-diagnostiqués par nos deux relecteurs. Ainsi sur les 79 examens avec cancers significatifs parmi les 178 examens relus, 97,8 % des cancers ISUP  $\geq 2$  ont été détectés par le radiologue junior et 98,3 % par le radiologue senior. Ces résultats étaient en défaveur d'un rôle majeur de l'expérience dans l'imagerie prostatique. Ceci était en accord avec les résultats de la méta-analyse de Park & al., mais des radiologues de moyenne et longue expérience y étaient principalement représentés (40). En revanche, l'étude de Hötter & al. considérait que l'expérience des relecteurs jouait un rôle important (46). La zone de transition était particulièrement sujette aux fluctuations inter-observateur dans les travaux de Wei & al. (45). Bien que la reproductibilité inter-observateur dans la détection de lésions de la ZT avec biopsies classées ISUP  $\geq 2$  était excellente dans notre travail, avec un Kappa à 0,84, le relecteur novice avait décrit plus du double de lésions par rapport au relecteur senior.

Cette variabilité inter-observateur dans la détection de lésions, en particulier dans la zone de transition, est une des faiblesses persistantes du PI-RADS. La version 2.1 du PI-RADS n'a pas permis une amélioration significative de la concordance inter-observateur, qui reste modérée à bonne. Les travaux de Brembilla & al. ont tâché de cerner les facteurs pouvant

influencer cette reproductibilité entre les lecteurs (48). Cette étude a révélé que les données sont le plus souvent concordantes dans les situations suivantes : densité de PSA  $\geq 0,15$  ng/mL/cc, forte suspicion de cancer de la prostate avant l'IRM, score PI-RADS  $\geq 4$ , localisation lésionnelle en zone périphérique, signal homogène de la ZP, interprétation de l'examen considérée comme facile. On note ainsi que la localisation lésionnelle en zone de transition ne fait pas partie des critères favorables à une bonne corrélation inter-observateur. Les futurs axes d'amélioration du PI-RADS pourraient à nouveau concerner la zone de transition, afin de faire progresser la reproductibilité inter-observateur.

Depuis quelques années, la tendance est à la limitation de l'utilisation des produits de contraste à base de gadolinium en imagerie par résonance magnétique (49). La question de la réalisation non systématique de la séquence de perfusion, qui est une séquence « mineure » dans l'IRM multiparamétrique de la prostate, s'était ainsi posée dans certaines études, comme celle de Junker & al (50). En 2021, la position du comité PI-RADS était contre cette proposition devant l'absence de données actuelles suffisantes pour s'en passer (51).

En conclusion, les performances diagnostiques pour la détection de cancers de la prostate de la version 2.1 du PI-RADS n'ont pas été grandement améliorées par rapport à la version 2, qui présentait déjà de bons résultats. La concordance inter-observateur, toujours modérée à bonne, n'a pas non plus fait un bond en avant significatif. Néanmoins, la dernière version du PI-RADS a permis de faire progresser la standardisation de la technique de réalisation d'une IRM multiparamétrique de la prostate et en clarifiant son interprétation.

#### IV. ANNEXES

---

##### Annexe 1. Score de Likert

Score de Likert	Probabilité de malignité
1	Très faible probabilité
2	Faible probabilité
3	Probabilité intermédiaire (équivoque)
4	Forte probabilité
5	Très forte probabilité

## Annexe 2. Score Morphologie Localisation Signal (MLS)

Source : Puech & Al. Prostate Cancer Diagnosis: Multiparametric MR-targeted Biopsy with Cognitive and Transrectal US-MR Fusion Guidance versus Systematic Biopsy – Prospective Multicenter Study. Radiology. 2013.

Morphologie		Points		
<i>Zone périphérique (ZP)</i>				
Bande perpendiculaire au contour de la prostate		0		
Bande parallèle au contour de la prostate		1		
Zone nodulaire		2		
Effet de masse ou extension à la ZT		3		
<i>Zone de transition (ZT)</i>				
Sphérique ou halo de faible intensité		0		
Non sphérique		1		
Lésion lenticulaire mal définie		2		
Effet de masse ou extension à la ZP		3		
Localisation		Points		
Zone périphérique postéro-latérale		1		
SFMA ou moitié antérieure de la zone de transition		1		
Signal		Points		
		T2W	ADC	DCE
Pas de cible visible		0	0	0
Faible contraste		1	1	1
Contraste modéré		2	2	2
Contraste marqué		3	3	3

SFMA : stroma fibro-musculaire antérieur

T2W (T2-weighted) : séquence pondérée T2

ADC (Apparent Diffusion Coefficient) : coefficient apparent de diffusion

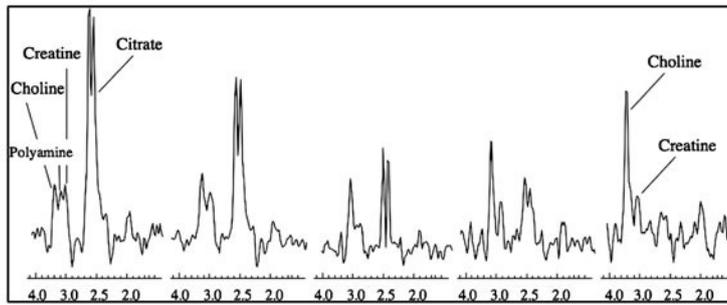
DCE (Dynamic Contrast Enhanced) : séquence de perfusion

### Annexe 3. Score PI-RADS (1<sup>ère</sup> version)

Barentsz & Al. ESUR prostate MR guidelines 2012. Eur Radiol. 2012.

Score	Critères
<i>A1. Séquence pondérée T2 pour la zone périphérique</i>	
1	Hyperintensité de signal uniforme
2	Zones linéaires, cunéiformes ou géographiques en hyposignal, généralement mal délimitées
3	Apparences intermédiaires ne correspondant pas aux autres catégories
4	Foyer/masse confiné(e) à la prostate en discret hyposignal homogène
5	Foyer en discret hyposignal homogène avec extension extra-capsulaire/comportement invasif ou effet de masse sur la capsule (renflement), ou contact large (> 1,5 cm) avec la surface
<i>A2. Séquence pondérée T2 pour la zone de transition</i>	
1	Adénome hétérogène de la ZT avec des marges bien définies : "chaos organisé"
2	Zones en hyposignal homogène, bien limitées, provenant de la ZT/HBP
3	Apparences intermédiaires ne correspondant pas aux autres catégories
4	Zones en hyposignal homogène, mal définies : "signe du fusain effacé"
5	Identique à 4, mais impliquant le stroma fibro-musculaire antérieur ou la corne antérieure de la ZP, généralement lenticulaire ou en forme de goutte d'eau
<i>B. Séquence de diffusion</i>	
1	Pas de baisse de l'ADC par rapport au tissu glandulaire normal. Pas d'hypersignal sur la séquence de diffusion à b élevé ( $b \geq 800 \text{ s/mm}^2$ )
2	Hypersignal diffus sur la séquence de diffusion à b élevé ( $b \geq 800 \text{ s/mm}^2$ ) avec un faible ADC ; pas de caractéristiques focales, mais les caractéristiques linéaires, triangulaires ou géographiques sont autorisées
3	Apparences intermédiaires ne correspondant pas aux autres catégories
4	Zone(s) focale(s) avec ADC diminué mais iso-signal sur la séquence de diffusion à b élevé ( $b \geq 800 \text{ s/mm}^2$ )
5	Zone(s) focale(s)/masse en hypersignal sur la séquence de diffusion à b élevé ( $b \geq 800 \text{ s/mm}^2$ ) avec un ADC diminué
<i>C. Séquence de perfusion</i>	
1	Courbe de rehaussement de type 1
2	Courbe de rehaussement de type 2
3	Courbe de rehaussement de type 3
+1	Pour une lésion focale rehaussée avec une courbe de type 2-3
+1	Pour une lésion asymétrique ou une lésion à une localisation inhabituelle avec une courbe de type 2-3

### D1. Diagramme de référence pour la spectroscopie par résonance magnétique



Choline + Creatine/Citrate Ratios for the Different Tissues in the Prostate on a 5-Point Scale		
Rating	Peripheral Zone	Central Gland
1. Definitely benign tissue	≤0.44	≤0.52
2. Probably benign tissue	0.44–0.58	0.52–0.66
3. Possible malignant tissue	0.58–0.72	0.66–0.80
4. Probably malignant tissue	0.72–0.86	0.80–0.94
5. Definitely malignant tissue	>0.86	>0.94

### D2. Analyse qualitative de la spectroscopie par résonance magnétique

1	Le pic de citrate dépasse > 2 fois le pic de la choline
2	Le pic de citrate dépasse le pic de la choline entre 1 et 2 fois
3	Le pic de la choline est égal au pic de citrate
4	Le pic de la choline dépasse le pic de citrate entre 1 et 2 fois
5	Le pic de la choline dépasse > 2 fois le pic de citrate

HBP : hyperplasie bénigne de la prostate

## V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA A Cancer J Clin.* mai 2021;71(3):209-49.
2. Institut national du cancer (INCa). Panorama des cancers en France - Edition 2022 [Internet]. [cité 16 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/content/download/336357/4805630/file/Panorama%20des%20cancers%20en%20France%20-%20édition%202022.pdf>
3. Defossez G, Le Guyader-Peyrou S, Uhry Z, Grosclaude P, Colonna M, Dantony E, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018. *Santé Publique France*; 2019.
4. Rozet F, Mongiat-Artus P, Hennequin C, Beauval JB, Beuzeboc P, Cormier L, et al. Recommandations françaises du Comité de cancérologie de l'AFU – actualisation 2020–2022 : cancer de la prostate. *Progrès en Urologie.* nov 2020;30(12):S136-251.
5. Multigner L, Ndong JR, Giusti A, Romana M, Delacroix-Maillard H, Cordier S, et al. Chlordecone Exposure and Risk of Prostate Cancer. *JCO.* 20 juill 2010;28(21):3457-62.
6. McNeal J. The Zonal Anatomy of the Prostate. *The Prostate.* 1981;2:35-49.
7. McNeal JE, Redwine EA, Freiha FS, Stamey TA. Zonal distribution of prostatic adenocarcinoma. Correlation with histologic pattern and direction of spread. *Am J Surg Pathol.* 1988;12(12):897-906.
8. Murray TB. The Pathogenesis of Prostate Cancer. In: *Prostate Cancer.* Bott Simon RJ, Keng Lim Ng. 2021. p. 29-42.
9. Humphrey PA. Histopathology of Prostate Cancer. *Cold Spring Harb Perspect Med.* oct 2017;7(10):a030411.
10. Villers A, McNeal JE, Freiha FS, Stamey TA. Multiple cancers in the prostate. Morphologic features of clinically recognized versus incidental tumors. *Cancer.* 1 nov 1992;70(9):2313-8.
11. Noguchi M, Stamey TA, McNEAL JE, Nolley R. Prognostic Factors for Multifocal Prostate Cancer in Radical Prostatectomy Specimens: Lack of Significance of Secondary Cancers. *Journal of Urology.* août 2003;170(2):459-63.
12. Gleason DF, Mellinger GT, The Veterans Administration Cooperative Urological Research Group. Prediction of prognosis for prostatic adenocarcinoma by combined

histological grading and clinical staging. *The Journal of Urology*. 1974;111:58-64.

13. Epstein JI, Egevad L, Srigley JR, Humphrey PA. The 2014 International Society of Urological Pathology (ISUP) Consensus Conference on Gleason Grading of Prostatic Carcinoma. *Am J Surg Pathol*. 2016;40(2):9.

14. Page EC, Bancroft EK, Brook MN, Assel M, Hassan Al Battat M, Thomas S, et al. Interim Results from the IMPACT Study: Evidence for Prostate-specific Antigen Screening in BRCA2 Mutation Carriers. *European Urology*. déc 2019;76(6):831-42.

15. Gosselaar C, Roobol MJ, Roemeling S, Schröder FH. The Role of the Digital Rectal Examination in Subsequent Screening Visits in the European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC), Rotterdam. *European Urology*. sept 2008;54(3):581-8.

16. Catalona WJ, Smith DS, Ratliff TL, Dodds KM, Coplen DE, Yuan JJ, et al. Measurement of Prostate-Specific Antigen in serum as a screening test for prostate cancer. *The New England Journal of Medicine*. avr 1991;1156-61.

17. Sarkar S, Das S. A Review of Imaging Methods for Prostate Cancer Detection: Supplementary Issue: Image and Video Acquisition and Processing for Clinical Applications. *Biomed Eng Comput Biol*. janv 2016;7s1:BECB.S34255.

18. Liau J, Goldberg D, Arif-Tiwari H. Prostate Cancer Detection and Diagnosis: Role of Ultrasound with MRI Correlates. *Curr Radiol Rep*. mars 2019;7(3):7.

19. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, Panebianco V, Mynderse LA, Vaarala MH, et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis. *N Engl J Med*. 10 mai 2018;378(19):1767-77.

20. Steyn J, Smith F. Nuclear Magnetic Resonance Imaging of the Prostate. *British Journal of Urology*. 1982;54:726-8.

21. Renard-Penna R, Rouvière O, Puech P, Borgogno C, Abbas L, Roy C, et al. Current practice and access to prostate MR imaging in France. *Diagnostic and Interventional Imaging*. nov 2016;97(11):1125-9.

22. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur Radiol*. avr 2012;22(4):746-57.

23. Weinreb JC, Barentsz JO, Choyke PL, Cornud F, Haider MA, Macura KJ, et al. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *European Urology*. janv 2016;69(1):16-40.

24. Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, Padhani AR, Villeirs G, Macura KJ, et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging

Reporting and Data System Version 2. *European Urology*. sept 2019;76(3):340-51.

25. Engelbrecht MR, Jager GJ, Laheij RJ, Verbeek AL, van Lier H, Barentsz JO. Local staging of prostate cancer using magnetic resonance imaging: a meta-analysis. *Eur Radiol*. sept 2002;12(9):2294-302.

26. Drost FJH, Osses DF, Nieboer D, Steyerberg EW, Bangma CH, Roobol MJ, et al. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer. Cochrane Urology Group, éditeur. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 25 avr 2019 [cité 6 sept 2021]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012663.pub2>

27. Rouvière O, Puech P, Renard-Penna R, Claudon M, Roy C, Mège-Lechevallier F, et al. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naïve patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study. *The Lancet Oncology*. janv 2019;20(1):100-9.

28. Moore CM, Giganti F, Albertsen P, Allen C, Bangma C, Briganti A, et al. Reporting Magnetic Resonance Imaging in Men on Active Surveillance for Prostate Cancer: The PRECISE Recommendations—A Report of a European School of Oncology Task Force. *European Urology*. avr 2017;71(4):648-55.

29. van der Poel HG, van den Bergh RCN, Briers E, Cornford P, Govorov A, Henry AM, et al. Focal Therapy in Primary Localised Prostate Cancer : The European Association of Urology Position in 2018. *European Urology*. juill 2018;74(1):84-91.

30. Renard-Penna R, Michaud L, Cormier L, Bastide C, Beuzeboc P, Fromont G, et al. Imagerie post-thérapeutique du cancer de la prostate. *Progrès en Urologie*. mars 2015;25(3):128-37.

31. Likert R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 1932;140:5-55.

32. Mueller-Lisse U, Mueller-Lisse U, Scheidler J, Klein G, Reiser M. Reproducibility of image interpretation in MRI of the prostate: application of the sextant framework by two different radiologists. *Eur Radiol*. sept 2005;15(9):1826-33.

33. Puech P, Rouvière O, Renard-Penna R, Villers A, Devos P, Colombel M, et al. Prostate Cancer Diagnosis: Multiparametric MR-targeted Biopsy with Cognitive and Transrectal US–MR Fusion Guidance versus Systematic Biopsy—Prospective Multicenter Study. *Radiology*. août 2013;268(2):461-9.

34. American College of Radiology Committee on PI-RADS®. PI-RADS® 2019 v2.1 [Internet].

- 2019 [cité 2 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/PI-RADS/PIRADS-V2-1.pdf>
35. Hamoen EHJ, de Rooij M, Witjes JA, Barentsz JO, Rovers MM. Use of the Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) for Prostate Cancer Detection with Multiparametric Magnetic Resonance Imaging: A Diagnostic Meta-analysis. *European Urology*. juin 2015;67(6):1112-21.
  36. Vaché T, Bratan F, Mège-Lechevallier F, Roche S, Rabilloud M, Rouvière O. Characterization of Prostate Lesions as Benign or Malignant at Multiparametric MR Imaging: Comparison of Three Scoring Systems in Patients Treated with Radical Prostatectomy. *Radiology*. août 2014;272(2):446-55.
  37. Polanec S, Helbich TH, Bickel H, Pinker-Domenig K, Georg D, Shariat SF, et al. Head-to-head comparison of PI-RADS v2 and PI-RADS v1. *European Journal of Radiology*. juin 2016;85(6):1125-31.
  38. Tewes S, Mokov N, Hartung D, Schick V, Peters I, Schedl P, et al. Standardized Reporting of Prostate MRI: Comparison of the Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) Version 1 and Version 2. *Hendrikse J, éditeur. PLoS ONE*. 22 sept 2016;11(9):e0162879.
  39. Kasel-Seibert M, Lehmann T, Aschenbach R, Guettler FV, Abubrig M, Grimm MO, et al. Assessment of PI-RADS v2 for the Detection of Prostate Cancer. *European Journal of Radiology*. avr 2016;85(4):726-31.
  40. Park KJ, Choi SH, Kim M, Kim JK, Jeong IG. Performance of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1 for Diagnosis of Prostate Cancer: A Systematic Review and META-ANALYSIS. *J Magn Reson Imaging*. juill 2021;54(1):103-12.
  41. Rudolph MM, Baur ADJ, Cash H, Haas M, Mahjoub S, Hartenstein A, et al. Diagnostic performance of PI-RADS version 2.1 compared to version 2.0 for detection of peripheral and transition zone prostate cancer. *Sci Rep*. déc 2020;10(1):15982.
  42. Bhayana R, O'Shea A, Anderson MA, Bradley WR, Gottumukkala RV, Mojtahed A, et al. PI-RADS Versions 2 and 2.1: Interobserver Agreement and Diagnostic Performance in Peripheral and Transition Zone Lesions Among Six Radiologists. *American Journal of Roentgenology*. juill 2021;217(1):141-51.
  43. Byun J, Park KJ, Kim M, Kim JK. Direct Comparison of PI-RADS Version 2 and 2.1 in Transition Zone Lesions for Detection of Prostate Cancer: Preliminary Experience. *J Magn Reson Imaging*. août 2020;52(2):577-86.
  44. Tamada T, Kido A, Takeuchi M, Yamamoto A, Miyaji Y, Kanomata N, et al. Comparison

of PI-RADS version 2 and PI-RADS version 2.1 for the detection of transition zone prostate cancer. *European Journal of Radiology*. déc 2019;121:108704.

45. Wei C gang, Zhang Y yue, Pan P, Chen T, Yu H chang, Dai G cheng, et al. Diagnostic Accuracy and Interobserver Agreement of PI-RADS Version 2 and Version 2.1 for the Detection of Transition Zone Prostate Cancers. *American Journal of Roentgenology*. mai 2021;216(5):1247-56.

46. Hötker AM, Blüthgen C, Rupp NJ, Schneider AF, Eberli D, Donati OF. Comparison of the PI-RADS 2.1 scoring system to PI-RADS 2.0: Impact on diagnostic accuracy and inter-reader agreement. *Woo H, éditeur. PLoS ONE*. 5 oct 2020;15(10):e0239975.

47. Beetz NL, Haas M, Baur A, Konietzschke F, Roy A, Hamm CA, et al. Inter-Reader Variability Using PI-RADS v2 Versus PI-RADS v2.1: Most New Disagreement Stems from Scores 1 and 2. *Rofo*. 11 mai 2022;a-1752-1038.

48. Brembilla G, Dell'Oglio P, Stabile A, Damascelli A, Brunetti L, Ravelli S, et al. Interreader variability in prostate MRI reporting using Prostate Imaging Reporting and Data System version 2.1. *Eur Radiol*. juin 2020;30(6):3383-92.

49. McDonald RJ, McDonald JS, Kallmes DF, Jentoft ME, Murray DL, Thielen KR, et al. Intracranial Gadolinium Deposition after Contrast-enhanced MR Imaging. *Radiology*. juin 2015;275(3):772-82.

50. Junker D, Steinkohl F, Fritz V, Bektic J, Tokas T, Aigner F, et al. Comparison of multiparametric and biparametric MRI of the prostate: are gadolinium-based contrast agents needed for routine examinations? *World J Urol*. avr 2019;37(4):691-9.

51. Schoots IG, Barentsz JO, Bittencourt LK, Haider MA, Macura KJ, Margolis DJA, et al. PI-RADS Committee Position on MRI Without Contrast Medium in Biopsy-Naive Men With Suspected Prostate Cancer: Narrative Review. *American Journal of Roentgenology*. janv 2021;216(1):3-19.

VU

**NANCY, le 07 juin 2022**

Le Président de Thèse

**Professeur Valérie LAURENT**

**NANCY, le 08 juin 2022**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

**Professeur Marc BRAUN**

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/

**12505C**

**NANCY, le 09 juin 2022**

LA PRESIDENTE DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

**Madame Hélène BOULANGER**

---

## **RESUME DE LA THESE**

*Introduction.* – Le cancer de la prostate est le cancer le plus fréquent chez l’homme. C’est le 3<sup>e</sup> cancer le plus létal, mais le taux de mortalité est en baisse depuis plusieurs dizaines d’années, en partie grâce à une détection précoce. L’IRM de la prostate joue un rôle important, permettant d’augmenter le taux de détection de cancers cliniquement significatifs sur les biopsies.

*Données récentes.* – Des recommandations Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS) ont été proposées pour standardiser la réalisation des IRM de la prostate, incluant un score pour faciliter l’interprétation des images. Une dernière version a été proposée en 2019 afin d’améliorer les performances de l’IRM prostatique. Il permet d’estimer sur une échelle de un à cinq la probabilité de malignité d’une lésion. Quelques ajustements ont été apportés sur la technique de réalisation, en particulier sur les séquences de diffusion et de perfusion. L’analyse du signal de ces séquences ainsi que celui de la séquence pondérée T2 pour la zone de transition a été précisée. Plusieurs études n’ont pas montré d’amélioration significative des performances diagnostiques pour la détection d’un cancer de la prostate entre la v2.1 et la v2 du score PI-RADS. Il en est de même pour la reproductibilité inter-observateur globale. Les résultats sont plus variables concernant la zone de transition, mais concluent plutôt majoritairement à l’absence d’évolution significative.

*Conclusion.* – Malgré une amélioration peu significative des performances diagnostiques et de la concordance inter-observateur, la version 2.1 du score PI-RADS permet de standardiser la technique de réalisation d’une IRM de la prostate et de rendre plus simple et accessible son interprétation par rapport à la précédente version du score PI-RADS, en clarifiant certains points.

---

**TITRE EN ANGLAIS : Prostate multiparametric MRI in practice: Contributions of PI-RADS version 2.1**

---

**THESE : MEDECINE SPECIALISEE – RADIOLOGIE – ANNEE 2022**

---

**MOTS CLEFS :** Cancer de la prostate, IRM, PI-RADS, PI-RADS version 2.1

---

**INTITULE ET ADRESSE :**

UNIVERSITE DE LORRAINE  
Faculté de Médecine de Nancy  
9, Avenue de la Forêt de Haye  
54505 VANDOEUVRE-LES-NANCY Cedex

---