



UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2018

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

Prostate Score Trainer : une plateforme en ligne d'entraînement et d'auto-évaluation à l'interprétation standardisée de l'IRM prostatique

Présentée et soutenue publiquement le mardi 17 avril 2018 à 18h00
au Pôle Recherche

Par Jean-Philippe BRIDAULT

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Arnauld VILLERS

Asseseurs :

Monsieur le Professeur Xavier LEROY

Monsieur le Docteur Benoît RENARD

Monsieur Patrick DEVOS

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur Philippe PUECH

Travail du Service d'Imagerie génito-urinaire, Hôpital Huriez, CHU de Lille

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

LISTE DES ABREVIATIONS

ACR : American College of Radiology

ADC : Apparent Diffusion Coefficient

BI-RADS : Breast Imaging – Reporting and Data System

CaP : Cancer de la Prostate

CSS : Cascading Style Sheets

DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine

EG : Echo de Gradient

EPI : Echo Planar Imaging

ESUR : European Society of Urogenital Radiology

FOV : Field of View

FSE : Fast Spin Echo

GBCA : Gadolinium-Based Contrast Agent

HIFU : High Intensity Focal Ultrasound

HTML : HyperText Markup Language

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

IRM-mp : IRM multiparamétrique de la prostate

ISP : IntelliSpace Portal

JPEG : Joint Picture Exchange Group

MLS : Morphologie – Localisation – Signal

PHP : Hypertext PreProcessor

PI-RADS : Prostate Imaging – Reporting and Data System

PSA : Prostate Specific Antigen

RSB : Rapport Signal sur Bruit

SFMA : Stroma Fibro-Musculaire Antérieur

T (unité de mesure) : Tesla

TE : Temps d'écho

TNM : Tumeur – Node – Métastase

TR : Temps de répétition / Toucher rectal (selon le contexte)

TSE : Turbo Spin Echo

ZP : Zone Périphérique

ZT : Zone de Transition

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS	4
TABLE DES MATIERES.....	6
RESUME	9
CONTEXTE	10
I. Mise au point sur le cancer de la prostate.....	10
1. Epidémiologie.....	10
2. Histoire naturelle.....	10
3. Anatomopathologie.....	11
4. Dépistage	12
5. Diagnostic.....	13
II. Mise au point sur l'IRM prostatique multi-paramétrique.....	15
1. Préparation du patient	15
2. Protocole IRM.....	15
3. Indications	18
III. Mise au point sur les scores de lecture.....	19
1. MLS.....	19
2. Likert.....	19
3. PI-RADS.....	19
IV. Le score PI-RADS version 2.0.....	21
1. Tableaux.....	21
2. Atlas iconographique	21
MATERIELS ET METHODES.....	24
I. Cahier des charges	24
II. Sélection des patients.....	27
III. Protocole IRM	29

IV.	Recueil et conversion des données cliniques	30
V.	Préparation des données d'imagerie	33
VI.	Conversion des données d'imagerie.....	35
VII.	Hébergement des données et Sécurité	36
VIII.	Outils de développement.....	37
IX.	Définition des images-cibles	38
X.	Définition des données de référence	39
	RESULTATS.....	41
I.	Images cibles	41
1.	Répartition selon l'anatomie zonale.....	41
2.	Etude du grand axe	41
3.	Répartition par score PI-RADS 2.0 en 5 classes.....	42
4.	Répartition par score PI-RADS 2.0 en 3 classes.....	43
5.	Répartition selon le secteur topographique	44
II.	Le logiciel.....	45
1.	Page d'accueil	45
2.	Page principale.....	46
3.	Visionneuse d'images.....	46
4.	Tableau de bord	50
5.	Rapports d'évaluation intermédiaires	52
6.	Rapport d'évaluation final	53
7.	Validation des résultats	54
	DISCUSSION	55
I.	Les images-cibles	55
1.	Choix	55
2.	Matérialisation	55
3.	Analyse des résultats	55

II.	Développement du logiciel.....	57
1.	Cahier des charges	57
2.	Conversion des données d'imagerie	57
3.	Tableau de bord	58
III.	Evaluation des utilisateurs	60
1.	Objectif	60
2.	Les différents critères	60
3.	Méthode statistique	63
IV.	Limites	64
1.	Les données de référence.....	64
2.	Les difficultés techniques	64
3.	Formation continue.....	64
4.	Manque de recul.....	65
V.	Perspectives	66
	CONCLUSION.....	67
	ANNEXES.....	68
	REFERENCES	84

RESUME

Introduction : L'IRM multiparamétrique (IRM-mp) de la prostate a aujourd'hui un rôle prépondérant dans le contexte oncologique malgré sa performance et sa reproductibilité jugées parfois trop variables pour en faire un examen recommandé avant toute biopsie. PI-RADS a été conçu dans un effort d'harmonisation des pratiques. Cependant, aucun matériel officiel n'existe pour l'auto-évaluation ou certifier de la conformité d'une interprétation à ce score.

Matériels et méthodes : Nous avons développé une plateforme d'auto-évaluation et d'évaluation de la conformité d'une lecture par rapport à un référentiel expert, destinée à un large public. 100 images-cibles, issues de 50 IRM-mp consécutives ont été identifiées. L'utilisateur peut créer des sessions répartissant ces lésions dans un ordre aléatoire, visionner les examens, localiser, mesurer et donner un score PI-RADS et Likert pour chaque image-cible.

Résultats : Les 100 images-cibles identifiées par la lecture de référence étaient réparties de façon similaire à celle des lésions prostatiques (61% en zone périphérique; 32% en zone de transition ; 7% dans le stroma fibromusculaire antérieur), et se répartissaient à 37%, 27% et 36% en scores PI-RADS 1 ou 2 ; PI-RADS 3 et PI-RADS 4 ou 5, respectivement. Le logiciel proposait des rapports d'étapes et final évaluant la concordance du lecteur avec l'interprétation de référence pour la localisation des images-cibles, les pourcentages de concordance parfaite, sur ou sous cotation PI-RADS associés à un indicateur reconnu de concordance (Kappa) par paires.

Conclusion : Nous proposons un outil en ligne de formation et d'auto-évaluation à l'utilisation du standard PI-RADS pour l'interprétation des IRM-mp de prostate. Il intègre des indicateurs fiables de mesure de concordance de sa propre interprétation avec celle d'une lecture référente, d'autres lecteurs, ou soi-même au cours du temps. Nous pensons qu'un tel outil pourrait être adapté à une démarche de certification.

CONTEXTE

I. MISE AU POINT SUR LE CANCER DE LA PROSTATE

1. Epidémiologie

Le cancer de la prostate est en France le cancer le plus fréquent chez l'homme avec 48 427 nouveaux cas en 2013 soit 26% de l'ensemble des cancers incidents masculins [1].

Son incidence est cependant en diminution depuis 2005 d'environ 6% par an [2].

En 2017, ce cancer se situe au 3^e rang des décès par cancer chez l'homme (derrière le cancer broncho-pulmonaire et le cancer colo-rectal) dont près de 79% concernent des hommes de 75 ans et plus. Bien que l'on note encore 8 207 décès estimés en 2017, le taux de mortalité est également en baisse de 4% par an en moyenne [3].

2. Histoire naturelle

La prostate est une glande musculo-fibro-glandulaire du système reproducteur masculin située sous la vessie et entourant la portion proximale de l'urètre. Elle est donc composée à environ 25% de tissu fibro-musculaire (appelé stroma fibro-musculaire antérieur ou SFMA) et à environ 75% de tissu glandulaire (comprenant la zone de transition entourant l'urètre et la zone périphérique). Une coupe IRM dans le plan axial en pondération T2 est placée ci-dessous et annotée (figure 1).

Les cancers de la prostate sont principalement situés dans la zone périphérique (60% à 70%) mais aussi dans la zone de transition (30%) et dans le SFMA (5 à 15%) [4].

Au sein de la zone périphérique, les localisations tumorales sont préférentiellement postérieures [5-6].

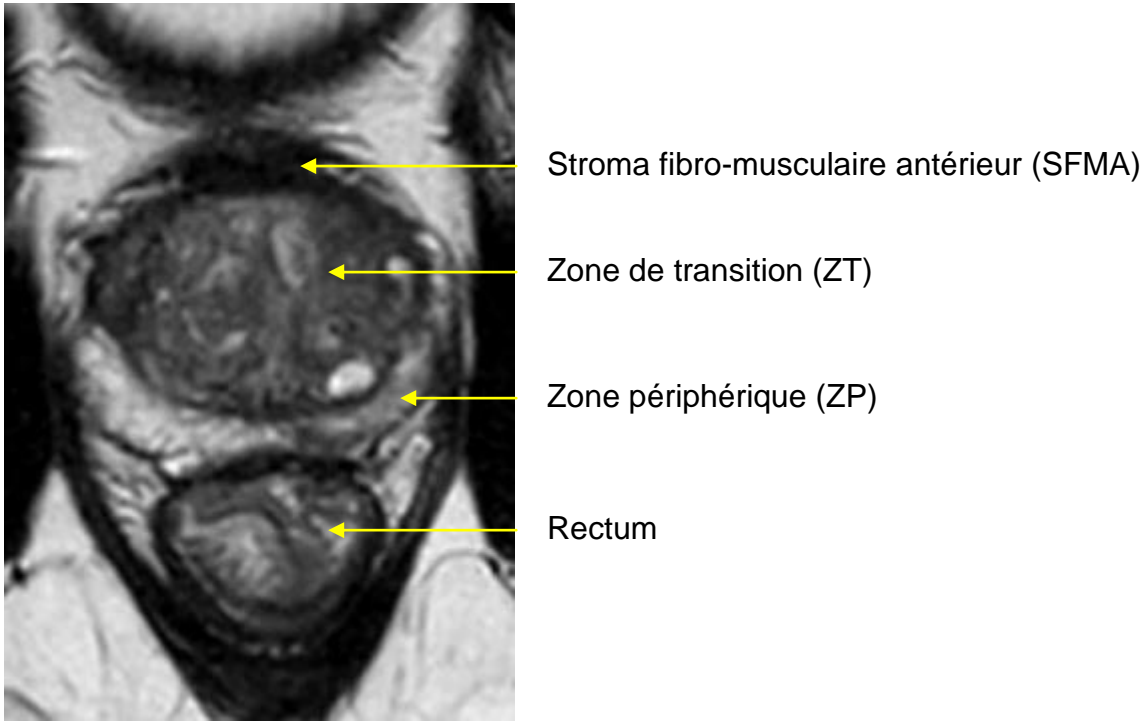


Figure 1 : Coupe IRM dans le plan axial en pondération T2 de la prostate

3. Anatomopathologie

La forme histologique la plus fréquente du cancer de la prostate est l'adénocarcinome. Le carcinome neuroendocrine et le sarcome sont exceptionnels.

Le score de Gleason est un score histopronostique basé sur le degré de différenciation de la tumeur et donc sur son agressivité. Il est obtenu en additionnant les deux grades histologiques allant de 1 à 5 des foyers tumoraux les plus représentés [7]. Par convention, le grade le plus représenté est placé en premier. On obtient donc un score sous la forme de Gleason 3 + 3 = 6 par exemple. Ce score, illustré dans la [figure 2](#) ci-dessous, est un facteur pronostic essentiel dans la prise en charge. Les données anatomopathologiques servent de référence pour l'établissement final du score TNM.

Représentation du grade de Gleason

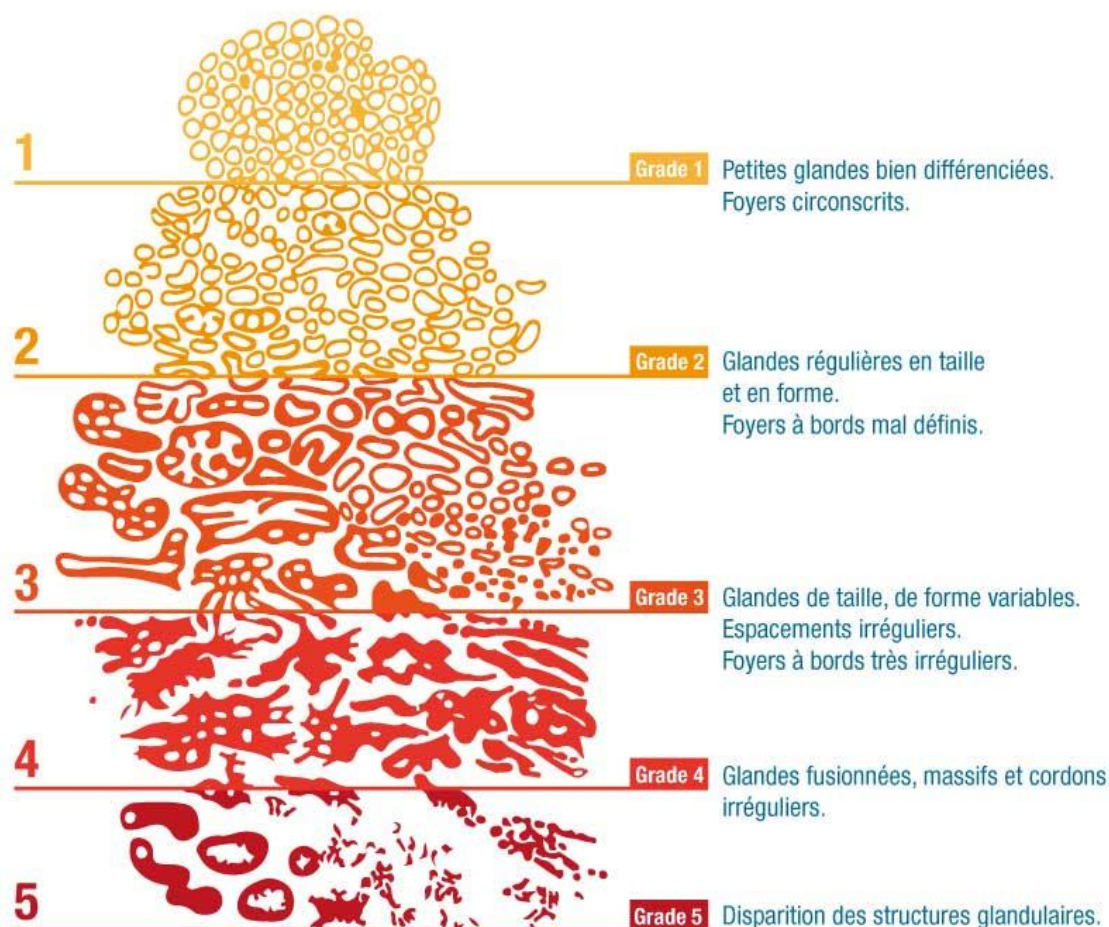


Figure 2 : Représentation schématique du score de Gleason [8].

4. Dépistage

Le dépistage du cancer de la prostate est aujourd'hui très débattu, notamment en raison du risque de « sur-diagnostic » et donc de « sur-traitement » [9-10].

Il n'existe donc pas de dépistage organisé mais le dépistage reste proposé de façon individuelle, généralement à partir de 50 ans. Il repose sur le dosage sanguin du PSA (Prostate Specific Antigen) et sur les données du toucher rectal [11].

L'examen clinique de la prostate par le toucher rectal est très spécifique lorsqu'il retrouve une induration mais reste dépendant de l'expérience du clinicien. Une étude récente semble remettre en question son intérêt aujourd'hui [12].

Le PSA est une protéine sécrétée par les cellules prostatiques. Son taux n'est pas spécifique du cancer de la prostate et est augmenté également en cas d'hypertrophie bénigne ou de prostatite. Son taux est considéré comme normal lorsqu'il est inférieur à 4ng/mL dans le sang. Une élévation de ce taux, hors contexte de prostatite aigue, est une indication à engager une méthode de diagnostic du cancer de la prostate.

5. Diagnostic

Le diagnostic est anatomopathologique et nécessite donc de réaliser des prélèvements pour effectuer une étude histologique. Les biopsies prostatiques sont échoguidées par voie trans-rectale sous anesthésie locale et présentent ainsi un abord postérieur. Elles sont réalisées de façon systématique dans 12 zones permettant une localisation au moins approximative des foyers tumoraux retrouvés. Les 12 zones sont : la base latérale et la base médiale, le milieu latéral et le milieu médial, l'apex latéral et l'apex médial, à droite comme à gauche.

La figure 3 ci-dessous illustre les biopsies.

En raison de l'échantillonnage des séries biopsiques, la sensibilité n'est pas de 100%, notamment si la lésion est antérieure ou de petite taille. Les biopsies ciblées permettent aujourd'hui de rattraper certains cancers qui ne se trouvaient pas dans les localisations visées par les biopsies standards [13].

L'évolution technique se fait aujourd'hui vers les biopsies échoguidées avec fusion d'images IRM [14].

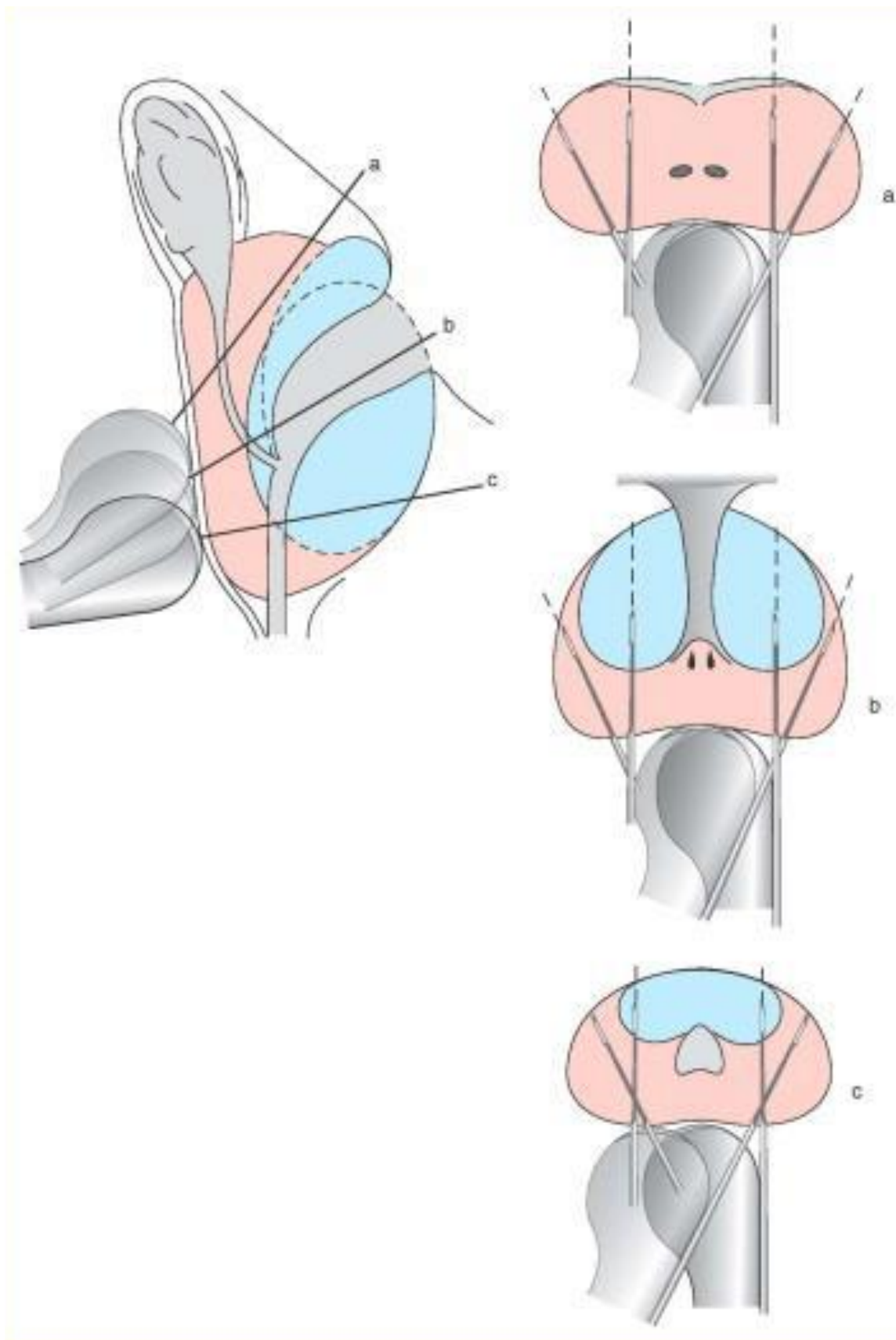


Figure 3 : Illustration schématique représentant les 12 biopsies prostatiques systématisées échoguidées par voie endo-rectale.

II. MISE AU POINT SUR L'IRM PROSTATIQUE MULTI-PARAMETRIQUE

La réalisation de l'IRM prostatique a fait l'objet de recommandations internationales [15] afin d'obtenir des images de qualité optimale et homogènes dans les différents centres pratiquant l'imagerie de la prostate.

1. Préparation du patient

Il n'y a actuellement pas de consensus sur les questions de préparation du patient.

L'utilisation d'un agent antispasmodique peut être bénéfique (ex : glucagon) pour réduire le péristaltisme du rectum, situé anatomiquement à proximité de la glande prostatique, et donc pour éviter les artéfacts cinétiques.

La présence d'air et/ou de selles dans le rectum peut induire un artéfact de distorsion, principalement sur la séquence de Diffusion. C'est pourquoi il est généralement réalisé un lavement rectal dans les heures précédant l'examen.

Certains centres recommandent aux patients de s'abstenir d'éjaculer pendant les 3 jours précédant l'examen afin de maintenir une distension maximale des vésicules séminales mais l'intérêt n'a pas été fermement établi.

Les recherches de contre-indication à l'IRM et/ou à l'injection de produit de contraste sont communes à tout examen d'imagerie.

2. Protocole IRM

1) Points techniques

Les protocoles d'acquisition comportent systématiquement des séquences en pondération T2, de diffusion et de perfusion. Une séquence spécifique pour la recherche de ganglions pelviens avec un champ de vue élargi doit être réalisée si l'examen retrouve une lésion suspecte de cancer de la prostate cliniquement significatif.

Les recommandations rappellent que la situation idéale est la présence d'un radiologue supervisant l'examen en temps réel afin d'éviter les séquences superflues ou inappropriées qui allongent inutilement le temps d'examen et l'inconfort et qui pourrait donc nuire à l'acceptation de l'examen.

Le manipulateur réalisant l'examen doit bien entendu vérifier la qualité de chaque séquence et répéter éventuellement celle-ci après correction des problèmes rencontrés.

La force de champ magnétique peut être de 1,5T ou de 3T. L'avantage fondamental de 3T réside dans une augmentation du rapport signal/bruit (RSB) permettant d'augmenter la résolution spatiale, la résolution temporelle ou les deux.

Concernant l'antenne utilisée, les recommandations n'abandonnent toujours pas de façon définitive l'antenne endo-rectale dont l'utilité est admise pour la résolution dans les bilans d'extension ou chez des patients de grande taille mais au prix d'un certain nombre d'inconvénients (acceptabilité, déformation glandulaire, allongement du temps d'examen).

Dans ce cas, le ballonnet est gonflé avec du liquide pour limiter les artéfacts liés à l'air.

Sur les machines à 3T comme sur les machines récentes à 1.5T, une antenne externe à réseau phasé permet d'atteindre un RSB satisfaisant et est donc utilisée en routine.

2) Détails des séquences

Les séquences en pondération T1 et T2 sont indispensables. Les images en T1 sont utilisées pour déterminer la présence d'hémorragie dans la prostate et les vésicules séminales et pour délimiter le contour de la glande. Les images en T2 sont utilisées pour discerner l'anatomie zonale prostatique et évaluer les anomalies dont l'envahissement.

Les points techniques sont repris ci-dessous :

- Séquences de type Fast-Spin-Echo (FSE) ou Turbo-Spin-Echo (TSE)
- Epaisseur de tranche : 3 mm, sans espace
- FOV : 12-20 cm pour englober la prostate et les vésicules séminales
- Une séquence 3D peut être acquise en complément.

La séquence de Diffusion est le reflet du mouvement aléatoire des molécules d'eau. Une cartographie ADC est calculée et fournie systématiquement.

Les points techniques sont repris ci-dessous :

- Séquence EPI de spin de respiration libre avec saturation spectrale
- TE : ≤ 90 ms ; TR : ≥ 3000 ms
- Epaisseur ≤ 4 mm, sans espace
- FOV : 16-22 cm
- Multi-b avec un b élevé compris entre 1400 et 2000 s/mm²

Les séquences de perfusion correspondent à des séquences T1 EG rapides avant, pendant et après injection d'un produit de contraste gadoliné. La valeur ajoutée de cette séquence n'est pas fermement établie mais elle joue un rôle, bien que mineur, dans le standard PI-RADS. Des soustractions sont généralement réalisées permettant une meilleure analyse visuelle.

Les points techniques sont repris ci-dessous :

- Séquence d'écho de gradient T1 2D ou 3D
- TR < 100ms : TE < 5ms
- Epaisseur : 3 mm, sans espace
- FOV : toute la prostate et les vésicules séminales
- Résolution temporelle : ≤ 7 s
- Temps d'observation total : > 2 min
- Dose : 0.1 mmol/kg standard GBCA
- Débit d'injection : 2-3 cc/s

3. Indications

Les indications de l'IRM prostatique [16] se sont développées principalement pour la pathologie tumorale. Les pathologies infectieuses et liées à l'infertilité tirent bénéfice également à des degrés divers de cet examen mais ne seront pas traitées ici.

L'IRM est maintenant présente dans le diagnostic, la planification thérapeutique avec le bilan d'extension et notamment l'évaluation de l'extension extra-prostatique d'une tumeur et le suivi du cancer de la prostate (surveillance active [17], récurrence après traitement focal ou radical).

L'IRM n'a aujourd'hui aucune place dans le dépistage du cancer de la prostate.

Dans le cadre du diagnostic, l'IRM intervient à la recherche de cibles avant toute série de biopsies ou après une première série de biopsies négatives. De nombreuses études [18-21] soulignent l'augmentation de la rentabilité des biopsies orientées par l'imagerie. Une étude très récente [22] a montré la supériorité des biopsies réalisées ou non selon les résultats de l'IRM comparativement aux biopsies systématisées pour la détection des cancers significatifs chez les patients naïfs.

Par ailleurs, le standard PI-RADS rappelle que plusieurs informations cliniques doivent être fournies au radiologue : un taux de PSA récent ainsi que son évolutivité, la notion et les résultats de biopsies antérieures, le résultat du toucher rectal, les antécédents cliniques et familiaux pertinents.

III. MISE AU POINT SUR LES SCORES DE LECTURE

Plusieurs scores ont été proposés pour caractériser les images IRM et tenter d'en définir leur nature maligne ou non. Ils sont résumés dans ce chapitre :

1. MLS

Le score MLS (Morphologie-Localisation-Signal) se base sur 3 critères : la morphologie de la lésion, la localisation de la lésion et le signal de la lésion.

Ainsi, la morphologie s'évalue sur une échelle de 0 à 3, différente entre une zone périphérique et une zone de transition.

La localisation est binaire, gradée de 0 à 1.

Le signal de la lésion se cote en 3 classes sur chaque séquence (T2, diffusion et perfusion).

Ce score a été proposé par Puech et al. [14] et a été repris par Vaché et al. [23].

2. Likert

Le score de Likert est par définition un score subjectif puisqu'il est basé sur les travaux du psychologue Rensis Likert [24], qui propose une classification de 1 à 5 prenant en compte l'appréciation globale de la lésion. Un score 1 ou 2 correspond à des lésions d'allure bénigne alors qu'un score 4 ou 5 correspond à des lésions suspectes. Le score 3 est considéré comme équivoque.

3. PI-RADS

Le standard PI-RADS (Prostate Imaging Reporting And Data System) a été proposé par la Société Européenne d'UroRadiologie (ESUR) en 2012 [25], s'inspirant du score BI-RADS utilisé en sénologie.

Il se définit de 1 à 5 pour chaque séquence IRM : diffusion, perfusion et spectroscopie. Le critère le plus péjoratif sur chaque séquence déterminait un score, qui permettait ensuite de définir un score global.

Ce score a été évalué dans plusieurs études [25-27] et comparé au score de Likert [28-29] mais a aujourd'hui été abandonné car jugé complexe à utiliser et n'était pas correctement expliqué dans les recommandations.

La deuxième version, qui est la recommandation actuelle, est détaillée dans le chapitre suivant.

IV. LE SCORE PI-RADS VERSION 2.0

La version 2 du standard PI-RADS [15] a été écrite conjointement par l'ESUR et l'ACR en 2015. Elle est accessible publiquement et gratuitement sur Internet. Elle reprend dans un document de 64 pages les éléments cliniques, anatomiques et techniques de la prostate ainsi que son exploration en IRM puis propose un score illustré par un atlas iconographique.

1. Tableaux

Le score PI-RADS dans sa deuxième version est côté différemment selon que l'image étudiée se situe en zone de transition ou en zone périphérique.

Pour la zone périphérique, la séquence de référence est la séquence de Diffusion. La séquence en pondération T2 ne modifie pas le score dans ce cas-là et seules les séquences de perfusion permettent de trancher entre un score 3 et un score 4 quand le score de Diffusion est estimé à 3.

Au contraire, la séquence en pondération T2 est la séquence de référence lorsque l'image à caractériser est située dans la zone de transition, la séquence de Diffusion permet alors de distinguer un score 3 d'un score 4 quand le score en T2 est estimé à 3. Les séquences de perfusion ne sont pas utiles dans ce cadre.

Un scoring est également proposé lorsque les séquences de diffusion et/ou de perfusion ne sont pas disponibles. Les tableaux principaux de calcul sont disponibles en annexe 1.

2. Atlas iconographique

Un atlas iconographique illustre chaque description de score, en zone périphérique et de transition, en pondération T2, en diffusion et en perfusion. Il permet de diminuer autant que possible la part de subjectivité dans l'attribution du score.

Cet atlas est disponible dans les annexes 2 à 6.

INTRODUCTION

Le cancer de la prostate (CaP) est le cancer le plus fréquent chez l'homme [3]. Dans ce contexte, l'imagerie a aujourd'hui un rôle prépondérant grâce à l'IRM multiparamétrique de la prostate (IRM-mp) dont le nombre d'indications ne cesse d'augmenter. De nombreuses études [2;3] ont prouvé l'intérêt de cet examen dans la prise en charge du cancer de la prostate, notamment grâce à sa capacité à distinguer les cancers significatifs, qui méritent un traitement, des cancers dits "non significatifs", pour lesquels on peut proposer une surveillance. Certains auteurs [18-20] ont même proposé d'utiliser l'IRM-mp comme un "*test de triage*" des patients devant ou non bénéficier de biopsies prostatiques. L'étude PRECISION, très récente, menée par Kasivisvanathan et al. [22] a montré la supériorité des biopsies réalisées selon les résultats de l'IRM comparativement aux biopsies standardisées chez les patients naïfs. Cependant, l'IRM-mp n'est pas encore recommandée systématiquement pour le diagnostic du cancer de la prostate, car sa performance comme sa reproductibilité sont jugées trop variables.

En 2012, la Société Européenne d'Uro-Radiologie (ESUR) a proposé une harmonisation des protocoles, des méthodes de localisation des lésions et d'interprétation des anomalies de signal regroupée sous l'acronyme PI-RADS (Prostate Imaging Reporting and Data System) [25]. Dans son évolution, publiée en 2015 et écrite conjointement avec l'American College of Radiology (ACR), une version simplifiée du scoring des lésions et un atlas enrichissent les recommandations [15]. Plusieurs études [26-28] ont confirmé l'utilité, la robustesse et la performance du score PI-RADS, ouvrant la voie à une plus large utilisation de l'IRM-mp dans le contexte du cancer de la prostate, et suggérant une plus grande robustesse de l'interprétation. PI-RADS est donc devenu incontournable pour un radiologue pratiquant l'imagerie de la prostate. Actuellement, le standard est publiquement disponible sur Internet, et propose une description de la méthode de scoring des lésions,

agrémenté d'un atlas illustrant les descriptions sémiologiques [15]. Des formations présentielles ou en ligne sont accessibles [31-33] mais aucun matériel n'est disponible pour entraîner un radiologue à utiliser ce score dans les règles de l'art, s'auto-évaluer et se comparer à d'autres. Ainsi, en l'absence de méthode de certification, rien ne permet à un radiologue d'attester de la qualité de sa formation ou qu'il applique correctement les recommandations internationales.

En se basant sur ces constatations, nous avons élaboré puis développé un logiciel en ligne (Internet) permettant de s'entraîner à l'interprétation de l'IRM-mp selon le standard PI-RADS, et d'auto-évaluer régulièrement ses pratiques en comparaison à une référence experte, différents groupes lecteurs, ou soi-même lors d'une évaluation antérieure. Cet outil étant ouvert à tous, il constitue un étalon permettant d'attester d'un certain niveau de formation et d'aptitude à respecter les recommandations en vigueur.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons élaboré un outil ayant pour vocation d'améliorer les pratiques professionnelles en permettant à tout radiologue de s'entraîner à l'utilisation d'une méthode de scoring standardisée des lésions prostatiques (PI-RADS dans sa version 2.0), et d'obtenir une validation quantifiée et indépendante de cet apprentissage.

I. CAHIER DES CHARGES

Nous avons commencé par établir un cahier des charges reprenant les principales fonctionnalités nécessaires à un tel outil, regroupées dans le tableau 1. C'est ainsi que 20 points à la fois conceptuels et techniques ont été décrits.

Conceptuel	proposer une méthode d'évaluation simple, robuste, reproductible et compréhensible du respect du standard PI-RADS 2.
	proposer un outil international, en raison de l'importance de la demande, de l'absence d'outil existant, et du caractère mondial du standard
	outil académique, indépendant, gratuit
	privilégier le score PI-RADS 2.0, mais évaluer aussi d'autres éléments de l'interprétation, comme la précision de localisation ou de mesure des lésions, le score Likert
	permettre à l'utilisateur de situer son utilisation du standard par rapport à une référence unique, à d'autres groupes d'utilisateurs d'expérience variable, et à lui-même au cours du temps.

	traduire cette capacité à respecter le standard par un score
	proposer ce score à l'échelle internationale
	permettre à l'utilisateur d'attester de sa démarche de formation et de respect du standard, notamment dans le cadre d'une procédure de certification personnelle ou d'accréditation de site
	proposer l'outil au public le plus large possible afin de disposer d'un nombre important de réponses, et donc, d'une significativité statistique
	utiliser des dossiers de qualité, inédits, représentatifs d'une activité de routine dans un centre de diagnostic et traitement du CaP
	affranchir l'évaluation des variabilités liées à la technique d'acquisition IRM ou aux artéfacts
	fixer un jeu de données stable dans le temps, qui permettra d'évaluer les utilisateurs dans des conditions identiques
	lecture des images dans des conditions proches de la routine avec visualisation de l'ensemble des images de l'examen (et pas seulement l'image de la cible), pour permettre d'apprécier l'environnement et les limites de chaque lésion
	développer le caractère pédagogique et pratique de l'outil pour accélérer son adoption, éviter l'effet de lassitude

Technique	outil indépendant d'une marque, d'un matériel ou d'un logiciel propriétaire
	outil utilisable depuis partout (hôpital, faculté, domicile, mobilité), dans des conditions proches de la réalité quotidienne
	outil sécurisé, permettant de filtrer les utilisateurs par leur qualité, leur expérience, leur spécialité
	interface multilingue
	outil utilisable sur tablette
	outil utilisable en support lors de formations présentiels ou complètement dématérialisées (e-Learning)

Tableau 1 : Cahier des charges

II. SELECTION DES PATIENTS

Nous avons sélectionné 50 examens consécutifs d'IRM multiparamétrique de prostate (IRM-mp) réalisés entre le 1er Janvier et le 12 Février 2016 correspondant aux examens des patients adressés dans notre centre pour une suspicion de cancer de la prostate. Les patients qui réalisaient une IRM de la loge prostatique, c'est à dire qui avaient déjà bénéficié d'une prostatectomie radicale, n'ont pas été inclus.

Une première lecture des examens excluait une IRM ininterprétable en raison des artéfacts de mouvement et la 51^{ème} IRM consécutive était ajoutée.

Une seconde lecture excluait les IRM pour lesquelles l'indication était la recherche de récurrence d'un cancer traité (1 par ultrasons focalisés à haute intensité HIFU, 3 par radiothérapie) ou un bilan infectieux (1), car incompatibles avec l'évaluation standardisée PI-RADS.

Le flow-chart est présenté dans la figure 4.

Sont d'emblée exclus les patients réalisant une IRM de la loge prostatique, c'est-à-dire ayant déjà bénéficié d'une prostatectomie radicale.

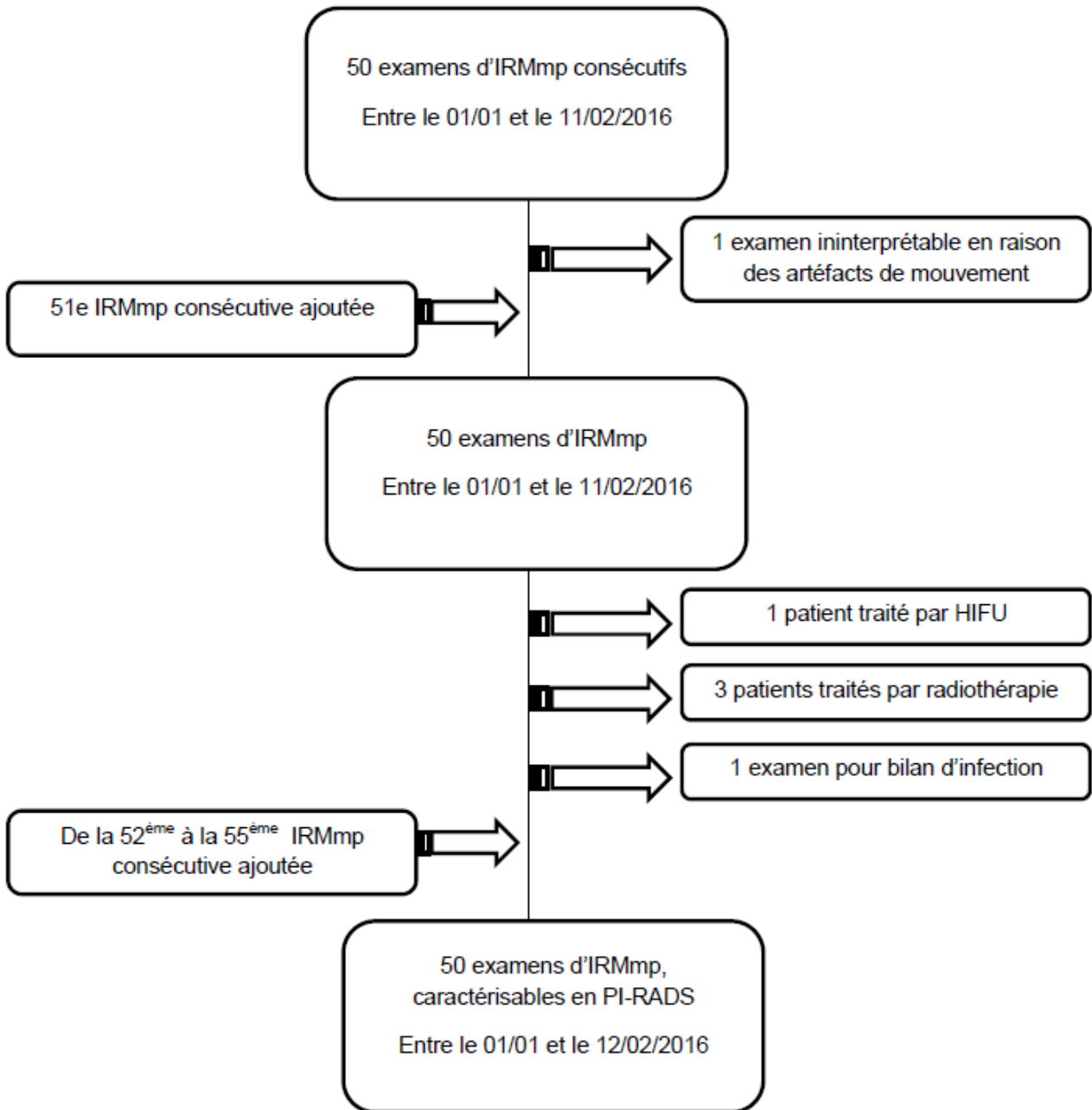


Figure 4 : Flow-chart.

III. PROTOCOLE IRM

Tous les examens ont été réalisés dans un seul centre universitaire français spécialisé en imagerie génito-urinaire, pratiquant l'IRM-mp depuis plus de 15 ans. Les examens ont été acquis avec un équipement Philips Ingenia 1.5T équipé d'une antenne corps de 32 canaux en réseau phasé, sur des patients ayant bénéficié d'une préparation par lavement rectal et antispasmodiques (Glucagon®). Le protocole d'acquisition était identique pour tous les patients, répondant au standard diagnostique ESUR ; incluant des séquences T2-TSE dans les plans coronal, axial et sagittal ; une séquence de diffusion multi-b dans le plan axial avec des gradients $b=0$, $b=150$, $b=1000$, $b=2000$, permettant de construire une cartographie ADC b_0 - b_{2000} et une cartographie ADC b_{150} - b_{2000} atténuant une partie des mouvements macroscopiques des molécules d'eau (microcirculation) ; une séquence T2-EG rapide couplée à une séquence de diffusion b_{1000} centrées sur le pelvis pour la recherche d'adénopathies ; une séquence de perfusion dynamique en pondération T1 EG acquise dans le plan axial (20 séries d'une durée de 15 sec) avec injection intraveineuse de gadolinium (0,1cc/kg de chélate de Gadolinium macrocyclique ; acide gadotérique ; Dotarem® 0.5 mmol/mL) ; une séquence T1 EG au temps tardif dans le plan axial en haute résolution.

IV. RECUEIL ET CONVERSION DES DONNEES CLINIQUES

Chaque histoire clinique a été revue de façon concertée par 2 radiologues et transcrite en variables autorisant un affichage synthétique et multilingue du contexte clinique. Ces variables sont présentées dans le tableau 2.

Age	en années
Taux de PSA au moment de l'examen IRM	en ng/mL
Evolutivité du PSA	Codée en 5 classes : UP = croissant, OS = fluctuant, DN = décroissant, S = stable, UK = non connue
Durée d'observation de cette évolutivité	en mois
Réalisation ou non de biopsies antérieures	Codée en 2 classes : oui / non
Résultat d'éventuelles biopsies antérieures	Codé en 3 classes, sans précision topographique : B = bénin, MF = microfoyer, CS = cancer significatif

Toucher rectal	<p>Codé en 6 classes :</p> <p>N = souple,</p> <p>HBP = hypertrophie prostatique d'allure bénigne,</p> <p>FD = ferme à droite,</p> <p>FG = ferme à gauche,</p> <p>SD = cancer probable à droite,</p> <p>SG = cancer probable à gauche</p>
Contexte standardisé dans lequel l'IRM était réalisée	<p>Codé en 6 classes:</p> <p>S1=première série de biopsies;</p> <p>S2=deuxième série de biopsies avec S1 négative ;</p> <p>SN=nième série de biopsies avec S1...S(n-1) négatives ;</p> <p>ST=Bilan d'extension d'un cancer diagnostiqué récemment par biopsies faites dans un autre centre ;</p> <p>AS=Patient en surveillance active ;</p> <p>XP=Bilan avant transplantation</p>
Nombre d'années depuis l'inclusion en surveillance active	Uniquement pour les patients "AS" ; en années.
Signes fonctionnels urinaires	Codé en 2 classes: oui / non

Tableau 2 : Variables cliniques synthétiques recueillies et codifiées

Afin de permettre aux lecteurs de rapprocher leurs évaluations PI-RADS ou Likert avec les résultats anatomopathologiques, et de contrôler la nature de certaines images (non cibles) qui pourraient les intéresser, les résultats des biopsies (et des éventuelles prostatectomies) réalisées après l'imagerie ont été encodés de façon similaire. Ces variables sont présentées dans le tableau 3.

Nombre de biopsies systématisées postérieures (SB)	12 pour tous les patients
Longueur totale de parenchyme prélevé par les SB	en mm
Nombre de SB positives	De 0 à 9 dans l'étude
Topographie standardisée de leur positivité triée par longueur de cancer par carotte	Liste des secteurs selon le schéma de l'ESUR
Longueur maximale de cancer par carotte	en mm
Nombre de biopsies dirigées par l'IRM (TB)	De 0 à 4
Nombre de TB positives	De 0 à 4
Topographie standardisée des TB	1 secteur selon le schéma de l'ESUR
Prostatectomie réalisée	0 ou 1
Précision de la topographie des deux lésions tumorales principales	1 ou 2 zones
Taille des deux lésions tumorales principales	en mm

Tableau 3 : Variables anatomopathologiques synthétiques recueillies et codifiées

V. PREPARATION DES DONNEES D'IMAGERIE

Les 50 examens ont été transférés en DICOM et contrôlés à l'aide du logiciel IntelliSpace Portal (ISP) (Philips Medical Systems, version 8.0). Nous avons ensuite sélectionné 6 séquences par examen et imposé un protocole d'affichage identique pour chaque examen, au format 4:3, de 3 colonnes et 2 lignes, présentant respectivement la série T2-TSE axiale, la série T2-TSE sagittale et les 9 premiers temps de l'imagerie T1 dynamique sur la première ligne ; les 4 images natives de l'imagerie de diffusion, la carte ADC b150-b2000 et les 6 images calculées de l'imagerie T1 dynamique après soustraction sur la seconde ligne (figure 5). Ce protocole d'affichage était conçu pour regrouper l'imagerie T1 dynamique sur la colonne de droite, et pouvoir ultérieurement la masquer en fonction des préférences de lecture. Une fois ce protocole d'affichage appliqué, le radiologue préparant les données réalisait une synchronisation 3D des séries, supprimait tout affichage (nom, numéro de patient, date, paramètre de séquence,...) et de facto anonymisait l'affichage, recentrait les cadres sur la glande, adaptait l'agrandissement pour optimiser la surface visible sur l'écran, avec le parenchyme prostatique. Une attention particulière était apportée au fenêtrage des images, permettant d'afficher un contraste optimal, avec visibilité du bruit de fond pour chaque série. L'image sagittale était figée sur la partie médiane de la glande, et agrémentée de la superposition d'une ligne de couleur correspondant au plan axial affiché dans les 5 autres images.

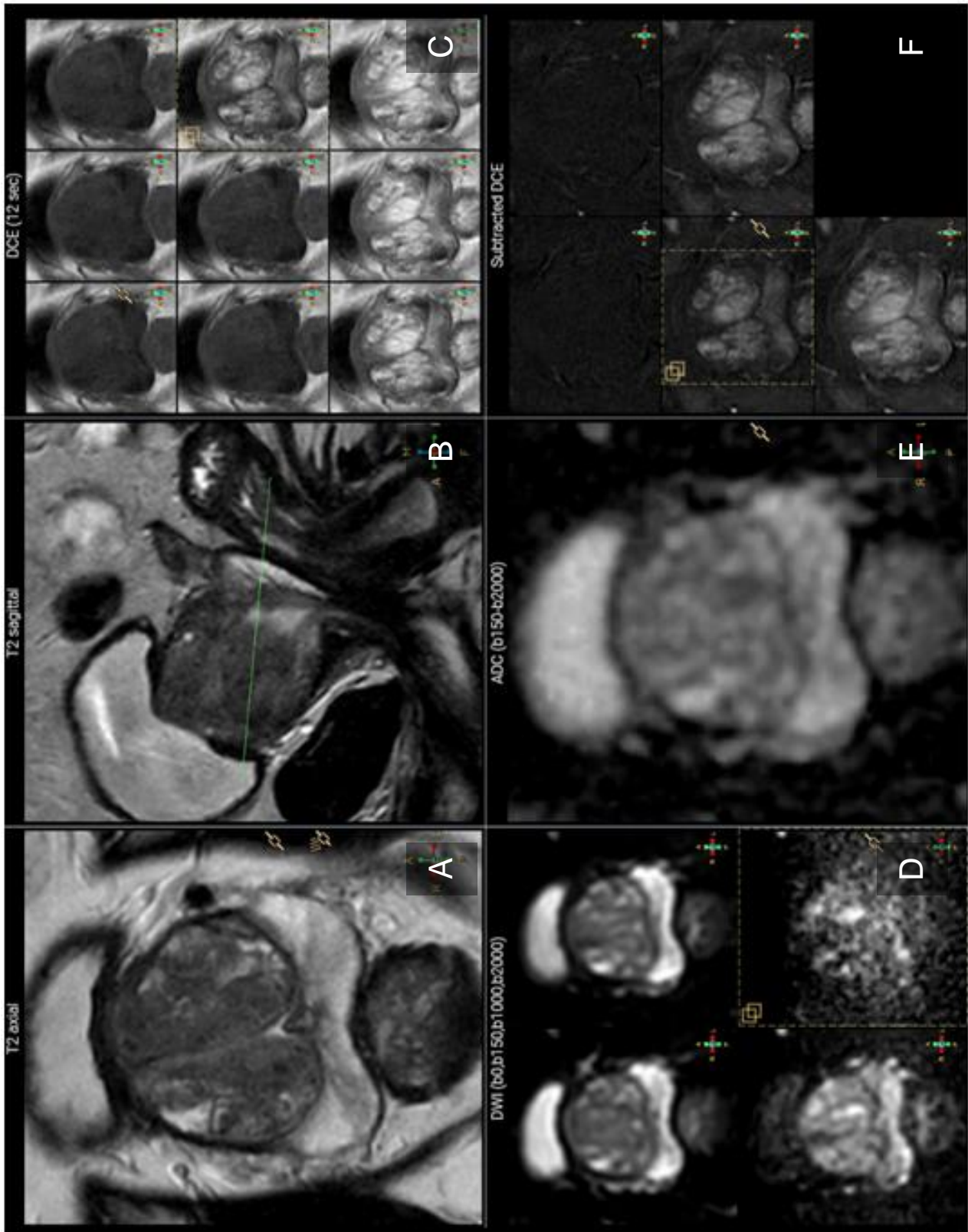


Figure 5 : Capture d'écran montrant le protocole d'affichage de l'imagerie

A) Axial T2 Turbo Spin Echo. B) Sagittal T2 Turbo Spin Echo. C) Axial T1 Echo de gradient avec injection dynamique de produit de contraste. D) Diffusion multi-b (b0-b150-b1000-b2000). E) Cartographie ADC (b150-b2000). F) Soustractions.

VI. CONVERSION DES DONNEES D'IMAGERIE

Afin de garantir une bonne utilisation de la bande passante mais aussi de certifier une anonymisation complète, nous avons choisi de ne pas utiliser le standard DICOM et de convertir les images dans un format standard compatible avec les technologies web.

A l'aide de logiciels libres (Autolt, version 3.3.14.2, J. Bennett & Autolt team ; XnView, version 2.35 pour Windows, Pierre-e Gougelet), une nouvelle série composée en moyenne de 22 captures d'écran (de 16 à 25) était enregistrée de façon automatique dans un répertoire indexé selon le numéro d'ordre de l'examen (0 à 49). Ces captures d'écran étaient ensuite redimensionnées (1280x960 points) et comprimées au format Joint Picture Exchange Group (JPEG) avec perte (qualité 75%), optimisation des tables d'Huffman, non progressif, et sous échantillonnage 1x1 (qualité). Au final, l'ensemble des données en JPEG occupait 161 Mo soit environ 3,2 Mo par dossier, contre, en moyenne, 187 Mo par dossier avant optimisation.

Les informations DICOM n'étant pas disponibles dans notre outil pédagogique et non disponibles via le logiciel ISP, une calibration manuelle des images anonymes présentes dans les captures d'écran était nécessaire pour permettre ultérieurement aux lecteurs de mesurer les images cibles dans notre logiciel, puisque la classification PI-RADS 2.0 se base en partie sur la mesure du plus grand diamètre des lésions. Cette calibration a été réalisée en identifiant les 6 séries d'images source (2 lignes de 3 colonnes) dans chaque capture d'écran, puis en mesurant la distance entre 2 points facilement reconnaissables de chaque série dans notre interface, puis immédiatement après dans le logiciel de référence (Philips ISP), respectivement en pixels puis en millimètres. La taille du point dans chaque zone de notre interface était donc estimée, puis stockée en base de données. Les 6 séquences de chacun des 50 cas étaient calibrées de cette façon.

VII. HEBERGEMENT DES DONNEES ET SECURITE

Nous avons choisi d'intégrer notre outil dans une plateforme académique sécurisée pré-existante sur Internet (<https://www.pcih.fr/prostate>) [34], dédiée à l'imagerie prostatique. Cette plateforme contient déjà d'autres outils dédiés au soin, à la recherche ou à l'enseignement (outils de reporting, cours, support d'étude, liens...). L'accès à la plateforme nécessite l'inscription préalable sur le site, la validation manuelle de l'inscription par un administrateur (radiologue). La plateforme et ses données sont hébergées chez le fournisseur d'accès Internet OVH (Roubaix, France). Cet hébergement inclut de l'espace disque servi par un logiciel Apache v2.0 et une base de données relationnelle au format MySQL v5.6. Un journal des connexions et des principales actions est stocké dans une table dédiée de la base de données (adresse IP, identifiant utilisateur, horodatage). Les communications entre le serveur et le client final répondent à la norme SSL (https), avec certificat de sécurité 256 bits. Les captures d'écran étaient stockées dans l'espace d'hébergement au format JPEG. Les données textuelles (variables cliniques, utilisateurs, réglages d'affichage, analyses de référence, réponses des utilisateurs) étaient stockées dans la base de données. Toutes les captures d'écran et variables ont été contrôlées par 3 opérateurs afin qu'aucune information ne permettant d'identifier un patient ne soit stockée.

VIII. OUTILS DE DEVELOPPEMENT

Le développement a été réalisé 100% en ligne en utilisant un logiciel de codage déporté (codeanywhere), capable d'accéder aux fichiers source du serveur, et exploitant les technologies standard web 2.0 HTML5, PHP 5.6.31, CSS, jQuery 3.2.1, Javascript, agrémentés des bibliothèques W3-css 4.0 et BootStrap 3.3.7.

IX. DEFINITION DES IMAGES-CIBLES

L'identification et la caractérisation des images-cibles ne pouvait être réalisées que lorsque les données d'imagerie étaient transférées sur le serveur distant, contrôlées, et que l'interface permettant de les afficher, ainsi que de définir des images cibles avait été développée (mode "éditeur").

Nous avons défini systématiquement 2 images-cibles par cas dont le choix a été réalisé de façon concordante par deux radiologues en connaissance des données cliniques, des résultats anatomo-pathologiques (biopsies et prostatectomie) et du compte-rendu de l'interprétation initiale. Les lésions décrites lors de l'interprétation initiale et les lésions significatives diagnostiquées sur les biopsies étaient priorisées à chaque fois. Les autres lésions devaient être pertinentes ou équivoques pour un radiologue (en T2, en diffusion ou en perfusion), en essayant d'équilibrer les proportions d'images PI-RADS 1 à 3, de même que la répartition selon l'anatomie zonale (zone périphérique, zone de transition, SFMA).

Pour placer chaque image-cible, nous avons double-cliqué en son centre, et en avons déterminé le périmètre global par l'intermédiaire d'un cercle de diamètre variable, destiné à apprécier l'ordre de grandeur de l'image visée, sans apporter de réelle précision. Les images cibles étaient placées par convention uniquement sur la séquence acquise dans le plan axial en pondération T2.

X. DEFINITION DES DONNEES DE REFERENCE

Les lecteurs experts définissaient ensuite pour chaque image-cible, de façon concordante, les variables utilisées pour référence. Ces variables d'image-cible sont présentées dans le tableau 4.

Centre de l'image cible	Un point d'une des images
Etendue de l'image cible	Un cercle de diamètre variable, englobant l'ensemble de l'image cible
Secteur(s) prostatique(s) potentiellement intéressés par l'image cible	1 à n secteurs énumérés et triés selon leur probabilité décroissante d'envahissement. Classification des secteurs selon le schéma à 27 secteurs de l'ESUR (<u>figure 8 page 71</u>)
Grand axe de l'image-cible	En mm ; donnée à titre indicatif pour distinguer certaines lésions PI-RADS 4 ou 5
Score sémiologique de l'image cible	Selon la version 2.0 du standard PI-RADS. La conformité du score de l'expert avec l'atlas de référence du standard était contrôlée par le 2ème radiologue. En cas de discordance, un avis était demandé à un 3ème expert (membre du groupe prostate de l'ESUR).
Explication du score PI-RADS	Commentaire saisi à but pédagogique, pour expliquer au lecteur les éléments sémiologiques visibles sur l'image qui déterminent le score.
Suspicion subjective de malignité	Reflétant l'impression de l'expert en tenant compte des données sémiologiques, mais aussi du contexte ; score subjectif selon une échelle de Likert de 1 à 5
Extension extra-prostatique	Uniquement en cas de lésion PIRADS 4 ou 5 ; score subjectif selon une échelle de Likert de 1 à 5

Tableau 4 : Définition des images-cibles et des données de référence

RESULTATS

I. IMAGES CIBLES

Nous avons donc 100 images-cibles définies dont les caractéristiques de répartition sont détaillées ci-dessous :

1. Répartition selon l'anatomie zonale

Elles sont localisées à 61% dans la zone périphérique, 32% dans la zone de transition et 7% dans le stroma fibro-musculaire antérieur, illustrées dans le tableau 5.

	ZP	ZT	SFMA
PI-RADS 1	7	2	0
PI-RADS 2	11	12	5
PI-RADS 3	18	9	0
PI-RADS 4	11	5	1
PI-RADS 5	14	4	1
Total	61 (61%)	32 (32%)	7 (7%)

Tableau 5 : Répartition des images-cibles selon l'anatomie zonale.

2. Etude du grand axe

Le grand axe médian des lésions, selon le lecteur de référence, était de 13 mm, variant de 5 à 38 mm [IC 95% entre 12 et 15 mm].

3. Répartition par score PI-RADS 2.0 en 5 classes

Leur répartition par score PI-RADS est présentée dans le tableau 6 et la figure 6. On retrouve ainsi 9% de score PI-RADS 1, 28% de score PI-RADS 2, 27% de score PI-RADS 3, 17% de score PI-RADS 4 et 19% de score PI-RADS 5.

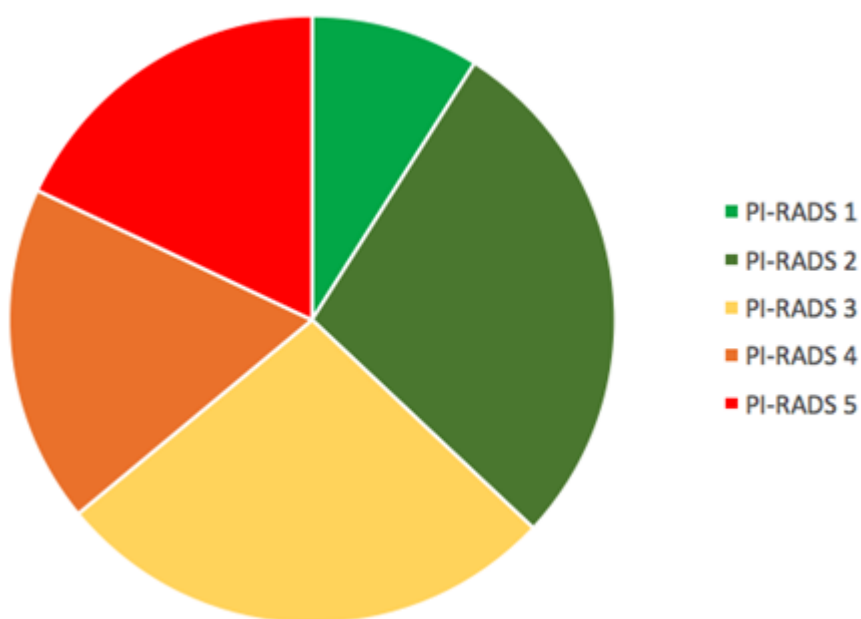


Figure 6 : Répartition des scores PI-RADS en 5 classes attribués par la lecture de référence.

	ZP	ZT	SFMA	Total
PI-RADS 1	7	2	0	9 (9%)
PI-RADS 2	11	12	5	28(28%)
PI-RADS 3	18	9	0	27 (27%)
PI-RADS 4	11	5	1	17 (17%)
PI-RADS 5	14	4	1	19(19%)

Tableau 6 : Répartition des scores PI-RADS en 5 classes attribués par la lecture de référence.

4. Répartition par score PI-RADS 2.0 en 3 classes

Nous avons fait le choix de regrouper certains scores PI-RADS pour obtenir 3 classes en considérant que les scores PI-RADS 1 et 2 constituent une classe "1" intégrant les images-cibles les moins suspectes, que le score 3 (dit "équivoque") est une classe "2" intégrant celles dont la classification est incertaine, et que les scores 4 et 5 correspondent à une classe "3" intégrant les images-cibles les plus suspectes.

On obtient ainsi 37% de classe 1, 27% de classe 2 et 36% de classe 3.

Cette répartition est présentée dans la figure 7 et le tableau 7.

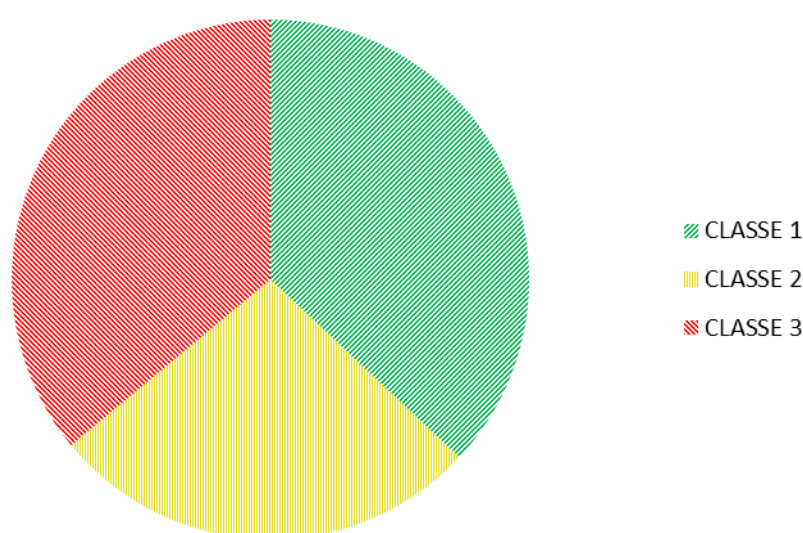


Figure 7 : Répartition des scores PI-RADS en 3 classes attribués par la lecture de référence.

	ZP	ZT	SFMA	Total
CLASSE 1 (PI-RADS 1 + 2)	18	14	5	37 (37%)
CLASSE 2 (PI-RADS 3)	18	9	0	27 (27%)
CLASSE 3 (PI-RADS 4 + 5)	25	9	2	36 (36%)

Tableau 7 : Répartition des scores PI-RADS en 3 classes attribués par la lecture de référence.

5. Répartition selon le secteur topographique

Leur répartition par secteur selon le schéma à 27 secteurs de l'ESUR, niveau de coupe (base, milieu et apex) et latéralité, est présentée dans le tableau 8.

Secteur	Nombre	Secteur	Nombre
1a	3	1p	3
2a	1	2p	5
3a	7	3p	5
4a	1	4p	10
5a	2	5p	3
6a	0	6p	4
7a	3	7p	5
8a	2	8p	9
9a	6	9p	5
10a	4	10p	9
11a	2	11p	1
12a	1	12p	2
13a	5		
14a	2		
15a	1		
Droite	43	Base	35
Gauche	49	Milieu	49
Médian	8	Apex	16

Tableau 8 : Répartition des images-cibles selon le secteur de référence.

II. LE LOGICIEL

Le logiciel « Prostate Score Trainer » a été développé par notre équipe entre Novembre 2016 et Janvier 2018 en se basant sur un cahier des charges (tableau 1). Il a été intégré à une plateforme pré-existante dédiée à l'imagerie prostatique [34]. Cette plateforme sécurisée met à disposition après identification de l'utilisateur des outils dédiés au soin, à la recherche ou à l'enseignement. Les éléments informatiques permettant l'inscription au site, la validation de l'inscription, l'identification par identifiant et mot de passe étaient donc d'emblée disponibles. Les technologies standard web 2.0 (HTML5, PHP 5.6.31, CSS, jQuery 3.2.1, Javascript) ont été utilisées. Au total, environ 8000 lignes de code ont été écrites.

1. Page d'accueil

Pour répondre à une des contraintes du cahier des charges (utilisation internationale par un large public), un lexique a été élaboré dans 8 langues différentes (français, anglais, italien, allemand, espagnol, roumain, portugais, néerlandais). Grâce à un encodage de l'ensemble de l'outil selon les variables de ce lexique, un affichage localisé dans la langue de l'utilisateur est immédiatement disponible. Le bouton « Langage » est situé en haut à droite de cette page.

Cette page d'accueil décrit le contexte de l'étude, les modalités de lecture et les objectifs de son utilisation (auto-évaluation au scoring PI-RADS). Nous y avons intégré un tutoriel vidéo de 8 minutes pour familiariser l'utilisateur aux principales fonctionnalités de la visionneuse d'images et accélérer la prise en main du logiciel.

Une capture d'écran illustrant cette page est située en annexe 7.

2. Page principale

La page principale du logiciel affiche une liste des “sessions” de travail de l'utilisateur, avec possibilité d'en créer de nouvelles, de les supprimer ou d'afficher le détail de chacune. Lorsqu'une session de travail est ouverte, elle est présentée sous forme d'une grille de 50 cases distribuées de façon aléatoire représentant chacune un dossier d'IRM-mp et deux images-cibles à évaluer. Lorsque les réponses ont été données pour un dossier, 2 petits carrés colorés apparaissent dans la case du dossier dont la couleur dépend de la concordance avec les données de référence : en vert si l'évaluation est identique, en dégradé de bleu si la lésion est sous-évaluée, en dégradé de rouge si la lésion est sur-évaluée.

Cinq cases spéciales dites “*de rapport d'évaluation*” jalonnent le parcours tous les 10 dossiers ; permettant à l'utilisateur d'afficher régulièrement une synthèse statistique du travail accompli, et sa progression dans la session. Les quatre premières étapes sont des rapports “intermédiaires” ; la dernière case est le rapport “final” d'évaluation.

Une capture d'écran de cette page est disponible en [annexe 8](#).

3. Visionneuse d'images

Nous avons développé une visionneuse d'images simulant le défilement des 6 séries principales d'une IRM de prostate de façon synchronisée ([figure 5](#)), pour permettre une évaluation des lésions dans leur environnement global. Les images occupent la totalité de la surface d'affichage. Les fonctionnalités de l'interface définitive sont détaillées dans le [tableau 9](#).

Groupe	Fonctionnalités	Détail
Entrée/Sortie	Chargement des images	Automatique, avec barre de progression
	Export contextuel des images	Bloqué
Affichage	Identification des séries	Affichage sur un bandeau fixe en haut de chaque zone.
	Défilement	<ul style="list-style-type: none"> - Clic gauche maintenu - Molette - Flèches du clavier haut et bas - Balayage au doigt haut/bas sur tablette
	Orientation	Affichée dans chaque zone
	Protocole d'affichage	Figé en 2 lignes de 3 colonnes Pas de possibilité de modifier l'ordre des séries
	Résolution	Intégrale ; figée à 426 x 426 pour chaque zone
	Synchronisation des séries	Automatique Figée par la capture d'écran Uniquement dans le plan axial
	Ligne de référence	Affichée sur la série sagittale (ligne verte)
	Pointeur 3D (triangulation)	Absent
	Masquage de série dynamique T1	Possible, mais non utilisé sur l'étude

	Adaptabilité au support	Affichage adapté à toute taille d'écran, y compris à la rotation en temps réel sur tablette.
Manipulation des images	Mesure d'une distance dans une zone	- Touche "D" puis trace à la souris - Double clic sur la case "Diamètre" du formulaire d'interprétation puis trace à la souris
	Zoom non progressif	Double clic (uniquement possible sur les séries encadrées en pointillés)
	Fenêtrage	Non disponible ; pré-réglé par les radiologues experts lors de la capture des données.
Tableau de bord	Affichage	Survol du bord droit de l'écran
	Masquage	Clic sur une image
	Changement langue d'affichage	Onglet avec menu déroulant situé en haut sur la page d'accueil
Zone de navigation du tableau de bord	Retour à la liste des cas de la session Cas précédent et suivant dans la session Cas suivant dans la session	Boutons d'interface
	Progression de l'utilisateur dans la session	Barre graduée (en %)

Zone d'interaction du tableau de bord	Affichage du contexte clinique synthétique	Dans un onglet "Contexte" regroupant les données décrites dans le tableau 2
	Evaluation des images- cibles par le lecteur	Dans un onglet "Votre interprétation" affichant le formulaire d'évaluation des cibles
	Affichage des résultats anatomopathologiques synthétique	Dans un onglet "Diagnostic" regroupant les données décrites dans le tableau 3
	Mode administrateur	Dans un onglet "Editeur" accessible uniquement aux administrateurs du site : <ul style="list-style-type: none"> • ajout d'une image cible sur le dernier point double-cliqué dans les images • agrandissement ou rétrécissement de son cercle de centrage • suppression d'une cible • définition d'une zone de série dans la capture d'écran • réalisation d'une mesure de calibration (en pixels) • saisie de la taille (en mm) de la distance mesurée pour valider la calibration

Tableau 9 : Détail des fonctionnalités de l'interface.

A l'ouverture d'un dossier, les images sont téléchargées immédiatement en tâche de fond, avec un indicateur permettant de savoir le moment où elles sont toutes disponibles. Les images sont affichées en pleine résolution.

Par ailleurs, nous avons évalué l'utilisabilité du logiciel et mesuré les temps de chargement complet des images des 50 dossiers dans des conditions réseau variables.

Ceux-ci sont répertoriés dans le tableau 10.

Type de ligne Internet	Débit (en Mb/s)	Durée de chargement de 40 dossiers (en secondes)	Temps moyen de chargement d'un dossier (en secondes)
Ligne WiFi ou Fibre	30	185	3.7
Ligne 4G	4	325	6.5
Ligne ADSL	2	605	12.1

Tableau 10 : Tests de fluidité de la plateforme.

4. Tableau de bord

Il est possible de superposer temporairement au-dessus des images un "tableau de bord" contenant une zone de navigation (permettant de revenir à la liste des dossiers, d'atteindre le dossier précédent ou le suivant, affichant une barre de progression), et une zone d'interaction avec l'utilisateur présentant 3 onglets : a) « Contexte clinique », b) « Interprétation » et c) « Diagnostic ».

Uniquement en mode administrateur, un onglet supplémentaire « Editeur » est disponible.

Ce tableau de bord s'affiche et se masque à partir du bord latéral droit de l'écran.

1) Onglet Contexte

Dans cette partie, le contexte clinique est repris en points-clés. Il est fourni à titre indicatif. Une capture d'écran illustrative figure en annexe 9.

2) Onglet Interprétation

Deux images-cibles doivent être évaluées pour chaque dossier. Un bouton "localisateur" matérialisé en forme de repère rouge permet d'afficher immédiatement la coupe de l'image-cible, identifiée par une cible superposée sur l'image (cercle rouge en pointillés centré par un point). Ceci permet de la localiser de façon précise, mais sans suggérer ses contours ou son plus grand diamètre. Il faut ensuite, une fois l'image analysée, saisir le secteur prostatique qui la centre, son plus grand diamètre, son score PI-RADS, et un score subjectif de malignité (de type Likert). Le score PI-RADS, la localisation et le score subjectif Likert sont saisis à partir de listes déroulantes pour éviter toute erreur de saisie et les réponses ouvertes ou multiples. La mesure du plus grand diamètre de l'image-cible se fait en double cliquant sur sa case résultat.

La validation de l'évaluation des deux cibles a pour effet d'afficher immédiatement la correction de référence (avec une explication explicite, uniquement en anglais pour l'instant, de la raison pour laquelle le score de référence a été attribué), la réponse la plus fréquente des utilisateurs "experts" (dont l'expérience est supérieure à 24 mois), et la réponse la plus fréquente des autres utilisateurs, pour la localisation, le plus grand diamètre, le score PI-RADS 2.0 et le score Likert.

Une coche de couleur verte ou une croix de couleur rouge s'affichent selon si la réponse est identique à la correction de référence pour le secteur topographique touché et le score PI-RADS 2.0.

Cette validation débloque aussi l'accès à l'onglet "Diagnostic".

Des captures d'écran d'un formulaire de réponse vide et d'un formulaire de réponse validé sont disponibles en annexes 10 et 11.

3) Onglet Editeur

L'onglet Editeur, illustré en annexe 12, est uniquement disponible pour les administrateurs. Il permet d'ajouter, de supprimer ou de modifier simplement une cible. Il permet également les réglages de calibration manuelle pour chacune des 6 séquences présentées.

4) Onglet Diagnostic

De façon semblable à l'onglet « Contexte », on y trouve la suite de l'histoire clinique avec les résultats des éventuelles biopsies prostatiques, systématiques et/ou ciblées et d'une éventuelle prostatectomie. Une capture d'écran illustrative est fournie en annexe 13.

5. Rapports d'évaluation intermédiaires

Afin de maintenir la motivation des lecteurs, des étapes intermédiaires sont proposées au lecteur tous les 10 dossiers (20 images-cibles). Dans ces rapports (dits "intermédiaires"), le logiciel affiche des statistiques descriptives correspondant à la progression du lecteur (nombre de dossiers achevés, nombre de cibles évaluées, nombre de cibles évaluées depuis l'inscription au site, temps médian de lecture d'un dossier dans la session...), ainsi qu'une analyse détaillée des variables d'interprétation (localisation des lésions, score PI-RADS, score Likert) (annexe 14). La variable "localisation de l'image-cible" est évaluée comme "correcte" si l'utilisateur a localisé l'image dans un des n secteurs identifiés par l'expert, ou "parfaite" s'il a localisé l'image dans le même secteur que celui désigné par l'expert. Les scores (en pourcentage) des concordances "correcte" et "parfaite" sont disponibles.

Les variables ordinales de type "score" (PI-RADS ou Likert) sont présentées sous la forme de tableaux de contingence (annexe 15) croisant les réponses de l'utilisateur avec celles de la lecture experte. Un code couleur permet de visualiser, en fonction du score PI-RADS, les cas de concordance parfaite (en vert), les cas de sur-scoring (en rouge) ou de

sous-scoring (en bleu) par l'utilisateur. Le pourcentage de scoring PI-RADS parfait est affiché, de même que les pourcentages de sur ou sous scoring. La concordance inter-observateurs avec le lecteur référent est ensuite évaluée par le Kappa non pondéré décrit par Cohen [16;17]. L'interprétation du niveau de concordance du coefficient Kappa (k) est affichée de façon explicite à l'utilisateur : désaccord si $k < 0$; accord très faible si $0 \leq k \leq 0.2$; accord faible si $0.2 < k \leq 0.4$; accord modéré si $0.4 < k \leq 0.6$; accord fort si $0.6 < k \leq 0.8$; accord presque parfait si $0.8 < k \leq 1$. L'intervalle de confiance à 95% du coefficient Kappa est affiché, après calcul de la déviation standard du coefficient.

Pour chaque variable de score (PI-RADS et Likert), le rapport affiche une analyse des réponses en 5 classes, et une analyse regroupant ces réponses en 3 classes.

L'utilisateur a la possibilité de quitter le rapport intermédiaire et de visualiser dans sa session les dossiers qui présentent une discordance de scoring, de les consulter à nouveau, et de relire l'explication de l'expert ; dans un but pédagogique. Le même code couleur que celui affiché dans le rapport est utilisé, permettant à l'utilisateur d'identifier immédiatement les lésions mal évaluées dans chacun des dossiers parcourus précédemment.

6. Rapport d'évaluation final

La dernière étape, proposée lorsque tous les dossiers ont été évalués (100 images-cibles) est similaire aux étapes intermédiaires, mais affiche à l'utilisateur une qualification de sa capacité à localiser et évaluer selon PI-RADS les lésions par rapport à l'expert.

7. Validation des résultats

Le pourcentage de localisations “correctes” par secteur est un premier score nommé “conformité de localisation”, qui doit être supérieur ou égal à 80% pour être considéré comme “satisfaisant” ; le pourcentage de corrélation parfaite d’évaluation PI-RADS est un second score nommé “conformité d’évaluation PI-RADS” qui doit être supérieur ou égal à 60% pour être considéré comme “satisfaisant”, mais aussi présenter un coefficient Kappa supérieur à 0.6 (accord fort ou presque parfait avec la lecture référente).

A l’issue de la validation de la “conformité de localisation” et de la “conformité d’évaluation PI-RADS” des 100 lésions, l’utilisateur a la possibilité d’imprimer le rapport. Ce rapport est une attestation que le lecteur a relu 50 dossiers d’IRM-mp, et a évalué 100 lésions selon le standard PI-RADS 2.0. Il inclut le temps médian passé par dossier. L’utilisateur peut sauvegarder ses résultats et aura la possibilité de les comparer à ceux d’une session ultérieure (par exemple dans le cas d’une validation annuelle).

Si la validation n’est pas réussie, l’utilisateur est libre de créer une nouvelle session pour tenter une nouvelle évaluation sur les mêmes dossiers, mais dans un ordre différent.

DISCUSSION

I. LES IMAGES-CIBLES

1. Choix

Pour se rapprocher le plus possible des conditions d'évaluation PI-RADS en routine clinique, nous avons sélectionné des patients consécutifs, en excluant les cas où l'IRM n'était pas de qualité optimale (1 cas), ou les cas non adaptés au standard PI-RADS selon le document de référence de l'ACR (antécédent de prostatectomie, de traitement modifiant le signal ou de prostatite en cours).

Dans ces dossiers d'IRM, le choix des cibles s'est fait de façon logique, en identifiant les zones les plus "significatives" de chaque examen, considérant, selon notre expertise, qu'il était possible de s'interroger sur leur nature, et donc, intéressant de classifier.

2. Matérialisation

Nous avons utilisé une méthode simple pour d'identifier clairement l'image à évaluer (un point rouge centré par un cercle de diamètre variable), mais ne pas créer de biais en désignant précisément les limites de la lésion, qui aurait pu inciter le lecteur à privilégier un score par rapport à un autre.

3. Analyse des résultats

Bien que la lésion la plus suspecte ait été systématiquement choisie, nous avons obtenu une répartition homogène des images-cibles selon leur topographie, proche de la distribution naturelle des cancers de la prostate que nous avons décrite en introduction (61% de lésions en zone périphérique ; 32% de lésions en zone de transition, et 7% de lésions du SFMA) [4-5].

La répartition des images-cibles selon le score PI-RADS de référence était plus variable, avec une majorité de lésions PI-RADS 2 (28%), mais globalement une répartition homogène en considérant les lésions en 3 classes : 37% de lésion plutôt bénignes ; 27% de lésions équivoques ; 36% de lésions plutôt malignes pour l'expert.

Ce regroupement en 3 classes que nous avons réalisé est logique puisque nous avons assemblé les scores PI-RADS 1 et 2, c'est-à-dire les images normales et les images dont la bénignité est certaine, et dont la conduite à tenir reste la même.

De la même façon, la distinction entre un score PI-RADS 4 et un score PI-RADS 5 se fait principalement sur un critère de mesure de taille dont le cut-off est fixé à 15 mm. En raison de la variabilité inter-observateur propre à la mesure d'une distance en imagerie, une même image peut être classée 4 ou 5 alors que son signal suspect ne fait aucun doute et ne modifie pas la prise en charge diagnostique.

Ce regroupement en 3 classes peut également être superposé aux conduites à tenir liées à l'utilisation du score BI-RADS en sénologie : les examens BI-RADS 1 et 2 ne nécessitent aucun contrôle, les examens BI-RADS 3 nécessitent une surveillance rapprochée alors que les examens BI-RADS 4 et 5 imposent des prélèvements pour analyse anatomopathologique.

Enfin, la valeur du grand axe des lésions est donnée à titre indicatif puisque par définition une image PI-RADS 1 correspond à du parenchyme normal, ne pouvant être délimité et donc mesuré.

II. DEVELOPPEMENT DU LOGICIEL

1. Cahier des charges

Le développement de cet outil pédagogique a respecté la plupart des éléments de son cahier des charges. Plusieurs éléments du cahier des charges avaient pour objectif une mise à disposition à grande échelle, et une utilisation confortable du logiciel, afin de ne pas décourager les lecteurs: support Internet, interface d'emblée multilingue, support des équipements mobiles (tablettes, orientation variable d'affichage, interface tactile...).

L'utilisabilité de la plateforme (rapidité de chargement et d'affichage des données) était également une priorité qui nous a imposé certaines contraintes techniques, notamment l'utilisation d'images en format compressé JPEG plutôt que DICOM.

2. Conversion des données d'imagerie

Les images DICOM contiennent des méta-données qui, après un décodage qui nécessite un temps de calcul supplémentaire, apportent certaines fonctionnalités que nous avons partiellement compensées : l'agrandissement libre des images, compensé dans notre logiciel par un agrandissement calculé (x2) sur certaines séquences (Diffusion, Perfusion, Soustractions) ; les mesures de distance, compensées dans notre logiciel par une étape de calibration manuelle de toutes les séries. D'autres fonctionnalités importantes ne pouvaient être compensées, comme la liberté de disposition des séries sur l'écran (protocole d'affichage), le fenêtrage libre des images ou la synchronisation 3D. Mais grâce à ces compromis, nous avons réalisé un outil ubiquitaire et compatible avec tout équipement informatique. Ces choix, et l'utilisation de technologies web 2.0 optimisées (compression JPEG, préchargement des images en cache, JQuery, HTML5) permettent un affichage très fluide des données (chargement de toutes les images d'un dossier en 4 à 12 secondes selon la qualité de la connexion Internet), performant par rapport à d'autres outils d'e-Learning dédiés à l'imagerie prostatique [31-33], qui permettent un ajustement

des niveaux de fenêtrage et de zoom, au prix d'un temps de chargement des données plus long et de manipulations de la souris répétées. Enfin, une autre raison de notre choix de ne pas utiliser DICOM, était un risque d'anonymisation imparfaite des données ; certaines méta-données d'identification pouvant être ignorées par les logiciels d'anonymisation.

Les séquences de perfusion et les reconstructions en soustraction ont volontairement été placées sur la même colonne afin de pouvoir masquer ces séquences si besoin, dans l'hypothèse où l'évolution se ferait vers une IRM bi-paramétrique sans injection comme proposé récemment [35].

3. Tableau de bord

1) Contexte

Bien que le contexte n'entre pas en compte dans la description du score PI-RADS 2.0, celui-ci reste obligatoire dans la vie courante. C'est pourquoi nous avons choisi de présenter au lecteur un résumé des données cliniques dans l'optique d'une interprétation et d'une évaluation du score PI-RADS la plus proche des conditions de pratique clinique mais aussi pour permettre une approche plus intéressante et plus pédagogique de l'évaluation, et diminuer le risque d'un abandon en cours de session. Il est possible que ces informations contribuent à modifier un choix, mais étant donné que les scores de référence n'étaient basés que sur les données d'image (et documentés par une note explicative), il s'agissait plutôt d'un élément distracteur pouvant écarter l'utilisateur d'une analyse rationnelle des images que propose PI-RADS.

2) Interprétation

Pour les mêmes raisons, et à la différence de Rosenkrantz [31-32] nous affichons les réponses de l'expert, leur explication et le résultat anatomopathologique du cas lors de la validation du dossier, plutôt qu'à la fin de la session. Ceci permet au lecteur un contrôle continu de son écart avec la référence, et éventuellement d'interrompre une session si les performances sont jugées insuffisantes et nécessitent un complément de formation. Nous avons réfléchi à la possibilité que l'affichage d'une explication puisse modifier les réponses ultérieures de l'utilisateur. Certains auteurs ont montré que la présentation immédiate d'une réponse de référence ne modifiait pas la courbe d'apprentissage [36], mais dans l'hypothèse où cet affichage modifie l'apprentissage, nous pensons que cela ne peut être que bénéfique pour le lecteur.

Par ailleurs, pour chaque image-cible, la réponse la plus fréquente des lecteurs experts (ayant plus de 24 mois d'expérience) et la réponse la plus fréquente des autres lecteurs est fournie permettant ainsi une comparaison aux utilisateurs de la plateforme.

3) Diagnostic

Les données anatomopathologiques sont fournies dans un but uniquement illustratif. En pratique quotidienne, il n'est pas toujours aisé d'avoir une rétrospective de son interprétation en raison parfois de la dispersion des correspondants ou du manque de temps. Nous proposons donc ces résultats pour permettre une comparaison avec son interprétation globale et trouver une caractérisation des images non-cibles décelées.

III. EVALUATION DES UTILISATEURS

1. Objectif

Bien que les résultats anatomopathologiques soient disponibles pour chaque cible, nous avons choisi, pour cette application, de ne pas évaluer les lecteurs sur leur capacité à déterminer si l'image-cible était un cancer significatif, mais sur leur capacité à attribuer à l'image-cible un score semblable à celui d'un référentiel. Le but de notre travail n'était donc pas de tester la sensibilité ou la spécificité du standard PI-RADS 2.0 mais d'apprendre à l'utiliser.

En effet, un des reproches principaux qu'on fait à l'interprétation des IRM de la prostate est la variabilité inter-observateur. Plusieurs études ont en effet démontré cette variabilité qui grève une utilisation de l'IRM multiparamétrique avec confiance en routine, et son positionnement comme un outil fiable de triage des patients avant biopsies. Il nous semblait donc indispensable de proposer un outil permettant à tout radiologue de tester sa conformité au standard PI-RADS, mais aussi sa reproductibilité avec un expert, ou lui-même dans le temps.

2. Les différents critères

Nous avons volontairement limité les éléments d'évaluation pour chaque lésion afin de proposer une synthèse simple dans chaque rapport intermédiaire et dans le rapport final, ainsi qu'un score compréhensible à l'issue de l'évaluation.

Grâce à la possibilité de créer plusieurs sessions d'entraînement, le lecteur peut comparer ses performances au cours du temps, les images-cibles étant les mêmes mais réparties dans un ordre aléatoire.

1) Topographie

La carte de topographie (figure 8) utilisée dans notre outil est celle présentée dans la version 1.0 du standard PI-RADS en 2012 [25] et non celle proposée lors de la révision en version 2.0 par l'ACR. Ce choix était guidé par une contrainte technique, liée au fait qu'il était risqué de proposer une liste de 39 choix aux libellés très similaires, car le schéma récent comprend de nombreux secteurs au libellé identique (ex : 6 secteurs nommés "PZPL"). De plus ce schéma comprend des secteurs ("CZ") dont la notation n'est pas décrite dans le standard. Enfin, sur le plan pratique, nous constatons que la sectorisation en 27 secteurs est la plus répandue pour l'instant dans la pratique quotidienne. En cas d'évolution du standard, nous avons conçu le logiciel pour s'adapter à une nouvelle sectorisation.

Nous avons constaté que les performances de concordance pour la localisation "parfaite" étaient faibles, y compris pour des lecteurs-test entraînés. C'est la raison pour laquelle nous pensons que la localisation "correcte" est plus adaptée à l'évaluation. Les analyses statistiques des localisations « parfaites » et « correctes » sont disponibles dans les rapports d'évaluation intermédiaires et final.

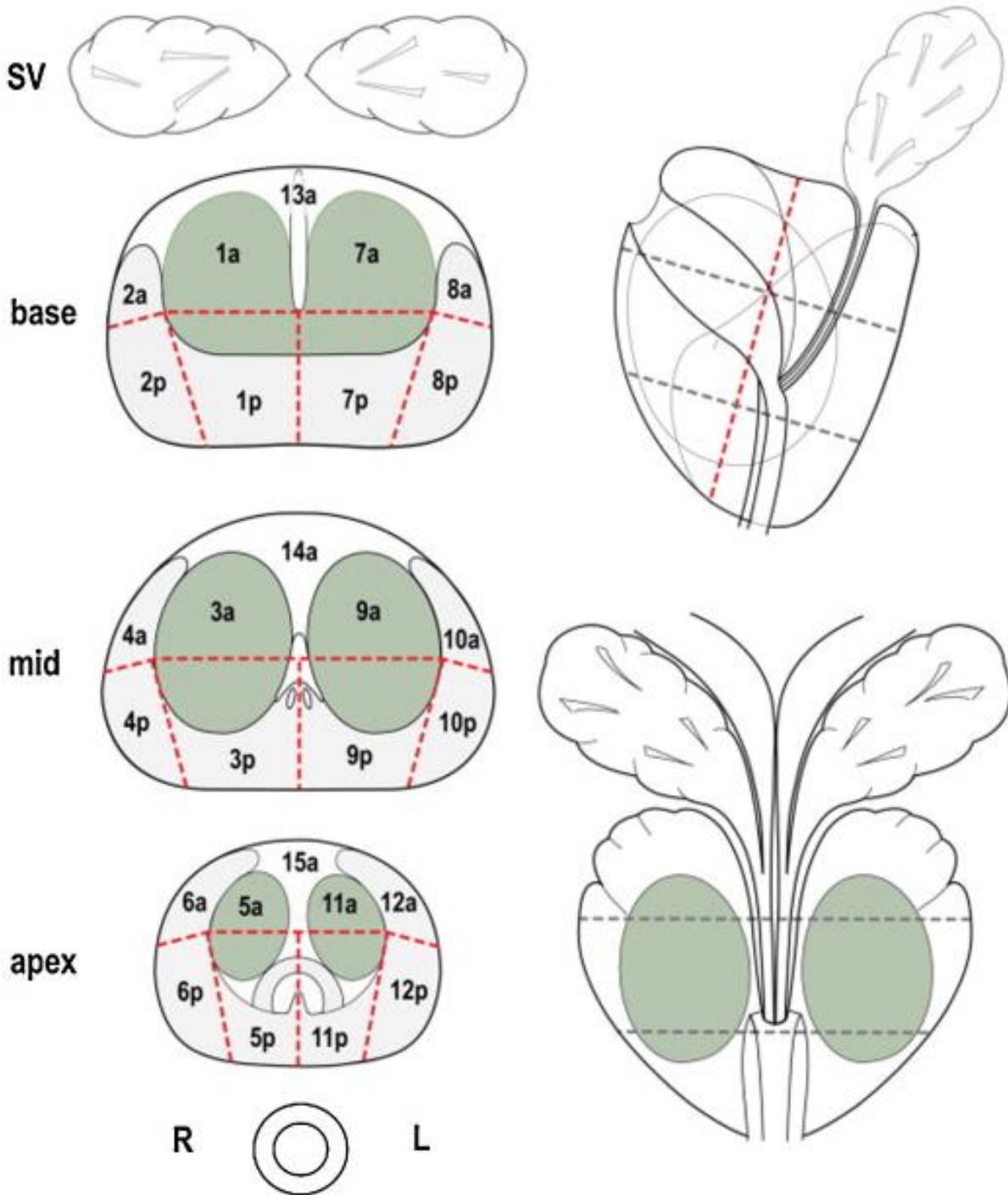


Figure 8 : Carte utilisée des 27 secteurs de la prostate (ESUR).

2) Score PI-RADS 2.0

Nous avons constaté que le scoring PI-RADS reste très subjectif, ignorant certains éléments sémiologiques comme la topographie des lésions dans chaque zone anatomique (ex : régions postérolatérales de la zone périphérique, ou tiers antérieur de la zone de transition), ou posant des difficultés de classification pour certaines parties de la glande (zone centrale, lobe médian, stroma fibromusculaire antérieur). Ainsi, après analyse statistique des premières réponses d'utilisateurs test, nous pensons qu'il est utile de modérer de faibles erreurs d'appréciation du score en présentant en annexe une classification complémentaire en 3 classes.

3) Score Likert

Il est demandé et fourni à titre purement indicatif et n'entre pas dans les critères d'évaluation. Il pourrait être utile dans de futurs travaux en comparaison avec le standard PI-RADS.

3. Méthode statistique

Enfin, notre logiciel calcule le coefficient Kappa qui donne un indicateur descriptif rationnel et peu discutable de la concordance des réponses avec le lecteur référent. Contrairement à d'autres auteurs [32], nous pensons qu'il est préférable de ne pas utiliser sa version pondérée (qui attribue une importance identique à un surdiagnostic qu'à un sousdiagnostic). La version simple que nous utilisons, décrite par Cohen [37-38] présente le désavantage de donner des résultats plus modestes, mais semble plus adaptée à la classification PI-RADS, pour laquelle une surévaluation n'aura pas les mêmes conséquences qu'une sous-évaluation (risque de faux négatif de l'IRM).

IV. LIMITES

Nous avons identifié certaines limites à notre outil :

1. Les données de référence

Notre évaluation de référence a été réalisée en deux sessions de lecture, en lecture concordante, en comparant systématiquement les images à celles de l'atlas fourni par l'ACR [15]. L'interprétation des images et donc, du score PI-RADS d'une image-cible garde certains aspects subjectifs. Conscients de cette limite, nous avons proposé une analyse des résultats en 5 classes, mais aussi en 3 classes, moins sensibles à ces variations d'interprétation.

2. Les difficultés techniques

Notre outil peut soumettre le lecteur à des difficultés techniques de lecture des images et donc sous-estimer ses capacités, car il n'est pas possible de modifier le fenêtrage des images, et certains outils pratiques, comme un pointeur synchronisé dans toutes les séries, ou la limitation de navigation dans les séries axiales, ne sont pas disponibles pour l'instant.

3. Formation continue

La version actuelle de notre plateforme n'intègre pas, à la différence d'autres [31-32], d'outil de formation ou de mise à niveau des utilisateurs. Elle n'est pas un outil de formation initiale.

4. Manque de recul

Nous présentons ici un outil qui n'a été testé que sur des lecteurs "test" et ne peut répondre à un des éléments du cahier des charges initial, qui était de proposer un outil global de validation pour le scoring des lésions prostatiques. Par conséquent, les scores de référence idéaux de concordance avec une lecture experte ne sont qu'indicatifs. Ils seront ajustés en fonction des données que nous collecterons par la suite.

V. PERSPECTIVES

Contrairement à un logiciel classique, cette plateforme logicielle peut évoluer facilement, en parallèle avec le standard ou les pratiques. Elle nécessite encore une évaluation prospective sur une population d'utilisateurs assez importante pour identifier les performances attendues en fonction de différents critères (formation initiale, expérience,...), mais aussi les niveaux attendus pour une certification, qui pourrait être requise dans les années à venir pour l'utilisation de l'IRM-mp dans le cadre du diagnostic du cancer de la prostate, comme c'est le cas dans certains domaines (dépistage organisé du cancer du sein) [39].

CONCLUSION

Nous avons développé et publié un logiciel permettant d'évaluer la concordance d'un radiologue avec la deuxième version du standard PI-RADS, pour l'interprétation d'une d'IRM-mp de la prostate. Au-delà de son intérêt pour la formation continue, nous pensons qu'un tel outil peut contribuer à une meilleure compréhension et une meilleure application de ce standard, et à améliorer la reproductibilité inter-observateur. Académique, évolutif et disponible à un public large, il pourrait être un des éléments attestant de la formation d'un radiologue en imagerie de la prostate, et certifier une partie de ses aptitudes comme cela a déjà été proposé par Puech et al. [42].

ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux de scoring PI-RADS 2.0 en zone périphérique et en zone de transition.

PI-RADS™ v2

PI-RADS Assessment

Peripheral Zone (PZ)

DWI	T2W	DCE	PI-RADS
1	Any*	Any	1
2	Any	Any	2
3	Any	-	3
		+	4
4	Any	Any	4
5	Any	Any	5

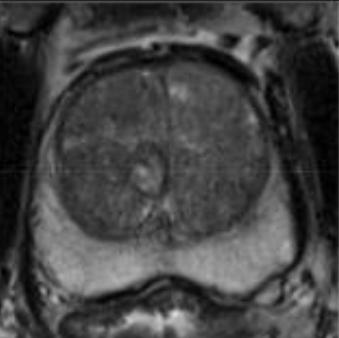

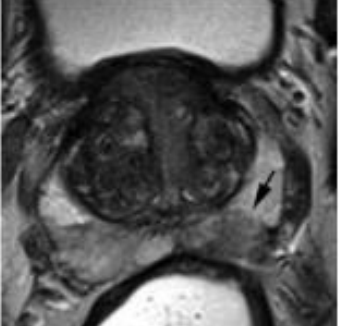
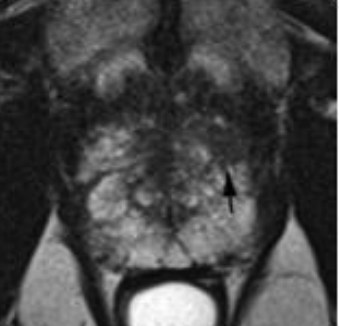
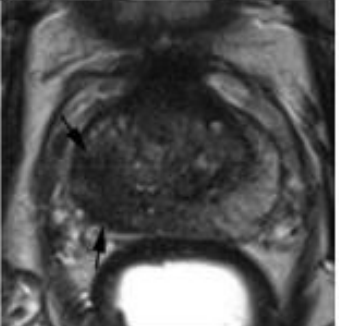
* "Any" indicates 1-5

Transition Zone (TZ)



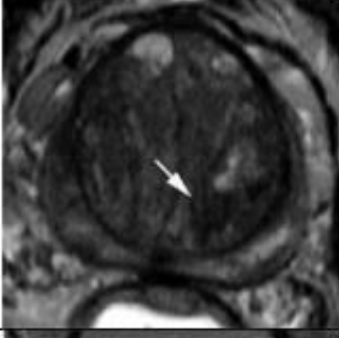
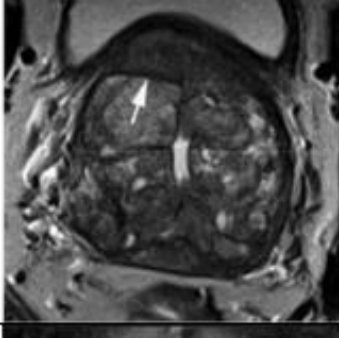
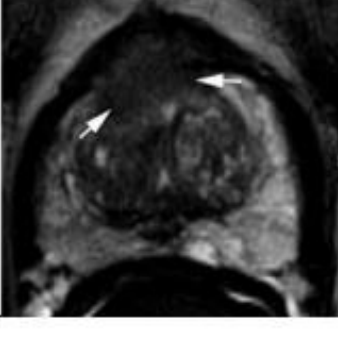
T2W	DWI	DCE	PI-RADS
1	Any*	Any	1
2	Any	Any	2
3	≤4	Any	3
	5	Any	4
4	Any	Any	4
5	Any	Any	5

* "Any" indicates 1-5

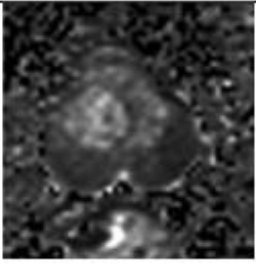

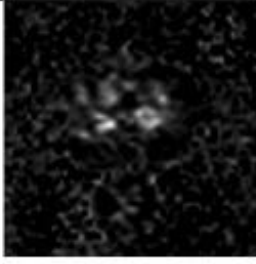

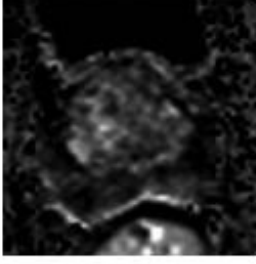
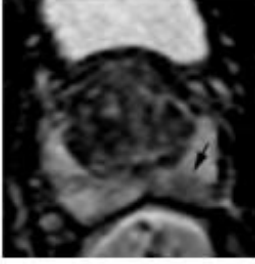
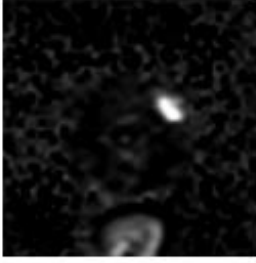
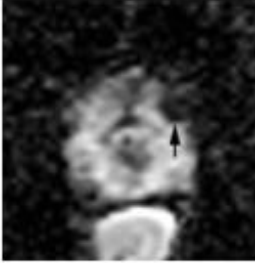
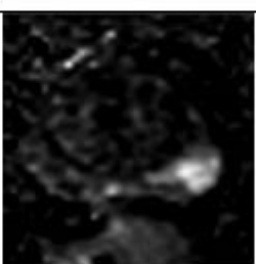
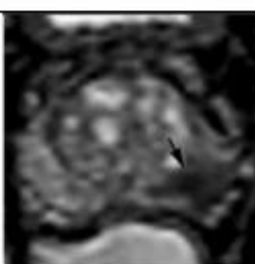
Annexe 2 : Atlas PI-RADS 2.0 illustrant le scoring en zone périphérique sur les séquences pondérées T2.

1		Uniform hyperintense signal intensity (normal).
2		Linear (<i>arrow</i>), wedge-shaped, or diffuse mild hypointensity, usually indistinct margin.
3		Heterogeneous signal intensity or non-circumscribed, rounded, moderate hypointensity (<i>arrow</i>).
4		Circumscribed, homogenous moderate hypointense focus/mass confined to prostate and <1.5 cm in greatest dimension (<i>arrow</i>).
5		Same as 4 but ≥ 1.5 cm in greatest dimension (<i>arrows</i>) or definite extraprostatic extension/invasive behavior.

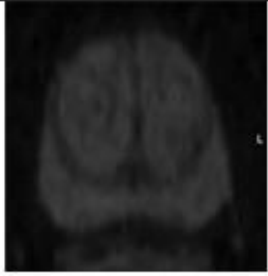
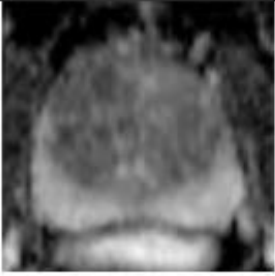

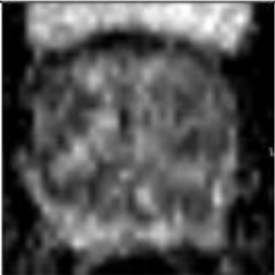
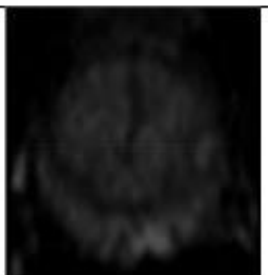
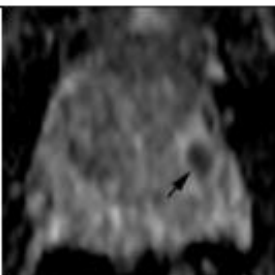
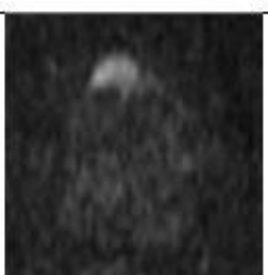
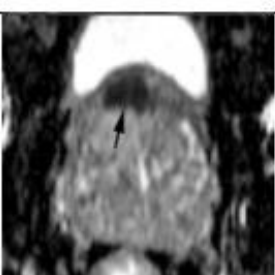
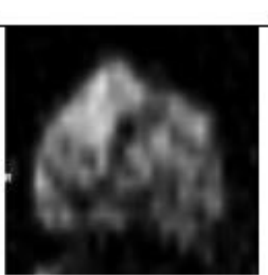
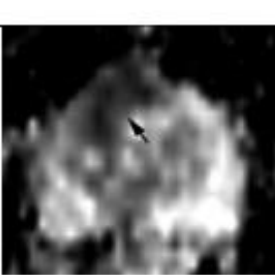
Annexe 3 : Atlas PI-RADS 2.0 illustrant le scoring en zone de transition sur les séquences pondérées T2.

1		Homogeneous intermediate signal intensity (normal).
2		Circumscribed (<i>arrows</i>) hypointense or heterogeneous encapsulated nodule(s) (BPH).
3		Heterogeneous signal intensity with obscured margins (<i>arrow</i>). Includes others that do not qualify as 2, 4, or 5.
4		Lenticular (<i>arrow</i>) or non- circumscribed, homogeneous, moderately hypointense, and <1.5 cm in greatest dimension.
5		Same as 4, but ≥ 1.5 cm in greatest dimension (<i>arrows</i>) or definite extraprostatic extension/invasive behavior.

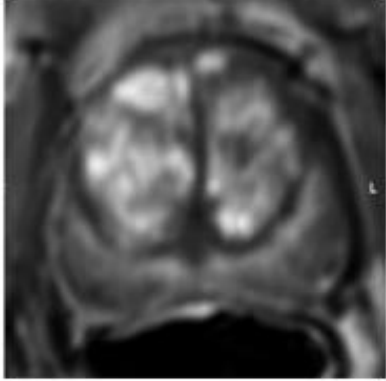
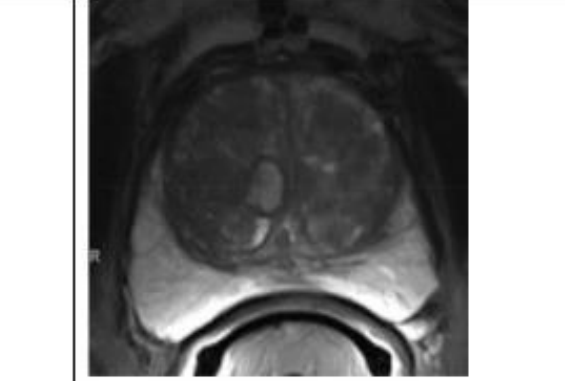
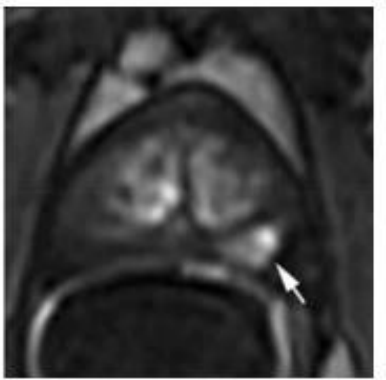
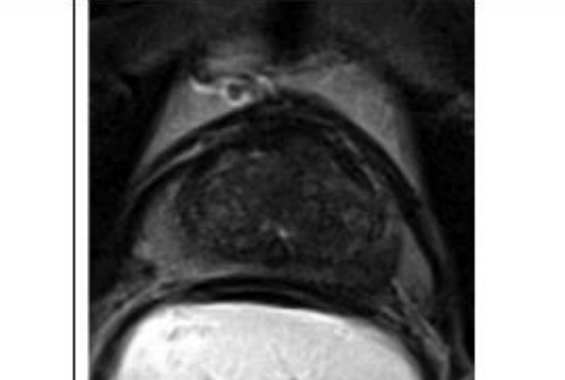
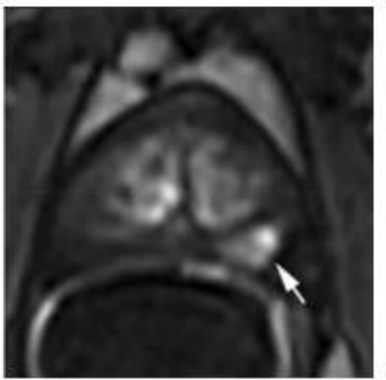
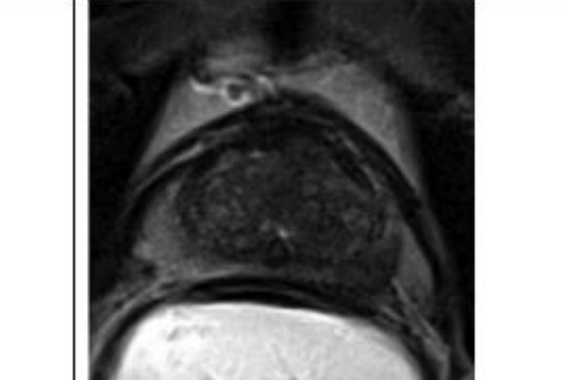
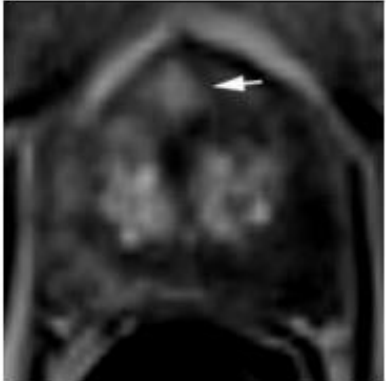

Annexe 4 : Atlas PI-RADS 2.0 illustrant le scoring en zone périphérique sur les séquences de diffusion.

1			No abnormality (i.e. normal) on ADC and high b-value DWI.
2			Indistinct hypointense on ADC (<i>arrow</i>).
3			Focal mildly/moderately hypointense on ADC (<i>arrow</i>) and isointense/mildly hyperintense on high b-value DWI.
4			Focal markedly hypointense on ADC (<i>arrow</i>) and markedly hyperintense on high b-value DWI; <1.5cm on axial images.
5			Same as 4 but ≥ 1.5 cm in greatest dimension (<i>arrow</i>) or definite extraprostatic extension / invasive behavior.
	High b-value DWI	ADC map	

Annexe 5 : Atlas PI-RADS 2.0 illustrant le scoring en zone de transition sur les séquences pondérées T2.

1			No abnormality (i.e. normal) on ADC and high b-value DWI.
2			Indistinct hypointense on ADC.
3			Focal mildly/moderately hypointense on ADC (<i>arrow</i>) and isointense/mildly hyperintense on high b-value DWI.
4			Focal markedly hypointense on ADC (<i>arrow</i>) and markedly hyperintense on high b-value DWI; <1.5cm on axial images.
5			Same as 4 but ≥ 1.5 cm in greatest dimension (<i>arrow</i>) or definite extraprostatic extension / invasive behavior.
	High b-value DWI	ADC map	

Annexe 6 : Atlas PI-RADS 2.0 illustrant le scoring sur les séquences de perfusion.

<p>Negative</p>	<p>No early enhancement, or; diffuse enhancement not corresponding to a focal finding on T2WI and/or DWI, or; focal enhancement corresponding to a lesion demonstrating features of BPH on T2W</p>		
<p>Positive</p>	<p>Focal (<i>arrow</i>), and; earlier than or contemporaneously with enhancement of adjacent normal prostatic tissues, and; corresponds to suspicious finding on T2WI and/or DWI</p>		
<p>Peripheral Zone</p>			
<p>Transition Zone</p>			

Prostate Score Trainer

Langue ▾

Jean-Philippe BRIDAULT ▾

🏠 About...
📅 My sessions
🔗 Help

Bienvenue à l'application "PIRADS score trainer" (P.S.T)

Quand vous interprétez une IRM de prostate et décrivez des lésions comme "suspectes" ou non d'être du cancer significatif, vos correspondants vous reprochent quelquefois de ne pas appliquer correctement le score PIRADS, ou encore de ne pas évaluer les examens comme le font les experts... GRRR !

A ce jour, vous n'avez absolument aucun moyen de certifier que votre interprétation respecte les standards (notamment PIRADS v2), ni qu'elle est reproductible avec celle d'un autre radiologue, expert ou pas.

Cette application web gratuite est faite pour ça.
Comment ça marche ?

Vous testez votre scoring sur un ensemble d'IRMs de prostate

Nous comparons vos réponses avec les réponses de référence des experts

Soit votre scoring est fiable, et proche de la référence...

...soit vous continuez à vous entraîner et progressez

CONTINUER

On commence !

Annexe 8 : Capture d'écran de la page principale.

Prostate Score Trainer

- About...
- My sessions
- Help

Langue ▾

Jean-Philippe BRIDAULT ▾

Session "Prostate Score Trainer"

Now the first step is behind us, please note that small boxes have appeared in cases boxes. A green box is a perfect score. The more red, the more underscored. The more blue, the more underscored. Take time to come back to all your errors, and understand them before continuing.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
									Step 1				
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
					Step 2								
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
		Step 3										Step 4	
											Final		

Delete this session...

Legend

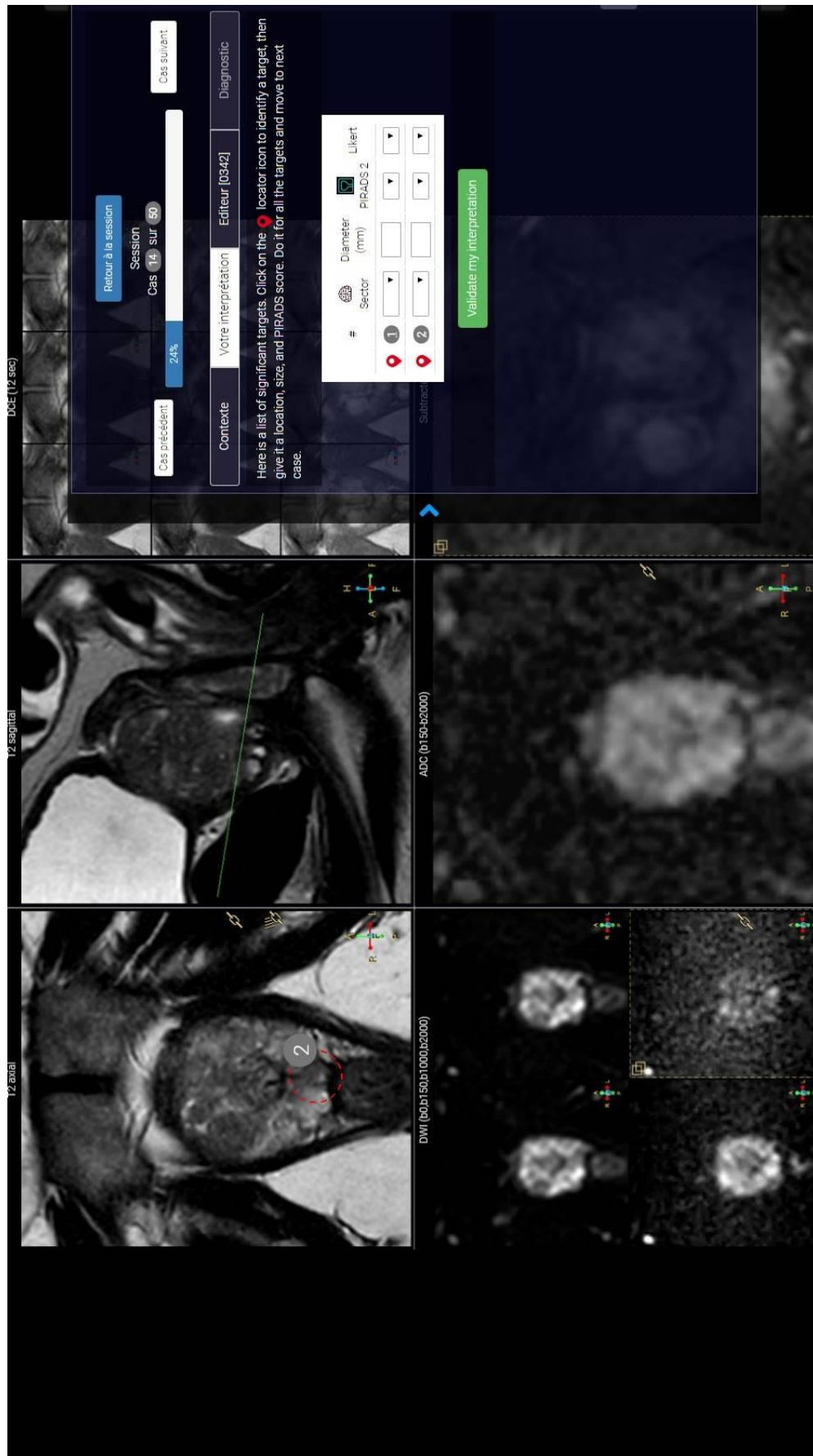
- # mp-MRI cases "to do". You have 2 target-images to assess per case
- # mp-MRI cases "done"
- Step # Every 10 cases, you can have a detailed report of your answers. The last one is a "Final" report with additional evaluation.
- After each report step, previous cases can be reviewed. The 2 small boxes (each representing one of the two targets of the case) help finding disagreements
- # Your PIRADS was exactly that of the reference reading
- # Blue gradient shows how much your PIRADS was under-scored compared with that of the reference reading
- # Red gradient shows how much your PIRADS was under-scored compared with that of the reference reading

Annexe 9 : Capture d'écran de l'onglet « Contexte » du tableau de bord.

The screenshot displays a medical software interface with several components:

- Top Left:** A grid of small MRI scan thumbnails.
- Top Center:** A navigation bar with buttons: "Retour à la session", "Session Cas 18 sur 60", "Cas précédent", and "Cas suivant". A progress indicator shows "24%".
- Top Right:** A menu with tabs: "Contexte", "Votre interprétation", "Editeur [0352]", and "Diagnostic".
- Center:** A text panel titled "Contexte" containing the following clinical information:
 - Homme de 69 ans
 - Cancer cliniquement NON-significatif (microfoyer) sur les biopsies faites il y a 4 mois
 - Elevation du PSA à 6.12 ng/mL croissant depuis 1 an(s)
 - TR: Souple
 - Pas de signes fonctionnels urinaires
 - IRM pour confirmation de surveillance active
- Bottom:** A large area displaying MRI scans in different planes:
 - Top Left:** "12 sagittal" view.
 - Top Right:** "ADC (b1150,42000)" view.
 - Bottom Left:** "12 avia" view.
 - Bottom Right:** "DWI (b0,b150,b1000,b2000)" view.

Annexe 10 : Capture d'écran de l'onglet « Votre interprétation » du tableau de bord avec formulaire de réponse vierge.



Annexe 11 : Capture d'écran de l'onglet « Votre interprétation » du tableau de bord avec formulaire de réponse rempli et validé.

The screenshot displays a medical software interface with several components:

- Top Left:** Session information: "Cas 18 sur 60", "24%", and "Cas précédent". A green button "Cas suivant" is visible.
- Top Center:** Navigation tabs: "Contexte", "Votre interprétation" (active), "Editeur [0352]", and "Diagnostic".
- Top Right:** A text box with instructions: "Here is a list of significant targets. Click on the 📍 locator icon to identify a target, then give it a location, size, and PIRADS score. Do it for all the targets and move to next case."
- Middle:** A table of targets with columns: #, Sector, Diameter (mm), and Likert.

#	Sector	Diameter (mm)	Likert
1	z01p	14	3
Reference	z01p-z03p	12	3
Experts	z01p	15	3
Others (n=2)	z01p	7	3
2	z05p	14	5
Reference	z09a-z14a	15	5
Experts	z14a	15	5
Others (n=2)	z05p	7	5
- Bottom:** A grid of MRI images:
 - Top-left: "12 sagittal" view with a green line indicating a target.
 - Top-right: "ADC (b150-b2000)" view.
 - Bottom-left: "12 axial" view.
 - Bottom-right: "DWI (b0b150b1000b2000)" view.
- Right Side:** A yellow highlighted text box with a note: "This PZ area is a bit difficult to score. It is not really a 'nodule', but a consolidation of diffuse changes. Restriction is very moderate, making it more a PIRADS 3 than a PIRADS 5 (>15 mm). Was microfocus." Below it are "I Agree" and "I Disagree" buttons.
- Bottom Right:** Another yellow highlighted text box with a note: "TZ nodule with intermediate homogeneous signal (PIRADS 4 at least). Greatest diameter is between 14 and 17 mm. PIRADS 4 or 5. Target biopsies and prostatectomy did not confirm." Below it are "I Agree" and "I Disagree" buttons.

Annexe 12 : Capture d'écran de l'onglet « Editeur » du tableau de bord.

The screenshot displays the 'Editeur' (Editor) interface of an MRI software. The main workspace is divided into four quadrants showing different MRI sequences: DCE (12 sec) at the top, 12 sagittal on the left, 12 axial on the right, and ADC (b150-a2000) at the bottom. A control panel is overlaid on the top-left quadrant, featuring buttons for 'Retour à la session', 'Cas précédent', 'Cas 13 SUR 60', 'Cas suivant', 'Contexte', 'Votre interprétation', 'Editeur [0352]', and 'Diagnostic'. Below these are 'Slice target' controls: 'Add or Update this slice's target based on last double click' (green), 'Delete Target' (red), 'Make Target Smaller', 'Make Target Larger', and 'Make one measurement (pixels)'. A 'Calibrated areas' section shows 'Current areas for this series' with values: 3,20;392,47;2,0;196674 and b1>399;20;798;472;0,2. It includes 'Area of measurement - Topleft point' and 'Area of measurement - Bottomright point' with 'Get d-click' buttons. A 'T2ax' section includes 'T2sag', 'DCE', 'DWI4b', 'ADC', and 'DCSub' buttons. A 'Real life distance (mm)' section includes 'Add area of measurement' and 'Save areas' buttons.

Annexe 13 : Capture d'écran de l'onglet « Diagnostic » du tableau de bord.

The screenshot displays a medical software interface with several components:

- Top Navigation:** Includes buttons for "Retour à la session", "Session Cas 13 sur 50", and "Cas suivant". A progress indicator shows "24%".
- Left Panel:** Contains navigation options: "Cas précédent", "Votre interprétation", "Editeur [0352]", and "Diagnostic".
- Central Panel:**
 - Classement Anatomopathologique:** "Cancer cliniquement significatif".
 - Obtenu par:** "12 biopsies systématisées (186 mm prélevés ; 6 carotte(s) positive(s))", "z07p - z08p - z09p - z10p - z02p - z06p", and "+ 2 biopsies dirigées en z09a (0 carotte(s) positive(s)) ...suivies par une prostatectomie radicale".
 - Subtracta DCE:** "Longueur maximale de cancer par carotte (MCCL) 3.5 mm", "Gleason le plus péjoratif 3+4=7", and "Prostatectomie pT3a pNx R0 Left PZ 23mm 3+4 focal EPE Right PZ 4mm".
- Right Panel:** Shows a grid of MRI images:
 - Top-left: "12 sagittal" (sagittal T2-weighted image).
 - Top-right: "ADC (b1 50;b2000)" (ADC map).
 - Bottom-left: "12 axial" (axial T2-weighted image).
 - Bottom-right: "DWI (b0;b1 150;b1 1000;b2000)" (DWI map).

Annexe 14 : Capture d'écran du rapport d'évaluation intermédiaire.

Langue ▾

Jean-Philippe BRIDAULT ▾

Prostate Score Trainer - Partial report at step #1

PST tests finished since registration	(todo)
Training session ID	20180204-222805-1286
Number of cases read in session	10
Number of targets assessed in this session	20
Analysis of agreement with	Reference scores Consensus reading by 2 prostate imaging experts (v1.0 - 2018-01-11)
Median time per case	63 s. [Q1=51,Q3=86]
Target localization agreement	80% (including 25% perfectly) Required for validation : >=80%
PI-RADS v2 scoring agreement	<p>50% Details... k=0,34</p> <p>Validation requirements : Agreement>0.6% ; k>0.6</p> <p>60% Details... k=0,41</p>
Likert scoring agreement	<p>50% Details... k=0,39</p> <p>70% Details... k=0,52</p>

■ your PI-RADS was exactly that of the reference reading

■ Blue gradient shows how much your PI-RADS was under-scored compared with that of the reference reading

■ Red gradient shows how much your PI-RADS was under-scored compared with that of the reference reading

Annexe 15 : Capture d'écran de l'onglet « Votre interprétation » du tableau de bord avec formulaire de réponse vierge.

Prostate Score Trainer

Prostate Score Trainer - Partial report at step #1

Target localization agreement

80% (including 25% perfectly)
Required for validation : >=80%

PI-RADS v2.0 (2015) score

50%
κ=0.34

Validation requirements : Agreement>0.6% ; κ>0.6

PI-RADS v2.0 (2015) score - Grouped in 3 classes

60%
κ=0.41

PI-RADS v2 scoring agreement

	Reference				Total
	PI-RADS 1-2	PI-RADS 3	PI-RADS 4-5		
You	PI-RADS 1-2	5	1	0	6
	PI-RADS 3	0	4	2	6
	PI-RADS 4-5	0	5	3	8
Total	5	10	5	20	

PO (Percentage Agreement) = 12/20 = 60%
 P+ (Percentage Overscored) = 5/20 = 25%
 P- (Percentage Underscored) = 3/20 = 15%
 Kappa κ=0.41 : Moderate (3 out of 5) κ[0.4-0.6]
 κ confidence interval (95%) : [0.09-0.73]

5-point Likert suspicion score

50%
κ=0.39

Prostate Score Trainer

About...
My sessions
Help

Langue

Jean-Philippe BRIDAULT

REFERENCES

1. Institut National du Cancer I. Epidémiologie du cancer de la prostate en France métropolitaine - Incidence et mortalité. <http://lesdonneese-cancerfr/les-fiches-de-synthese/1-types-cancer/10-cancer-prostate/15-epidemiologie-du-cancer-de-la-prostate-en-france-metropolitaine-incidence-et-mortalitehtml>. Accessed on 2017.
2. Binder-Foucard F BA, Delafosse P, Remonet L, Woronoff AS, Bossard N. Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2012. Partie 1 - Tumeurs solides. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire. 2013;122 p.
3. Jéhannin-Ligier K, Dantony E, Bossard N, Molinié F, Defossez G, Daubisse-Marliac L, Delafosse P, Remonet L, Uhry Z. Projection de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine en 2017. Rapport technique. Saint-Maurice : Santé publique France, 2017. 80 p
4. McNeal JE, Redwine EA, Freiha FS, Stamey TA. Zonal distribution of prostatic adenocarcinoma. Correlation with histologic pattern and direction of spread. The American journal of surgical pathology. 1988;12(12):897-906.
5. Haffner J, Potiron E, Bouye S, Puech P, Leroy X, Lemaitre L, et al. Peripheral zone prostate cancers: location and intraprostatic patterns of spread at histopathology. The Prostate. 2009;69(3):276-82.
6. Nevoux P, Ouzzane A, Ahmed HU, Emberton M, Montironi R, Presti JC Jr, Villers A. Quantitative tissue analyses of prostate cancer foci in an unselected cystoprostatectomy series. BJU Int. 2012 Aug; 110(4):517-23
7. Epstein JI, Allsbrook WC, Jr., Amin MB, Egevad LL, Committee IG. The 2005 International Society of Urological Pathology (ISUP) Consensus Conference on Gleason Grading of Prostatic Carcinoma. The American journal of surgical pathology. 2005;29(9):1228-42.

8. Behier et al. <http://prostanet.com/cancer-prostate/le-diagnostic/l-anatomopathologie/>. Accessed on February 2018.
9. Andriole GL, Crawford ED, Grubb RL, 3rd, Buys SS, Chia D, Church TR, et al. Prostate cancer screening in the randomized Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian Cancer Screening Trial: mortality results after 13 years of follow-up. *Journal of the National Cancer Institute*. 2012;104(2):125-32.
10. Schroder FH, Hugosson J, Roobol MJ, Tammela TL, Ciatto S, Nelen V, et al. Prostate-cancer mortality at 11 years of follow-up. *The New England journal of medicine*. 2012;366(11):981-90.
11. Salomon L, Azria D, Bastide C, Beuzeboc P, Cormier L, Cornud F, et al. [Recommendations Onco-Urology 2010: Prostate cancer]. *Progres en urologie : journal de l'Association francaise d'urologie et de la Societe francaise d'urologie*. 2010; 20 Suppl 4:S217-51.
12. Naji L, Randhawa H., Sohani Z., Dennis B., Lautenbach D., Kavanagh O., Bawor M., Banfield L., Profetto J. Digital Rectal Examination for Prostate Cancer Screening in Primary Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Fam Med* March/April 2018 vol. 16 no. 2 149-154.
13. Delongchamps NB, Peyromaure M, Schull A, Beuvon F, Bouazza N, Flam T, et al. Prebiopsy Magnetic Resonance Imaging and Prostate Cancer Detection: Comparison of Random and Targeted Biopsies. *J Urol*. févr 2013;189(2):493-499.
14. Puech P, Rouviere 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*. 2013;268(2):461-9.
15. Weinreb JC, Barentsz JO, Choyke PL, et al. PI-RADS Prostate Imaging - Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur Urol*. 2016;69(1):16-40.

16. Dickinson L, Ahmed HU, Allen C, Barentsz JO, Carey B, Futterer JJ, et al. Magnetic resonance imaging for the detection, localisation, and characterisation of prostate cancer: recommendations from a European consensus meeting. *European Urology*.2011;4:477-94.
17. De Rooij M, Hamoen EHJ, Futterer JJ, Barentsz JO, Rovers MM. Accuracy of multiparametric MRI for prostate cancer detection: a meta-analysis. *Am J Roentgenology*2014;202:343-351
18. Rosenkrantz AB, Mussi TC, Borofsky MS, Scionti SS, Grasso M, Taneja SS. 3.0 T multiparametric prostate MRI using pelvic phased-array coil: Utility for tumor detection prior to biopsy. *Urol Oncol Semin Orig Investig*. nov 2013;31(8):1430-1435.
19. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, et al. Diagnostic accuracy of multiparametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017;389(10071):815-22.
20. Moore CM, Giganti F, Albertsen P, Allen C, Bangma C, Briganti A, Carroll P, Haider M, Kasivisvanathan V, Kirkham A, Klotz L, Ouzzane A, Padhani AR, Panebianco V, Pinto P, Puech P, Rannikko A, Renard-Penna R, Touijer K, Turkbey B, van Poppel H, Valdagni R, Walz J, Schoots I. 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. *Eur Urol*. 2017 Apr;71(4):648-655.
21. Uriburu-Pizarro F, Kasivisvanathan V, Puech P, Villers A. Pre-biopsy MRI as an adjunct for cancer detection in men with elevated PSA and no previous biopsy. *Transl Androl Urol*. 2017 Jun;6(3):387-394.
22. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, et al. MRI-targeted or standard biopsy for prostate cancer diagnosis. 2018, *N Engl J Med*. DOI: 10.1056/NEJMoa1801993

23. Vache T, Bratan F, Mege-Lechevallier F, Roche S, Rabilloud M, Rouviere 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*. 2014;272(2):446-55.
24. Likert R. A technique for the measurement of attitudes. *Arch Psychol*. 1932;140:1-55.
25. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *European Radiol* 2012;4:746-57
26. Hamoen EH, 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*. 2014.
27. Baur AD, Maxeiner A, Franiel T, Kilic E, Huppertz A, Schwenke C, et al. Evaluation of the prostate imaging reporting and data system for the detection of prostate cancer by the results of targeted biopsy of the prostate. *Investigative radiology*. 2014;411-20.
28. Junker D, Schafer G, Edlinger M, Kremser C, Bektic J, Horninger W, et al. Evaluation of the PI-RADS scoring system for classifying mpMRI findings in men with suspicion of prostate cancer. *BioMed research international*. 2013;2013:252939.
29. Rosenkrantz AB, Lim RP, Haghighi 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. *AJR American journal of roentgenology*. 2013;201(4):W612-8.
30. Rosenkrantz AB, Kim S, Lim RP, Hindman N, Deng FM, Babb JS, et al. Prostate cancer localization using multiparametric MR imaging: comparison of Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) and Likert scales. *Radiology*. 2013;269(2):482-92.
31. Learn Prostate MRI. Interactive Cases. <http://learnprostatemri.com>. Accessed August 28, 2017.

32. Rosenkrantz AB, Begovic J, Pires A, Won E, Taneja SS, Babb JS. Online Interactive Case-Based Instruction in Prostate Magnetic Resonance Imaging Interpretation Using Prostate Imaging and Reporting Data System Version 2 : Effect for Novice Readers. *Current Problems in Diagnostic Radiology* 2018 ; Volume 0.
33. Pantavision Digital Diagnostics. <https://www.pantavision.com/>. February 16, 2018.
34. Puech P. <https://www.pcih.fr/prostate>. Accessed on February 15, 2018.
35. Di Campli E, Delli Pizzi A, Seccia B, Cianci R, d'Annibale M, Colasante A, Cinalli S, Castellan P, Navarra R, Iantorno R, Gabrielli D, Buffone A, Caulo M, Basilico R. Diagnostic accuracy of biparametric vs multiparametric MRI in clinically significant prostate cancer: Comparison between readers with different experience. *Eur J Radiol*. 2018 Apr;101:17-23.
36. The Learning Curve in Prostate MRI Interpretation: Self-Directed Learning Versus Continual Reader Feedback. Andrew B. Rosenkrantz, Abimbola Ayoola, David Hoffman, Anunita Khasgiwala, Vinay Prabhu, Paul Smereka, Molly Somberg, and Samir S. Taneja. *American Journal of Roentgenology* 2017 208:3, W92-W100
37. Cohen, Jacob. 1960. 'A Coefficient of Agreement for Nominal Scales'. *Educational and Psychological Measurement*. Vol. 20, No. 1, 37-46.
38. Fleiss, J.L., Cohen, J., and Everitt, B.S. 1969. 'Large Sample Standard Errors of Kappa and Weighted Kappa'. *Psychological Bulletin*. Vol. 72, No. 5, 323-327.
39. Cahier des charges. Arrêté du 29 septembre 2006 relatif aux programmes de dépistage des cancers. <https://www.legifrance.gouv.fr/>. Accessed on February 18, 2018.
40. Puech P, Randazzo M, Ouzzane A, Gaillard V, Rastinehad A, Lemaitre L, Villers A. How are we going to train a generation of radiologists (and urologists) to read prostate MRI? *Curr Opin Urol*. 2015 Nov;25(6):522-35.

AUTEUR : Nom : BRIDAULT

Prénom : JEAN-PHILIPPE

Date de Soutenance : 17 avril 2018

Titre de la Thèse : Prostate Score Trainer : une plateforme en ligne d'entraînement et d'auto-évaluation à l'interprétation standardisée de l'IRM prostatique.

Thèse - Médecine - Lille 2018

Cadre de classement : Thèse d'exercice - Médecine

DES + spécialité : DES de Radiodiagnostic et d'Imagerie médicale

Mots-clés : Prostate, Cancer, E-learning, PI-RADS, Internet, Entraînement, Auto-Evaluation, Images-cibles

Résumé :

Introduction : L'IRM multiparamétrique (IRM-mp) de la prostate a aujourd'hui un rôle prépondérant dans le contexte oncologique malgré sa performance et sa reproductibilité jugées parfois trop variables pour en faire un examen recommandé avant toute biopsie. PI-RADS a été conçu dans un effort d'harmonisation des pratiques. Cependant, aucun matériel officiel n'existe pour l'auto-évaluation ou certifier de la conformité d'une interprétation à ce score.

Matériels et méthodes : Nous avons développé une plateforme d'auto-évaluation et d'évaluation de la conformité d'une lecture par rapport à un référentiel expert, destinée à un large public. 100 images-cibles, issues de 50 IRM-mp consécutives ont été identifiées. L'utilisateur peut créer des sessions répartissant ces lésions dans un ordre aléatoire, visionner les examens, localiser, mesurer et donner un score PI-RADS et Likert pour chaque image-cible.

Résultats : Les 100 images-cibles identifiées par la lecture de référence étaient réparties de façon similaire à celle des lésions prostatiques (61% en zone périphérique; 32% en zone de transition ; 7% dans le stroma fibromusculaire antérieur), et se répartissaient à 37%, 27% et 36% en scores PI-RADS 1 ou 2 ; PI-RADS 3 et PI-RADS 4 ou 5, respectivement. Le logiciel proposait des rapports d'étapes et final évaluant la concordance du lecteur avec l'interprétation de référence pour la localisation des images-cibles, les pourcentages de concordance parfaite, sur ou sous cotation PI-RADS associés à un indicateur reconnu de concordance (Kappa) par paires.

Conclusion : Nous proposons un outil en ligne de formation et auto-évaluation à l'utilisation du standard PI-RADS pour l'interprétation des IRM-mp de prostate. Il intègre des indicateurs fiables de mesure de concordance de sa propre interprétation avec celle d'une lecture référente, d'autres lecteurs, ou soi-même au cours du temps. Nous pensons qu'un tel outil pourrait être adapté à une démarche de certification.

Composition du Jury :

Président : Professeur Arnauld VILLERS

Assesseurs : Professeur Xavier LEROY, Professeur Philippe PUECH, Docteur Benoît RENARD, Monsieur Patrick DEVOS