

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2019

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**La SPECT-CT des articulations sacro-iliaques peut-elle sauver la
scintigraphie osseuse en cas de suspicion de spondyloarthrite ?**

Présentée et soutenue publiquement le 16 décembre 2019 à 18h00
au Pôle Formation
par Alexandre FAGART

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Damien HUGLO

Assesseurs :

Monsieur le Professeur René-Marc FLIPO

Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Madame le Docteur Peggy PHILIPPE

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Grégory PETYT

AVERTISSEMENT

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

Liste des abréviations

AUC	Area Under Curve
CT	Scanner
HF	Hyperfixation
SI	Sacro-iliaque
SO	Scintigraphie Osseuse
SpA	spondyloarthrite
SPECT	Tomoscintigraphie
SPECT-CT	Tomoscintigraphie couplée au scanner

Table des matières

I. Résumé.....	1
II. Introduction.....	3
A. Préambule.....	3
B. Rappels sur les spondyloarthrites.....	4
1. Une physiopathologie commune.....	4
2. Des maladies différentes avec un spectre très large.....	5
3. Quelques scores diagnostiques utilisés.....	8
C. Sacro-iliite et spondyloarthrite.....	11
1. Rappels anatomiques.....	11
2. La sacro-iliite, une atteinte très fréquente des spondyloarthrites.....	12
3. Les lésions morphologiques.....	13
4. Le principal diagnostic différentiel radiologique : l'atteinte dégénérative.....	14
5. Radiographie et Scanner.....	15
D. L'examen de référence : l'Imagerie par Résonance Magnétique.....	16
E. La scintigraphie osseuse planaire, une place limitée.....	17
F. La scintigraphie osseuse.....	18
1. Aspects techniques : radiotraceur et gamma-caméra.....	18
2. Historiquement, une imagerie uniquement planaire.....	20
3. Plus récemment, une imagerie en coupe.....	20
4. Les avantages de la SPECT-CT.....	22
5. A quoi correspond une hyperfixation ?.....	23
G. Scintigraphie osseuse et spondyloarthrite : règles d'interprétation.....	24
1. Comment raisonner en cas de suspicion de spondyloarthrite.....	24
2. Quelques exemples d'hyperfixation à banaliser.....	25
3. La SPECT-CT des articulations sacro-iliaques.....	27
H. Objectif de ce travail.....	29
III. Matériel et méthodes.....	31
A. Patients inclus.....	31
B. Paramètres de la scintigraphie osseuse.....	31
C. Analyse de la partie cartilagineuse des articulations sacro-iliaques à la SPECT-CT.....	32
D. Analyse qualitative et quantitative de la partie enthésitique des articulations sacro-iliaques en SPECT-CT.....	36
E. Analyse des imageries planaires.....	37
F. Recueil des données cliniques.....	40
G. Analyses statistiques.....	41
IV. Résultats.....	43
A. Descriptif des patients inclus.....	43
B. Association entre fixation sacro-iliaque à la SPECT-CT et spondyloarthrite.....	44
C. Association entre aspect SPECT-CT et spondyloarthrite.....	45
D. Association entre fixation postérieure enthésitique et spondyloarthrite.....	47
E. Analyse des imageries planaires.....	48
F. Capacité discriminante de la scintigraphie osseuse.....	51
G. Exemple de Vrai Positif.....	53
H. Exemple de Faux Positif.....	56
V. Discussion.....	59
A. Principaux résultats.....	59
B. Comparaison de nos résultats aux données de la littérature.....	59
C. Force de notre travail.....	61
1. Une étude en conditions réelles.....	61

2. Un critère de jugement optimisé.....	61
3. Le meilleur Gord Standard qui soit.....	62
D. Faiblesses.....	63
1. Une hétérogénéité des maladies.....	63
2. Une hétérogénéité des patients témoins.....	63
3. Des critères subjectifs.....	65
4. Une pertinence clinique non évaluée.....	66
E. Perspectives.....	66
VI. Conclusion.....	69
VII. Bibliographie.....	71

I. Résumé

La SPECT-CT des articulations sacro-iliaques peut-elle sauver la scintigraphie osseuse en cas de suspicion de spondyloarthrite ?

Contexte : La scintigraphie osseuse planaire a montré ses limites pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire. Cet examen est aujourd'hui quasi-systématiquement complété d'images 3D (SPECT) couplées au scanner (CT), faisant espérer un gain à la fois en sensibilité et en spécificité. En cas d'hyperfixation (HF) sacro-iliaque (SI), nous pouvons ainsi vérifier l'absence de remaniements dégénératifs, mieux localiser les anomalies et donc banaliser celles de la partie cartilagineuse antérieure (ininterprétables en raison des contraintes mécaniques) et également rechercher des anomalies structurales de spondyloarthrite (SpA). Nous avons dans ce travail évalué ces critères simples qui permettraient de distinguer anomalies inflammatoires versus dégénératives en SPECT-CT.

Méthode : Inclusion rétrospective de 64 patients adressés en scintigraphie osseuse par un rhumatologue entre février 2016 et décembre 2017 à l'hôpital Salengro de Lille, avec un motif ou des symptômes compatibles avec une atteinte SI, et la présence sur SILLAGE d'un courrier où il est acté la présence ou non d'une SpA. Les SPECT-CT ont été révisonnées afin de rechercher les critères composites suivants : HF possiblement inflammatoire en SPECT (HF des régions cartilagineuses postérieures sans ostéophyte ou condensation dense en regard) et/ou lésions structurales de sacro-iliite au CT (flou de l'interligne, érosion ou condensation floue). La présence d'arthropathies périphériques a ensuite été relevée sur les images planaires, permettant l'évaluation globale de la scintigraphie à travers un score.

Résultats : Les HF SI ne sont pas plus fréquentes en cas de SpA (47 % vs 42 %, NS). En revanche, les critères composites évalués sont significativement associés à la présence d'une SpA ($p=0.001$) : les patients présentant une SpA ont à la fois une HF compatible en SPECT et des anomalies structurales de sacro-iliite en CT dans 32 % des cas (versus 4 % des patients sains) ; à l'inverse les patients sains ont une SPECT et un CT tous deux considérés comme normal ou non spécifique dans 73 % des cas (versus 26 % des patients atteints de SpA). Le score constitué, intégrant arthropathies périphériques et anomalies SPECT-CT SI, est plus élevé en cas de SpA ($p<0.001$) et présente une bonne capacité discriminante (AUC = 0.93).

Conclusion : C'est surtout lorsque l'HF SI est localisée dans les régions cartilagineuses postérieures et que l'aspect CT est évocateur de SpA qu'il faut suggérer ce diagnostic.

II. Introduction

A. Préambule

Les articulations sacro-iliaques sont une zone difficile à analyser en scintigraphie osseuse. Les images planaires, historiquement utilisées pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire, ont montré leurs limites dans cette indication. Le recrutement de la scintigraphie osseuse et ses performances diagnostiques modestes pour le diagnostic de sacro-iliite font que les médecins nucléaires ont peu à peu accordé moins d'importance aux anomalies de fixation pouvant exister dans cette région anatomique.

Or, la scintigraphie a beaucoup évolué ces 20 dernières années sur le plan technique : les caméras sont plus rapides, la résolution du détecteur s'est améliorée et les images scintigraphiques 3D sont aujourd'hui couplées au scanner (SPECT-CT). Ainsi, cet examen détecte plus d'anomalies, nous offre la possibilité de mieux les localiser et de les confronter aux anomalies morphologiques du scanner couplé, augmentant la spécificité.

Dans les cas difficiles, les rhumatologues continuent à demander des scintigraphies osseuses. Parmi les rhumatismes inflammatoires, ce sont les spondyloarthrites qui posent parfois des difficultés diagnostiques. A la différence de la polyarthrite rhumatoïde qui se manifeste généralement par un tableau clinique bruyant, celles-ci se présentent parfois sous une forme pauci-symptomatique larvée, qu'il est parfois difficile de distinguer de la fibromyalgie (1). La scintigraphie osseuse est donc surtout demandée lorsque des diagnostics différentiels sont envisagés, ou lorsque le clinicien doute de l'organicité des douleurs (scintigraphie qualifiée de « débrouillage »).

La SPECT-CT ouvre la voie à une étude plus fine des articulations sacro-iliaques, permettant de mieux caractériser les anomalies de fixation sacro-iliaques. Cependant, cette modalité a été peu et incomplètement étudiée. Le but de ce travail est de dégager, à

partir d'une population adressée par le service de rhumatologie, des règles d'interprétation simples de la SPECT-CT sacro-iliaque.

B. Rappels sur les spondyloarthrites

1. Une physiopathologie commune

Les spondyloarthrites sont un groupe de rhumatismes inflammatoires présentant de nombreuses similitudes : un terrain génétique (notamment antigène HLA B27), des manifestations cliniques (arthropathies et enthésopathies), une association avec des maladies non rhumatologiques (uvéite antérieure aiguë, psoriasis, entérocolopathies inflammatoires...), et une sensibilité aux Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens (2)

Au niveau anatomopathologique, les spondyloarthrites associent enthésite, synovite et ostéite. En pratique, il existe un chevauchement entre ces 3 entités puisque l'enthèse est par définition en partie intra-osseuse (ostéite locale associée) et que les sites d'insertion des synoviales et des capsules articulaires sont également de structure enthésitique.

Néanmoins, il semblerait que l'inflammation débute toujours aux sites enthésitiques (3–5). De même, les études d'imagerie suggèrent que les synovites observées dans les spondyloarthrites seraient secondaires à la libération de médiateurs de l'inflammation dans la synoviale depuis les sites enthésitiques, d'où le concept d'arthrite d'origine enthésitique (spondyloarthrite) s'opposant à celui d'arthrite d'origine synoviale (polyarthrite rhumatoïde) (6).

L'enthésite inflammatoire se manifeste radiologiquement par des érosions. Celles-ci vont évoluer vers la « cicatrisation », consistant en l'apposition d'os réactionnel au sein de la fibrose locale pour former une nouvelle enthèse en relief. Chaque foyer inflammatoire

au sein de l'enthèse évolue pour son propre compte en suivant la séquence des unités de remodelage osseux : érosion, fibrose puis ossification (7,8).

Cependant, l'atteinte des articulations sacro-iliaques dans la spondylarthrite ankylosante semble de nature plus complexe, et ne peut manifestement pas être réduite à une atteinte primitive des enthèses de la région. Des études anatomopathologiques ont montré que l'atteinte inflammatoire précoce de la moelle osseuse sous-chondrale et de la synoviale étaient mieux corrélées à l'évolution ankylosante sacro-iliaque que l'enthésite (10,11). Ensuite, à la différence du rhumatisme psoriasique, dans la spondylarthrite ankylosante, l'activité de formation osseuse semble en partie découplée de l'activité inflammatoire de la maladie (12–14).

2. Des maladies différentes avec un spectre très large

Sur le plan sémiologique, la pathologie peut concerner le squelette axial et/ou périphérique. Le spectre précis des atteintes permet en réalité de distinguer 5 entités : la spondylarthrite ankylosante (AS), le rhumatisme psoriasique (RP), les arthrites réactionnelles, les spondyloarthrites associées aux entérocolopathies chroniques et le syndrome SAPHO (synovite, acnée sévère, pustulose, hyperostose, ostéite aseptique) (illustration 1) (3).

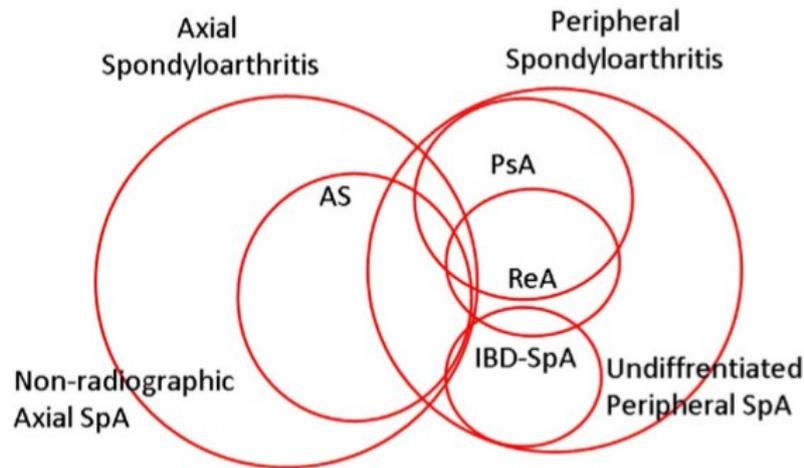


Illustration 1: Diagramme montrant le spectre des spondyloarthrites. AS : spondylarthrite ankylosante. PsA : rhumatisme psoriasique. ReA : arthrite réactionnelle. IBD-SpA : spondyloarthrites associées aux maladies inflammatoires de l'appareil digestif. Issu de (14)

Cette partie est inspirée des ouvrages « Rhumatologie : Réussir les Épreuves Classantes Nationales » du Collège Français des Enseignants en Rhumatologie (2), et « Imagerie musculo-squelettique : pathologies générales » dont la rédaction a été coordonnée par le Pr Cotten (15). Le but est ici de rappeler les atteintes musculo-squelettiques les plus fréquentes qu'il nous faudra rechercher en imagerie.

La spondylarthrite ankylosante concerne généralement l'adulte jeune (< 45 ans selon les critères ASAS). Elle se manifeste classiquement par un syndrome pelvi-rachidien, auquel peuvent s'ajouter des manifestations musculo-squelettiques périphériques.

Le syndrome pelvi-rachidien comporte l'atteinte articulaire sacro-iliaque (sacro-iliite généralement bilatérale), thoracique antérieure (principalement manubriosternale et sternoclaviculaire) et du rachis dans sa globalité (discite d'Anderson, spondylite antérieure de Romanus, syndesmophytes, ossifications ligamentaires postérieures, atteinte costo-vertébrale ou costo-transversaire).

L'atteinte périphérique peut associer des enthésites (principalement les tendons calcanéens et des aponévroses plantaires) et des arthrites périphériques (oligoarthrites

asymétriques affectant essentiellement les genoux, les hanches, les chevilles, les médio-tarses et les articulations métatarsophalangiennes).

Le rhumatisme psoriasique présente un pic de survenue entre 30 et 50 ans. Les atteintes prédominent sur le squelette périphérique mais peuvent aussi toucher les articulations sacro-iliaques et le rachis.

La présentation la plus fréquente (70% des cas) est celle d'une oligoarthritis asymétrique des membres inférieurs (préférentiellement genoux, chevilles, poignets) ou d'une monoarthrite (cause la plus fréquente de monoarthrite isolée du genou chez les sujets de moins de 50 ans).

Une autre forme fréquente (15 à 25% des cas) est celle d'une polyarthrite symétrique, mais qui est généralement secondaire à la forme oligoarticulaire.

Bien que plus rare, la dactylite (associant à des degrés divers enthésites, synovites, ténosynovites et atteinte inflammatoire des tissus cellulograisieux sous-cutanés) est à mentionner car très évocatrice du rhumatisme psoriasique.

Lorsque le rhumatisme psoriasique touche les petites articulations des mains, il existe une atteinte privilégiée des articulations inter-phalangiennes distales.

Les enthésites se retrouvent également dans le rhumatisme psoriasique et se localisent préférentiellement aux membres inférieurs (notamment le calcaneus). Il existe des formes enthésitiques pures, caractérisées par des épisodes récurrents d'enthésites, à de multiples sites, sans atteinte articulaire.

Les spondylarthrites associées aux entérocolopathies affectent le sujet jeune (entre 20 et 30 ans). Deux présentations sont classiquement rencontrées : une oligoarthritis asymétrique (touchant préférentiellement genou, cheville, hanche et poignet), ainsi qu'une polyarthrite symétrique des petites articulations (notamment des mains). A noter qu'il peut également exister des atteintes axiales dont certaines peuvent remplir les critères de spondylarthrite ankylosante.

Les arthrites réactionnelles sont des arthrites aseptiques secondaires à l'infection d'une muqueuse (urogénitale, digestive ou pulmonaire). Elles surviennent donc dans un

contexte clinique très particulier. L'atteinte rhumatologique débute de façon brutale par une atteinte oligoarticulaire asymétrique sévère des membres inférieurs (genoux, chevilles, MTP). Une forme polyarticulaire touchant les petites articulations peut également s'observer. Des enthésites peuvent également se retrouver.

Le syndrome SAPHO (associant synovite, acnée sévère, pustulose palmoplantaire, hyperostose, ostéite) est rattaché par certains experts aux spondyloarthrites bien que l'atteinte princeps ne soit pas l'enthésite mais l'ostéite. L'atteinte ostéo-articulaire prédomine au niveau de la région sternocostoclaviculaire et des cartilages chondrocostaux mais peut également toucher le rachis, le bassin et les os longs.

3. Quelques scores diagnostiques utilisés

Le **diagnostic de spondylarthrite ankylosante** se pose grâce aux critères de New-York modifiés de 1984 (tableau 1) (16).

<p>1. Critère radiologique :</p> <ul style="list-style-type: none">a. Sacro-iliite de grade \geq à 2 si sacro-iliite bilatérale oub. Sacro-iliite de grade \geq 3 si sacro-iliite unilatérale
<p>2. Critère clinique (au moins 1) :</p> <ul style="list-style-type: none">a. Lombalgie et raideur lombaire de plus de trois mois améliorées par l'activité physique et non soulagées par le repos.b. Limitation de la mobilité du rachis lombaire dans le plan sagittal et frontal.c. Limitation de l'expansion thoracique par rapport aux valeurs de sujets de même âge et même sexe.

Tableau 1 : critères de New-York 1984, adaptés de (16)

Or, l'analyse des articulations sacro-iliaques en radiographie standard est sujette à une variabilité d'interprétation importante, et ce particulièrement pour les stades précoces. De plus, les anomalies ne surviennent que tardivement, parfois 10 ans après le début des

symptômes (17,18). Ces critères, bien que très spécifiques, sont insuffisants car une introduction rapide du traitement anti-inflammatoire est primordiale pour espérer maîtriser les comorbidités de la maladie. D'où l'émergence du concept de spondyloarthrite axiale (axSpA) incluant les formes précoces qui ne présentent pas encore d'anomalies à la radiographie. Parmi les critères de spondyloarthrite axiale disponible, nous mentionnerons les derniers en date : les critères ASAS 2009 (tableau 2). Ceux-ci sont généralement employés car permettent un équilibre entre sensibilité et spécificité, et incluent l'IRM sacro-iliaque dans la réflexion diagnostique (18).

<p>Sacro-iliite à l'imagerie*</p> <p>+</p> <p>≥ 1 signe de SPA**</p> <p>OU</p> <p>HLA-B27 positif</p> <p>+</p> <p>≥ 2 autres signes de SPA**</p>	<p>* Sacro-iliite à l'imagerie</p> <ul style="list-style-type: none"> - inflammation fortement évocatrice de sacro-iliite à l'IRM ou - une sacro-iliite radiographique définie suivant les critères de New-York modifiés <p>** Signes de spondylarthrite</p> <ul style="list-style-type: none"> - rachialgie inflammatoire - arthrite - enthésite - uvéite - dactylite - psoriasis - maladie de Crohn / rectocolite hémorragique - bonne réponse aux AINS - antécédent familial de SPA - HLA-B27 positif - CRP augmentée
---	---

Tableau 2 : critères ASAS 2009 de spondyloarthrite axiale, adaptés de (19)

Concernant **le diagnostic de rhumatisme psoriasique**, on peut citer parmi les critères existants les derniers en date : les critères CASPAR (tableau 3) (20).

Pour retenir le diagnostic : Il faut le critère 1 + au moins 3 points

1. CRITERE OBLIGATOIRE : Atteinte rhumatologique inflammatoire (périphérique, axiale ou enthésitique)	
2. Présence explicite de psoriasis à l'examen ou dans les antécédents :	
<ul style="list-style-type: none"> • lésion psoriasique cutanée ou du scalp diagnostiquée par un médecin à l'examen physique • Notion de psoriasis selon le patient ou un médecin • Antécédent familial de psoriasis au 1^{er} ou 2nd degré 	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p>
3. Atteinte unguéale	
<ul style="list-style-type: none"> • Dystrophie unguéale psoriasique à l'examen clinique : onycholyse, ongles ponctués ou hyperkératose 	1
4. Négativité du facteur rhumatoïde	
<ul style="list-style-type: none"> • Absence de FR sérique (ELISA ou néphélobimétrie) 	1
5. Présence ou antécédent de dactylite	
<ul style="list-style-type: none"> • Dactylite actuelle diagnostiquée par un médecin • Antécédent de dactylite constatée par un médecin 	<p>1</p> <p>1</p>
6. Aspect radiologique de construction osseuse	
<ul style="list-style-type: none"> • Présence de signes radiographiques de construction osseuse juxta-articulaire (radiographies des mains et des pieds) 	1

Tableau 3 : critères CASPAR de rhumatisme psoriasique, adaptés de (20)

C. Sacro-iliite et spondyloarthrite

1. Rappels anatomiques

L'articulation SI est oblique en avant et en dehors. Elle comporte une partie ventrale cartilagineuse et une partie dorsale fibreuse (enthésitique). La partie cartilagineuse de l'articulation comprend une surface iliaque en forme de « C », de « L » ou « d'auricule », qui vient s'articuler avec une surface sacrée complémentaire en forme de « rail creux ». Cette partie se divise en 3 zones : le tiers supérieur, le tiers moyen et le tiers inférieur (illustration 2)

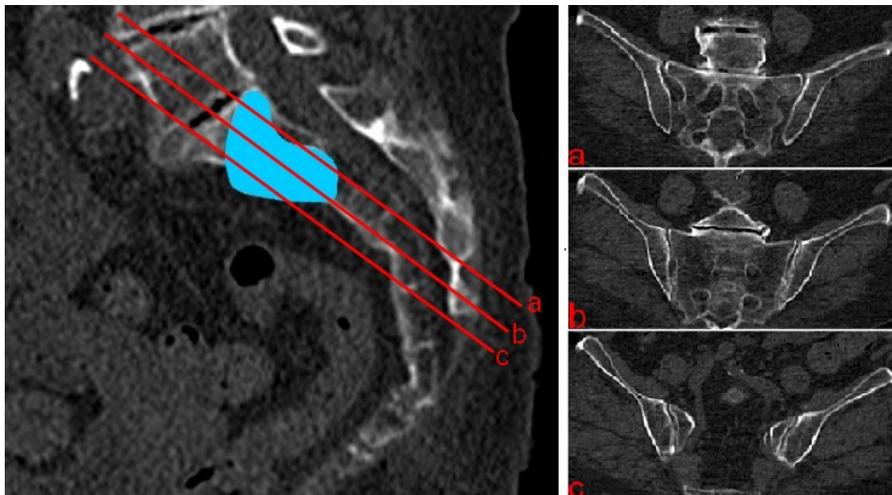


Illustration 2: Scanner montrant comment individualiser chaque zone de la partie cartilagineuse de l'articulation sacro-iliaque. a et b : plans passant par le tiers supérieur et le tiers inférieur. c : plan passant par le tiers moyen.

Le ligament sacro-iliaque antérieur se situe au contact de la capsule antérieure. La capsule articulaire est en revanche absente de la partie postérieure de l'articulation et c'est le ligament interosseux qui forme la frontière postérieure de l'articulation (en constituant la partie enthésitique)(21).

Les contraintes mécaniques s'exercent principalement à la partie antéro-supérieure (le tiers moyen) et c'est là que l'on retrouvera de façon très fréquente des remaniements dégénératifs.

Une articulation sacro-iliaque accessoire est présente chez 13 % des patients en scanner (illustration 3) et s'articule entre le versant médial de l'épine iliaque postéro-supérieure et une surface articulaire rudimentaire située à la partie externe du 2ème trou sacré (22).

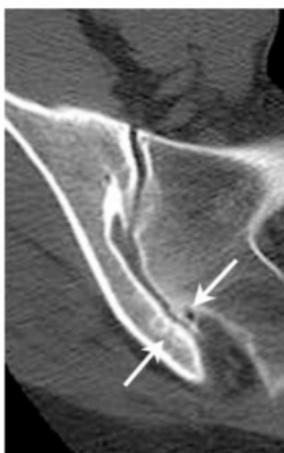


Illustration 3: exemple d'articulation sacro-iliaque accessoire vue au scanner

2. La sacro-iliite, une atteinte très fréquente des spondyloarthrites

La présence d'une sacro-iliite fait partie de la définition de la **spondylarthrite ankylosante** et y est donc systématique. Elle est également très fréquente dans les spondyloarthrites à prédominance périphérique.

Dans le cas du **rhumatisme psoriasique**, la sacro-iliite présente la particularité d'être de distribution plus asymétrique et moins douloureuse (23–25). Selon les études, entre 6 et 43 % des patients présentant un rhumatisme psoriasique ont une sacro-iliite radiographique (25). Lorsqu'on réalise à titre systématique une IRM des articulations SI dans cette population, on diagnostique une inflammation sacro-iliaque chez 10 à 38 % des patients. La sémiologie est dominée par des remaniements structuraux (érosions, sclérose, involution graisseuse). Cependant, ces anomalies n'étaient pas forcément associés à une histoire clinique de douleur lombaire inflammatoire ou à la positivité des tests cliniques de mobilisation des SI (26,27).

Les **spondyloarthrites associées aux entérocolopathies** sont généralement de forme périphérique. Parmi les patients présentant une maladie inflammatoire du tube digestif (IBD), maladie de Crohn ou rectocolite hémorragique, certains vont déclarer des manifestations rhumatologiques répondant aux critères de spondyloarthrite. Même si l'atteinte est plus souvent périphérique, on peut rencontrer d'authentiques spondylarthrites ankylosantes. En 2006, une méta-analyse publiée par Karreman et al. (28) s'est intéressée à la prévalence des manifestations de spondyloarthrite dans cette population. La prévalence des anomalies structurales des sacro-iliaques s'élève à 12 % (95IC 8-16%) à la radiographie et 15 % (95IC 5-29%) au scanner. Des anomalies inflammatoires des articulations sacro-iliaques sont décelées à l'IRM chez 10 % (95IC 6-14%) des patients. La prévalence des sacro-iliites cliniques est estimée à 8 % (95IC 6-10%) et celle des sacro-iliites infra-cliniques, c'est à dire sans douleur ou raideur, à 11 % (95IC 7-17%). En outre, 3 % (95%IC 2-4%) des patients IBD présentent une spondylarthrite ankylosante selon les critères de New-York modifiés.

Chez les **patients atteints du syndrome SAPHO**, l'atteinte radiologique des SI est présente dans 15 à 33 % des cas et est fréquemment unilatérale (42 % des cas). Elle se distingue des autres sacro-iliites inflammatoires par la fréquence inhabituelle de condensations osseuses étendues des deux berges SI prédominant sur le versant iliaque. Cet aspect est en faveur d'une ostéite para-articulaire des régions sous-chondrales de l'interligne SI. Le caractère symptomatique de la sacro-iliite est mal documenté mais pourrait s'élever jusque 42 % (29)

3. Les lésions morphologiques

Les signes radiologiques de sacro-iliite associent lésions structurales et lésions inflammatoires.

Les lésions structurales, signes de chronicité, regroupent :

- les érosions

- la sclérose sous-chondrale (ou ostéocondensation)
- l'ankylose sacro-iliaque
- les plages d'involution graisseuses

A l'inverse les lésions inflammatoires, signe d'activité de la maladie, associent :

- l'œdème osseux des berges sacro-iliaques
- l'ostéite sous-chondrale

4. Le principal diagnostic différentiel radiologique : l'atteinte dégénérative

L'enjeu radiologique principal est de distinguer une atteinte inflammatoire d'une atteinte dégénérative, bien plus fréquente dans la population générale. Les arguments en faveur de l'une ou de l'autre sont résumés dans le tableau 4.

	Atteinte dégénérative	Atteinte inflammatoire
Terrain	F > H Commence dans la 3ème décennie	H > F Avant 45 ans (critères ASAS 2009)
Clinique	Douleur rare	Douleur inflammatoire constante
Imagerie	Atteinte du tiers moyen Pincement de l'interligne (érosions rares mais possibles au niveau de la partie antérieure) Ostéocondensation peu étendue et compacte Œdème osseux localisé	Peut atteindre toute l'articulation Tiers inférieur spécifique car peu de contraintes mécaniques Élargissement de l'interligne avec érosion étendue des berges donnant un aspect irrégulier en « timbre poste » Ostéocondensation étendue et floue Œdème osseux étendu avec atteinte lésionnelle panachée

	Pas d'ankylose transarticulaire mais ostéophyte du pied de l'articulation	Evolution vers l'ankylose transarticulaire
--	---	--

Tableau 4 : différences entre l'atteinte mécanique et inflammatoire des articulations sacro-iliaques, issu de (15)

L'ostéose iliaque condensante est considérée comme une forme radiologique particulière d'arthrose sacro-iliaque et se définit par son aspect radiographique, à savoir une condensation de forme triangulaire de la partie antéro-inférieure de la berge iliaque de la sacro-iliaque.

L'arthrose sacro-iliaque, si elle est fréquente anatomiquement, n'est qu'exceptionnellement symptomatique. La prévalence d'anomalies dégénératives des articulations SI à la radiographie s'élève à 25 % chez les personnes de plus de 50 ans asymptomatiques (30).

5. Radiographie et Scanner

La radiographie standard et le scanner permettent de déceler les anomalies structurales. En radiographie, pour le diagnostic de sacro-iliite, on utilise classiquement les critères de New-York de 1984 (tableau 5) (16). Le diagnostic est retenu si on retrouve une atteinte bilatérale de grade 2 ou une atteinte unilatérale grade 3.

<p>Critères de New York (1984)</p> <p><u>Grade 0</u> : sacro-iliaque normale</p> <p><u>Grade 1</u> : pseudo-élargissement des berges par déminéralisation</p> <p><u>Grade 2</u> : érosions des berges et flou de l'interligne donnant un aspect irrégulier</p>

Grade 3 : condensation des berges

Grade 4 : ankylose

Tableau 5 : critères radiographiques de sacro-iliite inflammatoire, issu de (14)

Le scanner permet de s'affranchir des superpositions osseuses du bassin, et ainsi de mieux distinguer les différents segments articulaires. Grâce à sa très bonne résolution spatiale, le scanner est le meilleur examen pour la détection des érosions.

D. L'examen de référence : l'Imagerie par Résonance Magnétique

Les anomalies structurales n'apparaissent que tardivement, après plusieurs mois voire années d'évolution de la maladie. C'est pourquoi la radiographie et le scanner ne permettent pas un diagnostic de la maladie au stade précoce. L'IRM est l'examen habituellement employé à cette fin, permettant la recherche d'un œdème osseux (première anomalie à apparaître en imagerie morphologique dans l'histoire naturelle de la maladie).

Le critère radiologique le plus performant pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire est la présence d'un œdème osseux en IRM avec une sensibilité de 65 % et une spécificité de 75 %. C'est pourquoi ce signe radiologique a été intégré aux critères ASAS 2009 de diagnostic de spondyloarthrite axiale (19,31,32).

Or ce seul critère IRM est loin d'être optimal. La relative faible sensibilité de ce signe s'explique par le fait que l'inflammation est souvent fluctuante et peut même être absente à un stade très précoce. D'un autre côté, ce signe est également insuffisamment spécifique. En effet, des lésions inflammatoires du tiers moyen peuvent survenir en cas de surcharge mécanique (zone de contrainte maximale de l'articulation). Il a été montré

qu'une lésion inflammatoire était retrouvée chez 27 % des patients présentant une lombalgie commune et chez 22 % des sujets sains (32).

Lorsque l'on s'intéresse aux différentes combinaisons possibles des signes IRM, on s'aperçoit que c'est la présence d'un œdème osseux et/ou d'érosions sous chondrales qui est la plus efficace pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire avec une sensibilité de 77 % et une spécificité de 81 %. A noter que la présence de certains signes dégrade les valeurs diagnostiques car se retrouvent également dans l'atteinte mécanique, comme la sclérose sous-chondrale ou l'involution graisseuse (32).

La présence de lésions inflammatoires à l'IRM, bien que faisant partie des critères ASAS, n'est donc ni nécessaire ni suffisante pour poser le diagnostic de spondyloarthrite. L'œil d'un radiologue ostéo-articulaire expérimenté est important. En effet, ce dernier prendra en compte l'intégralité des éléments à sa disposition avant de se prononcer : la présence de lésions inflammatoires certes, mais également leur topographie au niveau de l'articulation, la présence de lésions structurales et d'une éventuelle enthésopathie.

Dans les cas litigieux, un scanner peut même être demandé en complément de l'IRM. En effet, grâce à son excellente résolution spatiale, le scanner est le meilleur examen pour traquer des érosions qui seraient passées inaperçues à l'IRM (33).

E. La scintigraphie osseuse planaire, une place limitée

La scintigraphie planaire fut l'objet d'une abondante littérature pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire entre 1972 et 2005, résumée dans la méta-analyse de Song. Les sensibilités poolées sont de l'ordre de 50 % (34).

Ces résultats très modestes s'expliquent d'abord par l'anatomie du bassin, constitué de plusieurs pièces osseuses se superposant. Il est en effet difficile de déceler une hyperfixation sacro-iliaque discrète au sein du signal physiologique du bassin. Ensuite, de nombreux facteurs influencent la présentation scintigraphique des articulations

sacro-iliaques, engendrant une importante variabilité inter-individuelle (horizontalisation du bassin, âge, faible IMC, activité physique, ...)

Des analyses semi-quantitatives ont également longtemps été réalisées. Elles consistaient en le calcul d'un rapport fixation entre les articulations sacro-iliaques et la fixation des dernières vertèbres lombaires, mesurées sur la scintigraphie en incidence postérieure. Pour les mêmes raisons, les résultats se sont révélés décevants tant les différentes populations (sain/ pathologique) se chevauchaient (35).

La scintigraphie osseuse planaire n'est plus employée pour l'étude des articulations sacro-iliaques.

F. La scintigraphie osseuse

1. Aspects techniques : radiotraceur et gamma-caméra

La scintigraphie est une méthode d'imagerie fonctionnelle dont le principe est d'administrer un radiotraceur, le plus souvent par voie intra-veineuse, et d'en étudier la répartition dans l'organisme. Le radiotraceur se compose d'une molécule vectrice marquée par un isotope radioactif (illustration 4).

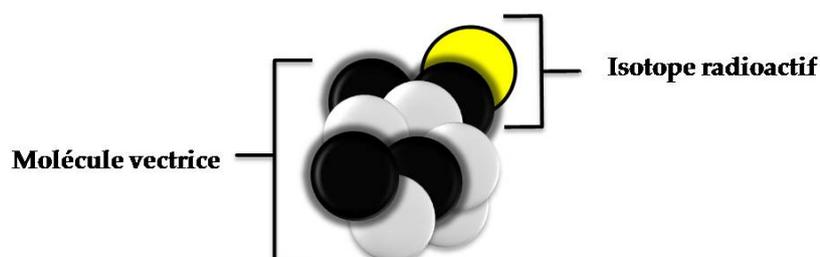


Illustration 4: schéma d'un radiotraceur

Connaissant les propriétés pharmacocinétiques de la molécule vectrice, on pourra étudier le fonctionnement des organes par l'exploration d'une voie métabolique. Les doses

injectées en scintigraphie sont en concentration infra-pharmacologique et n'engendrent donc pas d'effets secondaires.

Dans le cas de la scintigraphie osseuse, on utilise comme radiotracer un bisphosphonate marqué au Technétium 99 métastable. Après injection intraveineuse, le radiotracer va cheminer par le réseau vasculaire pour aller se fixer sur **la phase minérale de l'os**, au niveau des cristaux d'hydroxyapatite en formation. C'est donc **l'activité ostéoblastique, reflet du remodelage osseux**, qui est tracée. Le Technétium (Tc) 99 métastable lié à la molécule de bisphosphonate va se désexciter pour revenir à son état stable, le Technétium 99, par émission d'un rayonnement gamma d'énergie 140keV avec une demi-vie d'environ 6 heures. C'est la détection de ce rayonnement de 140 keV qui va permettre d'imager la répartition du traceur dans l'organisme.

La scintigraphie osseuse se déroule en plusieurs étapes. Le patient est accueilli dans le service de médecine nucléaire puis se voit injecter par voie IV une activité de 8 à 10 Mbq/kg de bisphosphonate marqué au Tc. Un temps d'attente d'environ 2 heures est observé, permettant une fixation suffisante sur les pièces osseuses et une élimination urinaire de l'activité plasmatique circulante. Les photons gamma étant émis dans des directions aléatoires, l'origine de l'émission ne peut être déterminée que grâce à un collimateur (une plaque de plomb percée de trous perpendiculaires au détecteur). Seuls les photons arrivant perpendiculairement au détecteur parviennent au cristal scintillant de la gamma caméra et sont détectés. Le collimateur permet la réalisation d'une image de projection (illustration 5).

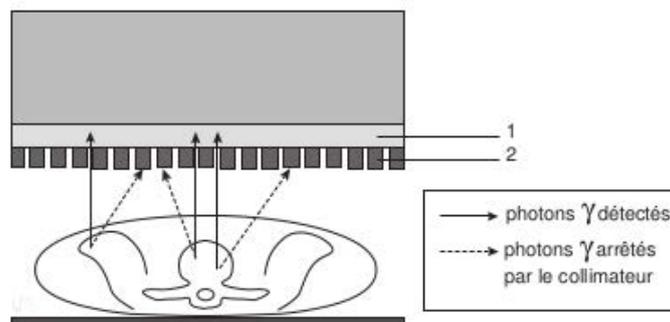


Illustration 5: schéma du fonctionnement d'une gamma-caméra, issu de (36)

2. Historiquement, une imagerie uniquement planaire

Les images planaires sont systématiquement réalisées ; elle constituent la base de l'examen. Celles-ci consistent en la réalisation d'un balayage corps-entier par la gamma caméra double tête afin d'obtenir une image de projection antérieure et postérieure de la répartition du radiotraceur (illustrations 6 et 7).

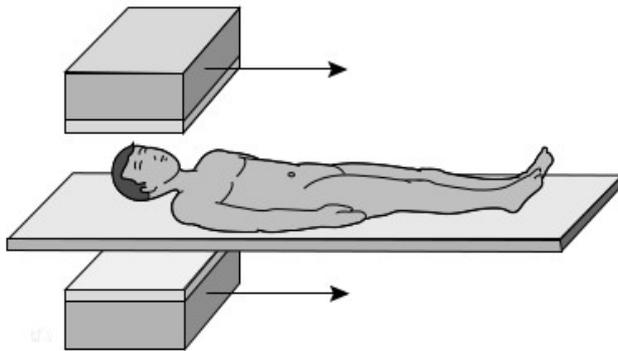


Illustration 7: déroulement d'une acquisition planaire avec balayage corps entier par la gamma-caméra double tête, issu de (36)



Illustration 6: exemple de scintigraphie osseuse planaire, acquisitions antérieure et postérieure

Il arrive que cette partie suffise pour répondre à la question posée par le clinicien, l'examen s'arrête alors ici.

3. Plus récemment, une imagerie en coupe

La scintigraphie peut être complétée d'une deuxième partie, la Tomographie par Emission Monophotonique (TEMP), ou Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) en anglais, dont le but principal est de pallier aux limites des images planaires. Sur le même principe que pour la tomodensitométrie, la gamma-caméra double tête va

effectuer une rotation autour du corps pour obtenir un certain nombre de projections avec des angulations différentes (illustration 8). A partir d'algorithmes de reconstructions tomographiques, il sera alors possible de remonter à la cartographie 3D de la répartition du traceur dans le corps.

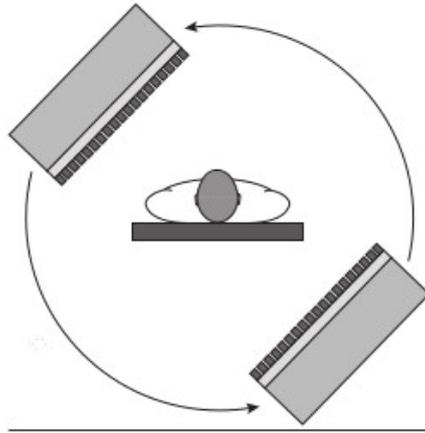


Illustration 8: déroulement d'une SPECT avec rotation de la gamma-caméra double tête autour du patient

De plus, la plupart des gamma-caméras sont aujourd'hui couplées à un scanner, réalisant alors une SPECT-CT. Le médecin nucléaire a donc accès à une imagerie qualifiée « d'hybride », à la fois morphologique et fonctionnelle (illustration 9).

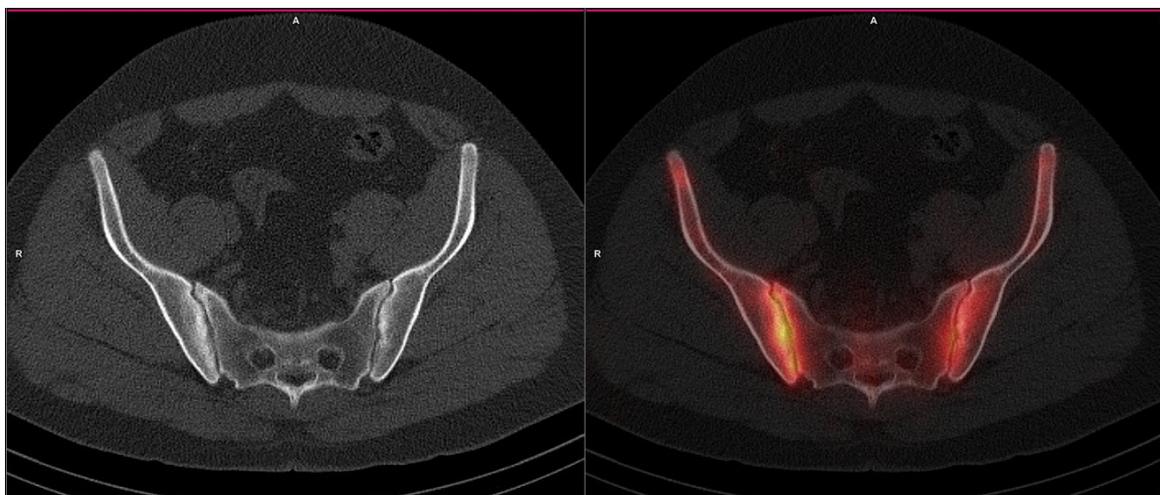


Illustration 9: exemple de scanner, à gauche, et de SPECT (échelle de rouge) recalée sur celui-ci, à droite

4. Les avantages de la SPECT-CT

D'abord, il devient possible de corriger l'effet de l'atténuation des photons gamma. Une même source de photons ne sera pas détectée de la même manière selon qu'elle est située en profondeur ou en superficie ; plus l'épaisseur des tissus traversés est importante et plus ceux-ci sont électroniquement denses, plus le signal sera sous-estimé. Or le scanner couplé aux gamma-caméras actuelles permet de mesurer ce phénomène d'atténuation en cartographiant la densité des tissus du corps humain. Les algorithmes de reconstruction de la SPECT-CT intègrent aujourd'hui systématiquement, sur la base des informations fournies par le scanner couplé, une correction d'atténuation. En plus d'autres compensations que nous ne détaillerons pas (diffusé, réponse impulsionnelle du détecteur, temps mort, résolution en profondeur, sensibilité en profondeur, calibration), les machines les plus récentes permettent d'estimer la concentration exacte de radio-traceur en chaque pixel dans l'organisme (c'est à dire au moment de la désintégration).

Ensuite, de la même manière que le scanner thoracique est plus performant que la radiographie de thorax, la SPECT-CT, en permettant de s'affranchir des superpositions, augmente la sensibilité de détection de l'examen. Il est alors possible de détecter des hyperfixations plus discrètes, noyées sur les images planaires dans le signal de la pièce osseuse.

La SPECT-CT permet également de localiser plus précisément les anomalies de fixations visualisées sur les images planaires en utilisant la sémiologie de la TDM pour identifier les structures anatomiques non discernables sur la scintigraphie.

Enfin, les images scanographiques nous fournissent des informations morphologiques. En effet, la sémiologie radiologique à laquelle le médecin nucléaire a accès peut apporter des éléments déterminants pour son interprétation. A noter que le scanner réalisé en médecine nucléaire est de qualité moindre par rapport à celui réalisé

par les radiologues (coupes épaisses et donc sémiologie plus grossière) et ne doit pas dispenser de la réalisation complémentaire d'un scanner en condition radiologique.

5. A quoi correspond une hyperfixation ?

Les traceurs ostéotropes cheminent par le réseau vasculaire, sortent de l'espace vasculaire vers les espaces interstitiels, avant de se fixer sur les cristaux d'hydroxyapatite en formation. La fixation observée va donc dépendre de la vascularisation de la pièce osseuse, de la perméabilité des capillaires et de l'activité ostéoblastique en son sein.

Ainsi, une anomalie de répartition du traceur peut être observée :

- de manière physiologique en cas d'augmentation des contraintes (hypersollicitation, activité physique, troubles de statique, ...) par augmentation du remodelage osseux
- en cas d'anomalie de vascularisation (ostéonécrose, algoneurodystrophie,...)
- en cas de souffrance osseuse (inflammation, infection, destruction osseuse par une tumeur,...) par mise en œuvre des unités de remodelage osseux

Dans l'arthropathie inflammatoire des spondyloarthrites, l'hyperfixation est liée à plusieurs mécanismes intriqués :

- l'augmentation du flux sanguin de l'os péri-articulaire (grâce aux vaisseaux juxta-épiphysaires et épiphysaires qui viennent du réseau synovial),
- l'augmentation de l'activité ostéoblastique péri-articulaire du fait des médiateurs inflammatoires libérés dans l'articulation,
- les érosions et constructions osseuses.

Ensuite, en cas d'enthésite, l'érosion et l'inflammation osseuses étant les premières lésions à survenir, il est logique que l'hyperhémie et l'augmentation de l'activité ostéoblastique réactionnelle soient visualisées à la scintigraphie.

En pratique, la scintigraphie osseuse est souvent décriée pour sa résolution spatiale, moins bonne que pour certaines autres modalités comme l'IRM et l'échographie. Cette relative faible résolution spatiale pose en effet un problème : l'effet volume-partiel. Celui-ci entraîne une sous-estimation du signal pour les petites structures : une hyperfixation faible sur une petite articulation ou sur une petite enthèse, notamment au niveau des mains, risquera de passer inaperçue. En revanche, la détectabilité dépend plus du contraste que de la taille : une hyperfixation intense, comme c'est souvent le cas dans la polyarthrite rhumatoïde ou dans le rhumatisme psoriasique, sera visualisée même si la structure est plus petite que la résolution spatiale. De plus, s'il arrive à la scintigraphie de passer à côté de petites anomalies, elle découvre aussi probablement, par sa capacité d'étudier le corps-entier, des éléments intéressants plus à distance qu'une exploration ciblée n'aurait pas mis en évidence.

La spécificité de l'examen est également parfois critiquée. Il est vrai que la scintigraphie observe fréquemment de nombreuses anomalies (surtout après un certain âge notamment du fait du remodelage osseux survenant dans le cadre de la réaction sous-chondrale de l'arthrose, des remaniements post-traumatiques, etc...) dont la plupart ne sont pas pertinentes dans le contexte précis du diagnostic positif d'un rhumatisme inflammatoire. Néanmoins, les médecins nucléaires ne positivent pas toute hyperfixation. La décision de banaliser ou notifier une hyperfixation comme suspecte se base sur la topographie de l'anomalie, sur son aspect, mais également sur l'histoire clinique et depuis la SPECT-CT sur les anomalies tomodensitométriques en regard.

G. Scintigraphie osseuse et spondyloarthrite : règles d'interprétation

1. Comment raisonner en cas de suspicion de spondyloarthrite

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, et dans le contexte de suspicion de rhumatisme inflammatoire, la scintigraphie ne doit pas être évaluée uniquement sur la seule présence ou non d'une hyperfixation. Le raisonnement lors de l'interprétation d'une

scintigraphie doit intégrer tous les éléments disponibles (anamnestiques et scintigraphiques) et l'hyperfixation devra s'intégrer dans un faisceau d'arguments.

Après un certain âge et dans certaines conditions (par exemple chez les sportifs ou les travailleurs manuels), une hyperfixation à certains sites est tellement fréquente que la mettre en évidence chez un patient n'apporte aucun argument en faveur d'un processus inflammatoire. A chaque hyperfixation, qu'elle soit articulaire ou enthésitique, le travail du médecin nucléaire sera d'essayer de l'attribuer à un antécédent, à une hypersollicitation, à des remaniements dégénératifs ou à une pathologie intercurrente. Ce n'est que lorsque l'anomalie de fixation restera inexplicée et que la symptomatologie clinique est compatible qu'elle deviendra suspecte de rhumatisme inflammatoire.

2. Quelques exemples d'hyperfixation à banaliser

Aspect normal d'une scintigraphie : le principe de symétrie

Les aspects scintigraphiques des hémis-squelettes droit et gauche doivent être les miroirs l'un de l'autre (36). Les hyperfixations modérées (articulaires ou enthésitiques) lorsqu'elles sont parfaitement symétriques peuvent être banalisées : elles sont probablement d'origine fonctionnelle ou dégénérative débutante. Par exemple chez les personnes en surpoids et d'un certain âge, on retrouve fréquemment des hyperfixations modérées des genoux et enthèses calcanéennes, par le simple fait de l'augmentation des contraintes sur les structures portantes.

Exemple du cas de la gonarthrose

La gonarthrose est très fréquente dans la population générale après 50 ans et celle-ci a une signature scintigraphique bien particulière. Cette pathologie se développe préférentiellement, hors genu valgum, au niveau du compartiment fémoro-tibial interne. En

scintigraphie, elle se manifeste habituellement par une hyperfixation linéaire dessinant l'interligne fémoro-tibial interne. En cas de poussée congestive d'une gonarthrose, il existe certes une hyperfixation diffuse du genou mais qui prédomine au niveau du compartiment interne (40).

Si une fixation apparaît douteuse, une SPECT-CT complémentaire est toujours réalisable à la recherche de signes scanographiques d'arthrose ou de ses complications sous-chondrales (fractures sur effondrement de géode, ostéonécrose secondaire à l'arthrose).

Cas particulier des mains

Les hyperfixations articulaires que l'on rencontre habituellement au niveau des mains sont liées à deux phénomènes :

- fonctionnel : certaines des articulations sont très sollicitées lors de certaines activités professionnelles ou de loisir
- dégénératif : a terme, cette hypersollicitation fait des mains un site préférentiel d'arthrose

Les hyperfixations articulaires d'origine dégénérative se retrouvent par ordre de fréquence en regard des articulations trapézo-métacarpiens, interphalangiennes distales des 2ème rayons, interphalangiennes distales des pouces, carpo-métacarpiennes, et interphalangiennes distales des 3ème rayons (38,39). Lorsque l'on interprète une scintigraphie en aveugle des radiographies standards, ces topographies sont donc moins spécifiques d'une atteinte inflammatoire, d'autant qu'elles correspondent à des douleurs d'horaire mécanique d'apparition très progressive.

Une hyperfixation diffuse et homogène des articulations des mains peut également se retrouver de manière physiologique chez les patients jeunes et les travailleurs manuels (origine fonctionnelle) (40).

Cas particulier des pieds

Les pieds, de par leur caractère portant, sont également une région privilégiée pour le développement d'arthropathies dégénératives. La probabilité et la fréquence de survenue de celles-ci dépendent de nombreux facteurs notamment le poids, les antécédents fracturaires et la présence de troubles de la statique.

La présence d'une hyperfixation cunéo-métatarsienne de l'hallux est une anomalie très fréquemment rencontrée après un certain âge, surtout en cas d'hallux valgus (41). L'arthrose peut également toucher toutes les articulations du pied mais aura une tendance à la symétrie. La réalisation d'une SPECT-CT permet de localiser précisément les anomalies et de rechercher des éléments scanographiques discriminants (42).

3. La SPECT-CT des articulations sacro-iliaques

Les études qui visent à préciser les capacités diagnostiques de la SPECT-CT pour la sacro-iliite inflammatoire sont peu nombreuses (43–47). De plus, celles-ci sont peu extrapolables à notre pratique clinique. En effet, dans celles-ci, la population incluse est généralement idéale c'est à dire avec peu d'anomalies dégénératives attendues (patients jeunes) et avec une forte probabilité clinique de spondyloarthrite (pré-sélection par des rhumatologues). De plus, la SPECT-CT y est toujours interprétée de manière binaire : présence ou non d'une hyperfixation sacro-iliaque (définie simplement comme une fixation sacro-iliaque supérieure au sacrum). La topographie de l'hyperfixation et la présence ou non d'anomalies dégénératives au scanner couplé n'est jamais prise en compte.

Or, nous constatons dans notre pratique que la simple présence d'une hyperfixation sacro-iliaque est peu spécifique. On peut raisonnablement supposer qu'intégrer la

localisation de l'hyperfixation et les signes scanographiques, comme procèdent habituellement les radiologues ostéo-articulaires en IRM pour interpréter les hypersignaux inflammatoires, permettrait d'améliorer les performances diagnostiques de l'examen.

La partie enthésitique de l'articulation sacro-iliaque est également peu étudiée en scintigraphie osseuse dans la littérature pour le diagnostic de spondyloarthrite. Seuls quelques articles montrent qu'en cas de dysfonction sacro-iliaque (trouble mécanique), lorsqu'on regarde la SPECT en coupes axiales, il existe une perte de l'aspect « d'haltère » habituellement retrouvé à ce niveau (48).

H. Objectif de ce travail

Dans la pratique quotidienne du service de médecine nucléaire de l'Hôpital Roger Salengro, certains patients sont adressés en scintigraphie osseuse pour suspicion de rhumatisme inflammatoire ou exploration de douleurs ostéo-articulaires. Cette population est souvent d'âge mûr, ce qui complique l'interprétation de notre examen puisque les anomalies dégénératives y sont fréquentes. Nous réalisons depuis peu et de manière systématique chez ces patients une SPECT-CT des articulations sacro-iliaques.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'apport de ce la SPECT-CT des articulations sacro-iliaques dans notre population de recrutement. A cette fin, nous évaluerons des critères tirant partie des informations des deux modalités et construits sur la base de la littérature radiologique, dans l'espoir de pouvoir distinguer les anomalies « communes » des articulations sacro-iliaques de celles devant orienter vers une sacro-iliite inflammatoire.

En guise d'objectif secondaire, nous étudierons d'autres éléments qui permettraient potentiellement de distinguer les patients atteints de spondyloarthrite des patients chez qui ce diagnostic est exclu. Notamment nous comparerons la fréquence des hyperfixations entre ces deux populations, de même que l'intensité de celles-ci. Nous analyserons également la partie enthésitique de l'articulation. Enfin, nous essaierons de combiner tous les éléments apportés par la scintigraphie osseuse (arthropathies et enthésopathies) dans un score de probabilité de spondyloarthrite.

III. Matériel et méthodes

A. Patients inclus

Les patients inclus ont réalisé une scintigraphie osseuse dans le service de Médecine Nucléaire de l'Hôpital Roger Salengro de Lille du 25 février 2016 au 13 décembre 2017 et devaient être adressés pour une des indications suivantes :

- exploration de douleurs lombaires basses
- suspicion de rhumatisme inflammatoire chronique
- évaluation de l'évolutivité d'un rhumatisme inflammatoire déjà connu (exclusion des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde)

B. Paramètres de la scintigraphie osseuse

La scintigraphie osseuse a été réalisée sur une Gamma-caméra hybride Siemens Symbia T incluant une tomодensitométrie 2 barettes embarquées (épaisseur nominale de coupe de 2mm en acquisition spiralée).

Pour les images planaires, un balayage a été effectué avec une vitesse de 15cm/min. Une image centrée sur les mains était systématiquement réalisée en face palmaire.

Une SPECT-CT centrée sur les articulations sacro-iliaques a été réalisée pour chaque patient après les imageries planaires. L'acquisition comportait 32 projections de 20° pour chaque tête. La reconstruction était effectuée avec un algorithme itératif OSEM (Ordered Subset Expectation Maximisation) incluant la modélisation de la réponse impulsionnelle (FLASH 3D) avec 8 sous-ensembles et 5 itérations. Les images ont été

lissées avec un post filtre gaussien de largeur à mi-hauteur de 5mm. Les coupes d'acquisition scanner étaient de 2mm. Les images tomoscintigraphiques et le scanner ont été fusionnées.

Pour caractériser des images douteuses, une image planaire centrée ou une autre SPECT-CT étaient parfois réalisées.

C. Analyse de la partie cartilagineuse des articulations sacro-iliaques à la SPECT-CT

Concernant la SPECT-CT, afin d'améliorer la reproductibilité de l'analyse des articulations sacro-iliaques, en raison d'une grande variabilité interindividuelle de l'angulation du bassin, une réorientation dans le plan du sacrum est indispensable.

Les images ont été réorientées dans le plan du sacrum (S1-S3) comme conseillé dans l'ouvrage « Imagerie musculo-squelettique : Pathologies Générales » du Pr Cotten(15) et ont été analysées dans le plan frontal. Les coupes les plus antérieures permettent d'isoler le tiers moyen de l'articulation (illustration 10). Les coupes plus postérieures permettent d'analyser les tiers supérieur et inférieur, ainsi que la partie enthésitique de l'articulation.

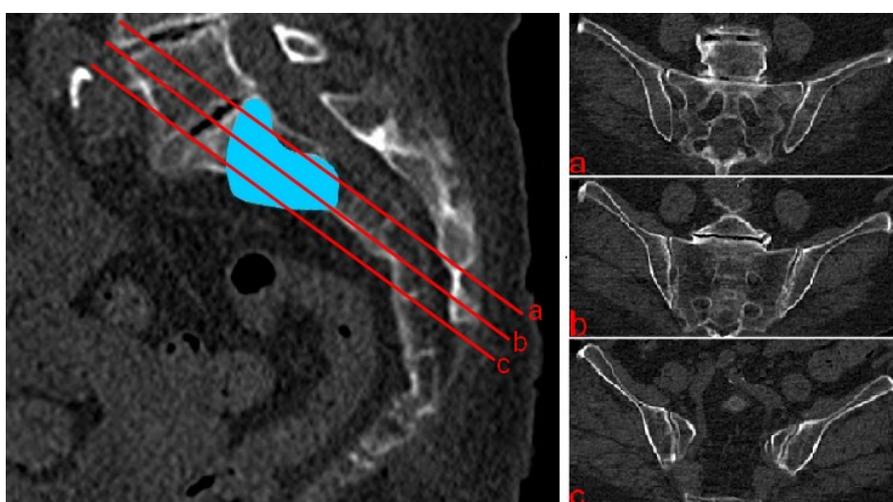


Illustration 10 : Scanner montrant un recalage dans le plan du sacrum. a et b : plans passant par le tiers supérieur et le tiers inférieur. c : plan passant par le tiers moyen.

Sur la SPECT, nous avons d'abord cherché la **présence d'une hyperfixation** définie comme :

- une fixation de l'interligne (englobant les 2 berges)
- d'intensité supérieure au sacrum

En cas d'hyperfixation d'une partie de l'articulation sacro-iliaque (répondant aux critères précédents) une **quantification relative** était effectuée. Une région d'intérêt sphérique de 1cm³ était centrée sur le pixel le plus intense de la partie articulaire étudiée. Une moyenne de l'activité dans cette région était calculée et un ratio était calculé en divisant cette activité par l'activité moyenne du sacrum (S1). Dans le cas où le ratio était < 1.2, la fixation était considérée comme non significative.

Nous avons ensuite analysé les coupes TDM à la recherche des éléments suivants :

- Condensation floue : zone moins dense que la corticale adjacente, mal limitée, extensive (illustration 11)
- Présence d'ostéophytes à la partie antérieure (illustration 12)
- Géode : perte de substance bien limitée avec condensation périphérique ou au sein d'une condensation dense, éventuellement avec communication visible avec l'interligne ou air intra-osseux (illustration 13)
- Flou de l'interligne : en prenant garde au flou induit par l'effet de coupe en cas d'inflexion des surfaces articulaires (illustration 14)
- Condensation dense : aussi dense que la corticale adjacente
- Érosion : classiquement « en timbre poste » malheureusement rarement identifiable du fait de l'épaisseur des coupes (flou du fait de l'effet volume-partiel)

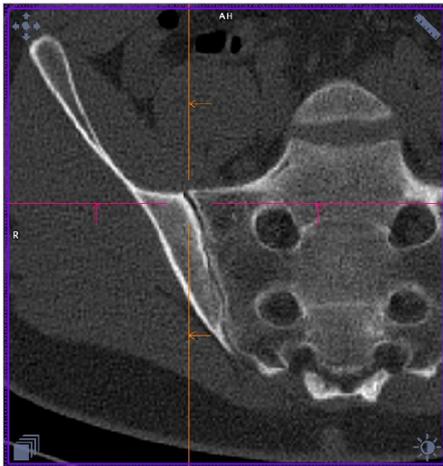


Illustration 11 : Condensation dense



Illustration 12: Ostéophyte

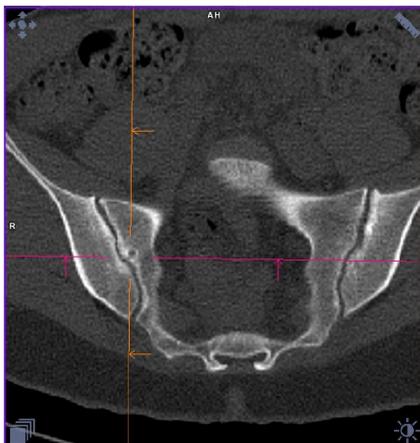


Illustration 13: Géode

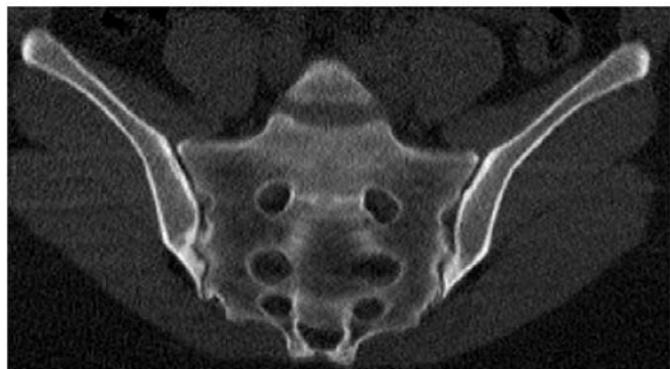


Illustration 14: Flou de l'interligne / condensation floue

Les éléments modifiant la statique sacro-iliaque et donc probablement l'aspect scintigraphique ont également été relevés : syndrome de Bertolotti (méga apophyse transverse de L5 venant s'articuler avec un os du bassin) (illustration 15) ou présence d'une articulation sacro-iliaque accessoire (illustration 16).



Illustration 15: Syndrome de Bertolotti à droite

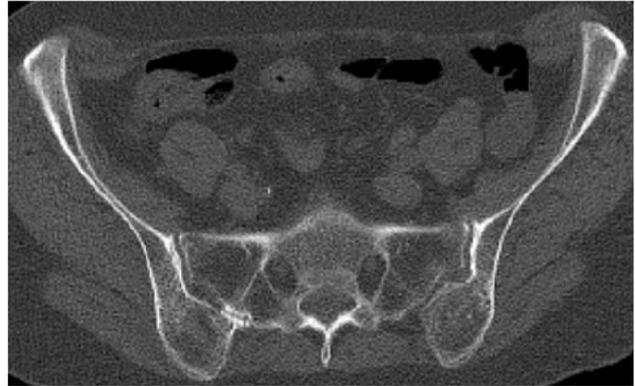


Illustration 16: Sacro-iliaque accessoire à droite

Puis après visualisation de l'intégralité des éléments sémiologiques SPECT et CT, un avis a été rendu. Les images SPECT-CT ont été classées comme suit :

- **Groupe 1 : Images SPECT-CT non pathologiques**
- **Groupe 2 : Images compatibles sur le CT mais SPECT normale**
- **Groupe 3 : Images compatibles sur la SPECT mais CT normal**
- **Groupe 4 : Images SPECT + CT compatibles avec une sacro-iliite**

Détail du Groupe 1 :

Ont été considérées comme des **images SPECT non spécifiques**, et de ce fait non évocatrices d'un rhumatisme évolutif des SI :

- les hyperfixations sacro-iliaques concernant uniquement le tiers moyen de la partie cartilagineuse
- les hyperfixations sacro-iliaques articulaires des régions postérieures rattachées à des anomalies dégénératives sur le CT ou en cas de syndrome de Bertolotti / sacro-iliaque accessoire

Les images CT ne devaient pas retrouver d'anomalies structurales de spondyloarthrite (flou de l'interligne, érosion, condensation floue).

Détail du Groupe 2 :

Une imagerie considérée comme **compatible sur le CT** devait présenter un flou de l'interligne, des érosions ou une condensation floue. Dans ce groupe, les images **SPECT** devaient être normales ou ne retrouver que des anomalies **non spécifiques**.

Détail du Groupe 3 :

Une imagerie considérée comme **compatible sur la SPECT** devait présenter une hyperfixation des régions postérieures non expliquée par une anomalie dégénérative sur le scanner (ostéophyte, condensation dense, géode), sans syndrome de Bertolotti ou sacro-iliaque accessoire.

Sur le **CT**, il faut donc s'assurer de **l'absence d'anomalies structurales** de spondyloarthrite (flou de l'interligne, érosion, condensation floue).

Détail du Groupe 4 :

Une imagerie considérée comme **compatible sur la SPECT et le CT** devait combiner les anomalies CT du groupe 2 et les anomalies SPECT du groupe 3.

D. Analyse qualitative et quantitative de la partie enthésitique des articulations sacro-iliaques en SPECT-CT

Nous avons analysé la partie enthésitique de l'articulation sacro-iliaque. Nous avons pour chaque patient recherché si la fixation du massif iliaque postérieur débordait sur l'enthèse et atténuait l'hypofixation en « V » habituellement retrouvée, cette perte de fixation ayant été décrite par Cusi et al. dans les douleurs mécaniques des SI (48).

Cependant, cet aspect étant subjectif, nous avons effectué une mesure d'activité. Nous avons disposé une région d'intérêt entre le bord postéro-interne de l'os iliaque et le sacrum, en regard de l'enthèse, d'une taille de 1cm³. Nous y avons mesuré l'activité moyenne puis effectué un ratio par rapport à l'activité du sacrum.

E. Analyse des imageries planaires

Sur les images planaires, les arthropathies et enthésopathies compatibles avec une atteinte inflammatoire ont été relevées.

Toutes les anomalies positivées l'ont été après avoir exclu une cause évidente (rapportée par les courriers disponibles dans SILLAGE).

Les mains

Concernant les mains, l'analyse a été réalisée en aveugle des radiographies standards. Sur la base de la topographie des anomalies, l'atteinte a été classée comme suit :

- non évocatrice de spondyloarthrite

si images normales

si hyperfixation de topographie fréquemment dégénérative (trapézo-métacarpienne et/ou interphalangienne distale d'un/de plusieurs des trois premiers rayons) (illustration 17)

- évocatrices de spondyloarthrite

si hyperfixation diffuse et homogène des petites articulations (IPD, IPP et MCP)

si hyperfixation de topographie inhabituelle pour une pathologie dégénérative commune

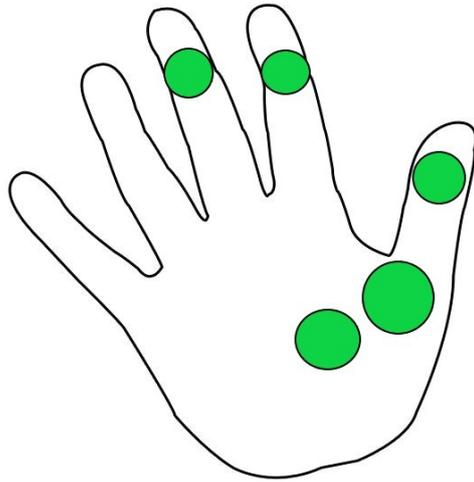


Illustration 17: Schéma des topographies considérées comme dégénératives

Les autres arthropathies

Les autres arthropathies compatibles ont été dénombrées. Au niveau du squelette appendiculaire, n'ont été positivées que :

- les hyperfixations symétriques mais nettement anormales au vu de l'activité habituellement présente dans ce territoire
- les hyperfixations asymétriques

Une hyperfixation modérée et symétrique des articulations portantes (hanches, genoux, chevilles, pieds) n'a pas été considérée comme pathologique (illustration 18). En effet, celle-ci est banale chez les personnes sportives ou en surpoids.

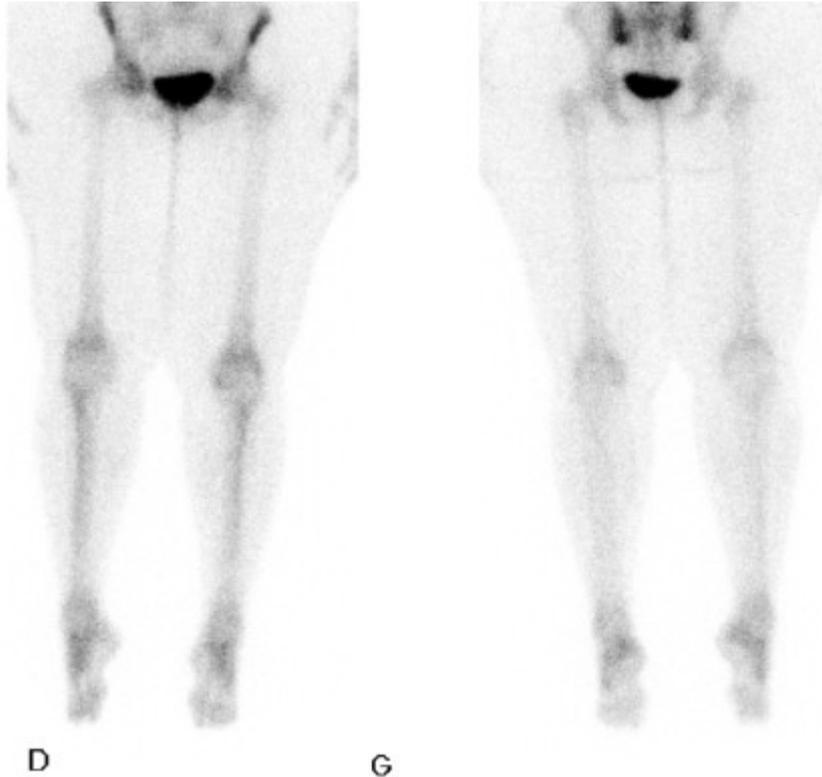


Illustration 18: Exemple de renforcement modéré et symétrique des structures portantes des membres inférieurs chez un patient en surpoids

Les hyperfixations de genou dessinant l'interligne fémoro-tibial, ainsi que les hyperfixations diffuses prédominant nettement sur le compartiment interne, n'ont pas été positivées. Celles-ci sont en effet caractéristiques d'une atteinte arthrosique (illustration 19).



Illustration 19: Hyperfixation linéaire fémoro-tibiale interne considérée comme dégénérative

Au niveau des pieds, les arthropathies n'ont été classées compatibles que si elles étaient franchement asymétriques et que des lésions dégénératives n'étaient pas décelées sur la SPECT-CT (hors base de l'hallux).

Les enthésopathies

Les hyperfixations enthésitiques visibles sur les images corps entier ont également été dénombrées et fait l'objet d'un simple décompte. Les sites particulièrement étudiés sont : les calcaneums, les trochanters, les épaules et les articulations inter-épineuses.

F. Recueil des données cliniques

Pour chaque patient nous avons recueilli a posteriori dans les courriers d'hospitalisation les paramètres suivants :

- Age lors de la réalisation de l'examen
- Sexe
- Indication de l'examen : suspicion de rhumatisme inflammatoire chronique ou évaluation de l'évolutivité d'un rhumatisme inflammatoire déjà connu
- Année des premiers symptômes
- Statut HLA B27
- Présence ou non de douleurs lombaires basses

Il a ensuite été recherché dans Sillage le diagnostic posé par les rhumatologues à la fin d'hospitalisation ou au cours du suivi. Les patients ont été classés en deux groupes :

- diagnostic de spondyloarthrite posé (axial ou périphérique)
- absence d'éléments suffisants pour poser le diagnostic de spondyloarthrite, ou spondyloarthrite exclue

En cas de découverte, dans le dernier courrier rhumatologique disponible sur SILLAGE, d'un antécédent expliquant une anomalie retrouvée (fracture par exemple), celle-ci était considérée comme non évocatrice de rhumatisme inflammatoire.

G. Analyses statistiques

Pour la recherche d'une association entre une variable quantitative et une variable qualitative, si les hypothèses de normalité et d'égalité des variances étaient vérifiées, et que nous étions dans de grands échantillons ($n > 30$), un test de Student était réalisé. Dans le cas contraire, un test de Wilcoxon était utilisé. Des courbes ROC ont également pu être réalisées.

Pour la recherche d'une association entre deux variables qualitatives, si les effectifs théoriques étaient tous supérieurs à 5, un test du chi 2 était pratiqué. Dans le cas contraire, un test exact de Fisher était employé.

Pour la conception du score, une régression logistique incluant les variables significatives en analyse bivariée a d'abord été lancée, permettant d'obtenir une estimation des odds ratio multivariés. Nous nous sommes limités à une variable explicative pour cinq événements. Une fois les pondérations du score arbitrées, le score a été simulé pour tous les individus de notre population. Nous avons ainsi pu tester s'il était associé à la variable à expliquer avec une analyse bivariée.

Les analyses statistiques ont été réalisées par le logiciel R (version 3.5.2) et pour tous les tests réalisés la significativité a été retenue à partir d'un $p < 0,05$.

B. Association entre fixation sacro-iliaque à la SPECT-CT et spondyloarthrite

Parmi les 45 patients indemnes de spondyloarthrite, 19 présentent au moins une hyperfixation sacro-iliaque (42%). Et parmi les 19 patients atteints de spondyloarthrite, 9 présentaient une hyperfixation sacro-iliaque (47%). Cette différence n'est pas significative (illustration 20).

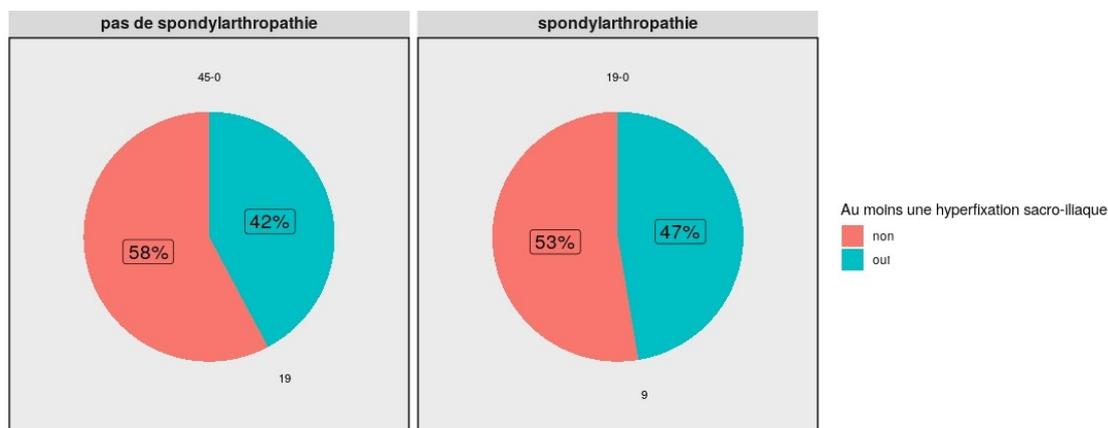


Illustration 20: diagrammes circulaires montrant l'association entre la présence d'une hyperfixation sacro-iliaque et d'une spondyloarthrite ($p=0.79$)

En cas d'hyperfixation sacro-iliaque, nous nous sommes demandé si celle-ci n'était pas plus importante chez les patients atteints de spondyloarthrite. Nous constatons, comme illustré par le boxplot suivant, que la fixation n'est pas différente entre les deux groupes ($p=0.75$) et que c'est même parmi les patients indemnes de spondyloarthrite qu'on trouve les valeurs les plus élevées (illustration 21).

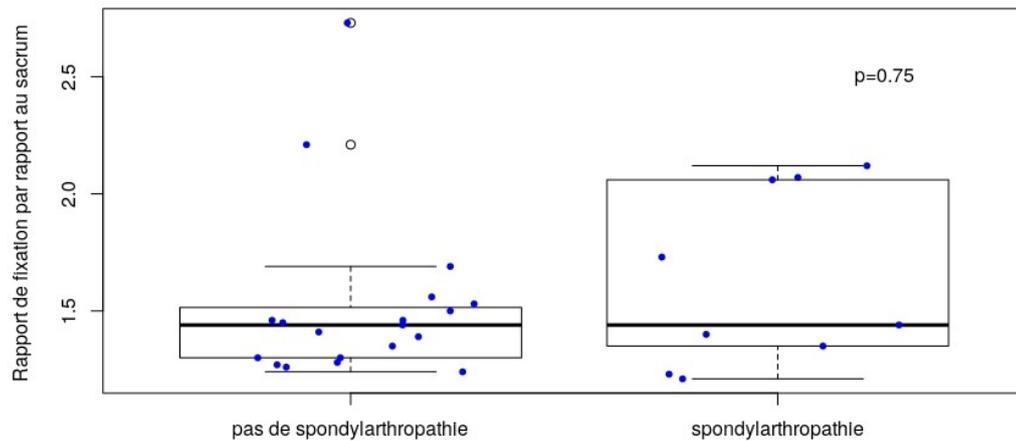


Illustration 21: boxplots montrant, parmi les individus présentant une hyperfixation sacro-iliaque, l'intensité de fixation celle-ci en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

C. Association entre aspect SPECT-CT et spondyloarthrite

Il existe une association très forte entre la présence ou non de spondyloarthrite et les 4 catégories dans lesquelles nous avons classé les patients (illustration 22, $p=0.001$).

Parmi les 19 patients atteints de spondyloarthrite, 6 avaient des images SPECT et des images CT compatibles (32%), 6 avaient seulement des images CT compatibles (32%), 5 avaient une SPECT-CT considérée comme non spécifique et 2 personnes avaient uniquement des images SPECT compatibles (11%).

Parmi les 45 patients indemnes de spondyloarthrite, 33 avaient des images SPECT-CT considérées comme non spécifiques (73%), 5 personnes avaient soit des images SPECT, soit des images CT compatibles (11%), et 2 patients avaient des images SPECT et CT compatibles (4%).

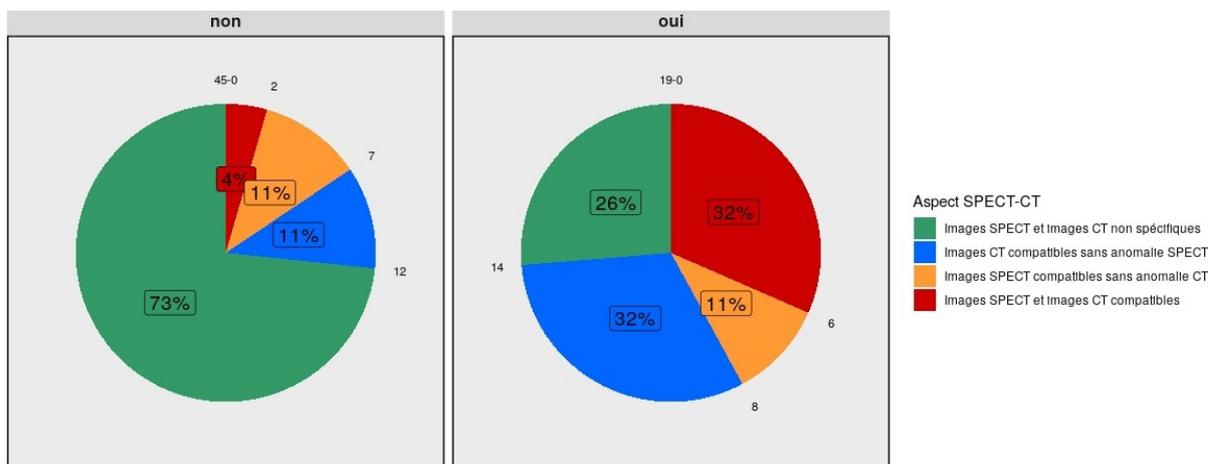


Illustration 22: Diagrammes circulaires montrant la fréquence des anomalies SPECT-CT des SI en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite ($p=0.001$)

Il a ensuite été recherché si, parmi les patients avec au moins une SPECT compatible, l'intensité de la fixation était associée à la présence d'une spondyloarthrite. Une tendance semble se dessiner mais ne franchit pas le seuil de significativité (illustration 23, $p=0.12$).

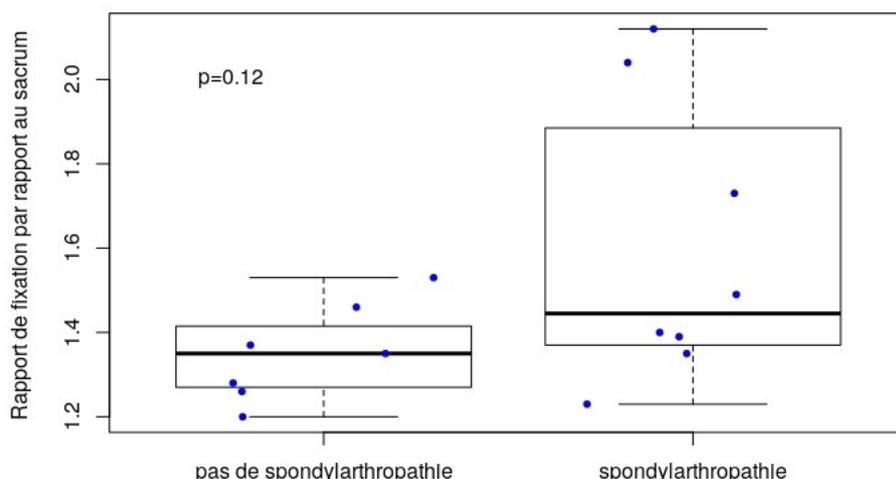


Illustration 23: Boxplots montrant, parmi les patients ayant une hyperfixation à la SPECT compatible avec une spondyloarthrite, l'intensité de fixation en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

Nous avons constaté au cours de notre recueil de données que parmi les patients venant en scintigraphie pour « évaluation de l'évolutivité de leur spondyloarthrite », peu étaient en fait considérées par les cliniciens comme potentiellement évolutives. Ceci explique que ces patients se soient révélés peu fixants, nous incitant à effectuer une

analyse uniquement chez les patients venant pour « bilan initial ». Dans ce cas, le seuil de significativité était franchi (illustration 24, $p=0.02$).

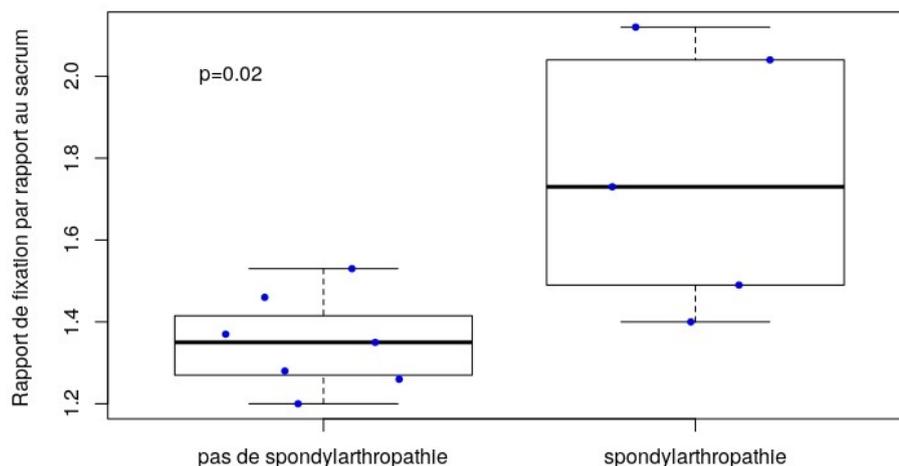


Illustration 24: Boxplots montrant l'intensité de fixation en fonction (au diagnostic initial) de la présence ou non d'une spondyloarthrite

D. Association entre fixation postérieure enthésitique et spondyloarthrite

Il n'y a pas d'association entre l'impression subjective d'hyperfixation de l'enthèse située à la partie postéro-interne du massif iliaque et la présence d'une spondyloarthrite (illustration 25, $p=1$).

Lien entre l'hyperfixation enthésitique et la présence ou non d'une spondylarthropathie (p=1)

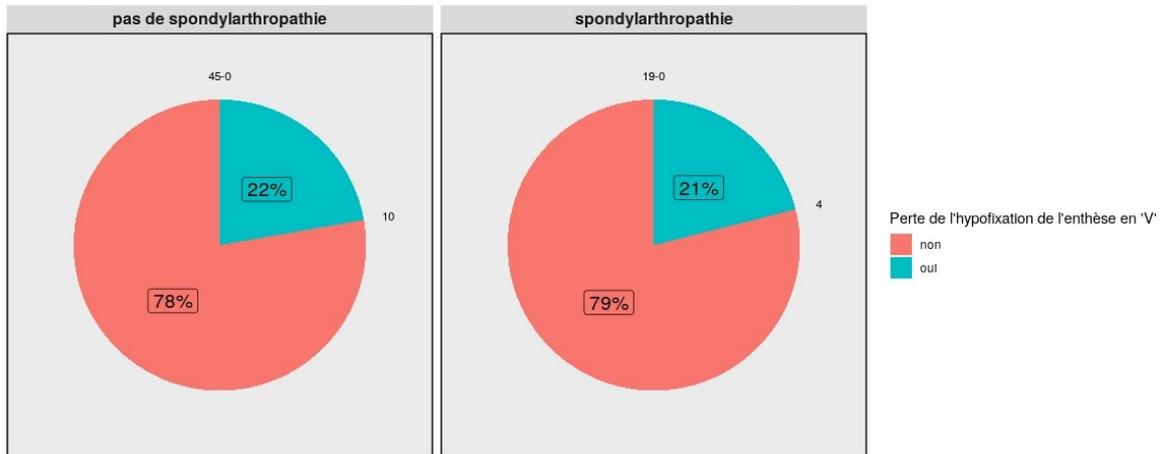


Illustration 25: Diagrammes circulaires montrant la fréquence des hyperfixations de la partie enthésitique des SI en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite (p=1)

La mesure semi-quantitative du ratio de fixation de cette région avec le sacrum n'était pas non plus différente entre les deux groupes (illustration 26, p=0.87).

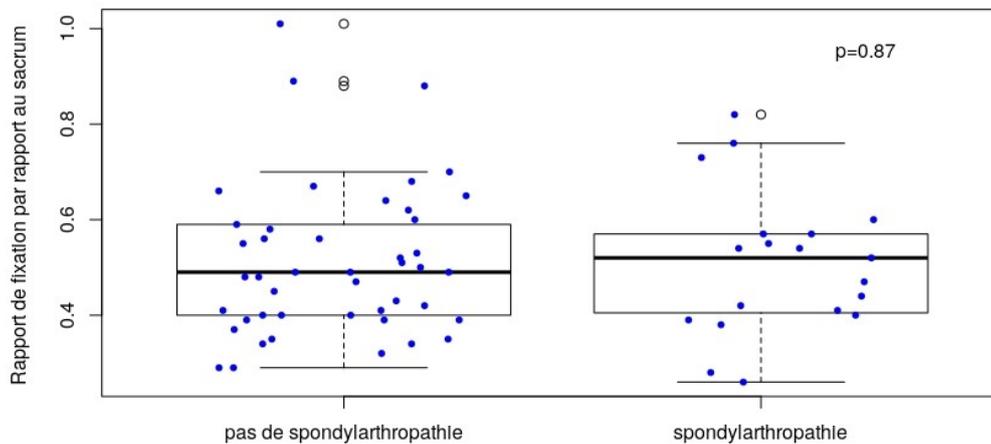


Illustration 26: Boxplots montrant la fixation enthésitique sacro-iliaque postérieure en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

E. Analyse des imageries planaires

La présence d'arthropathies compatibles (en dehors des mains), relevée à la scintigraphie, est significativement associée à la présence d'une spondyloarthrite (illustration 27 : 84 % versus 38 %, p<0.001).

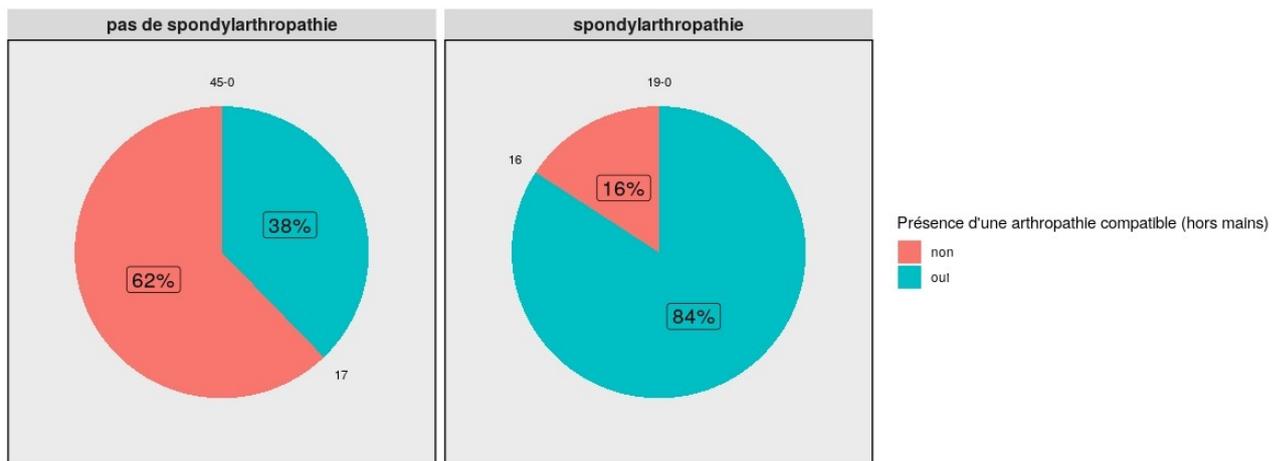


Illustration 27: Diagrammes circulaires montrant la fréquence des arthropathies compatibles (en dehors des mains) en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite ($p < 0.001$)

Il faut de plus souligner que, parmi les patients atteints de spondyloarthrite, la scintigraphie relève significativement plus d'arthropathies compatibles que chez les patients indemnes de spondyloarthrite (illustration 28 : médiane 1 [1 – 2] versus médiane 0 [0 – 1], $p < 0.001$).

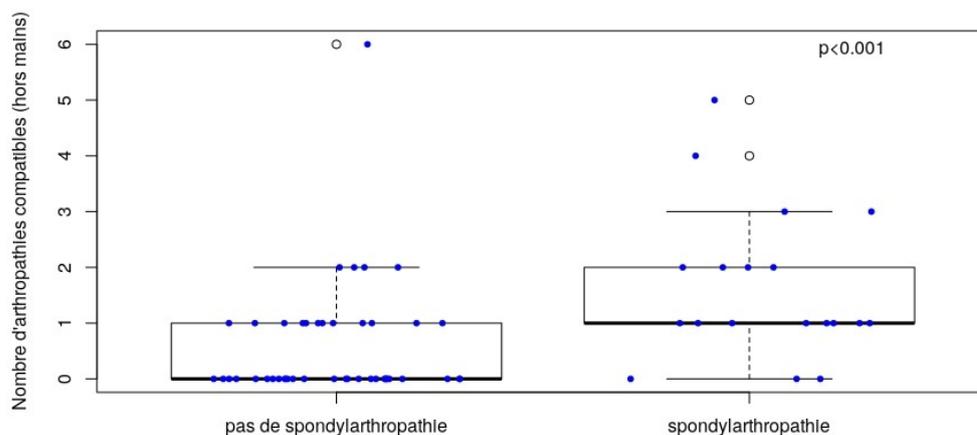


Illustration 28: Boxplots montrant le nombre d'arthropathies compatibles en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

Le fait de relever une enthésopathie sur la scintigraphie ne semble cependant pas associé à la présence d'une spondyloarthrite (illustration 29 : 32 % versus 22 %, $p = 0.53$).

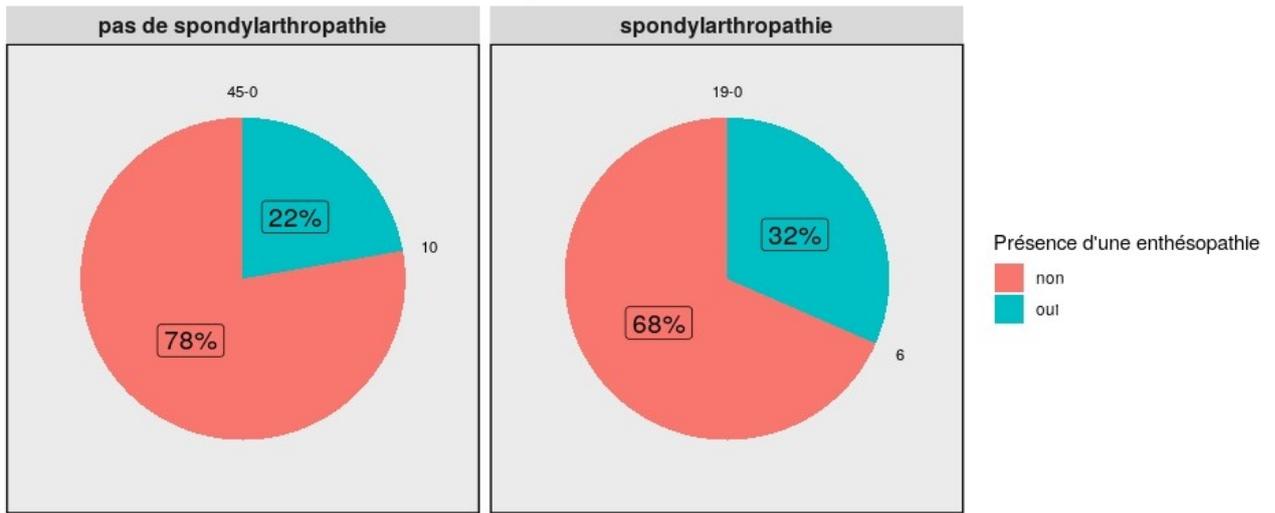


Illustration 29: Boxplots montrant la fréquence des enthésopathies en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite ($p=0.53$)

Le nombre d'enthésopathies relevé par la scintigraphie ne paraît pas plus important chez les patients porteurs d'une spondyloarthrite (illustration 30 : médiane 0 [0-1] versus médiane 0 [0-0], $p=0.46$).

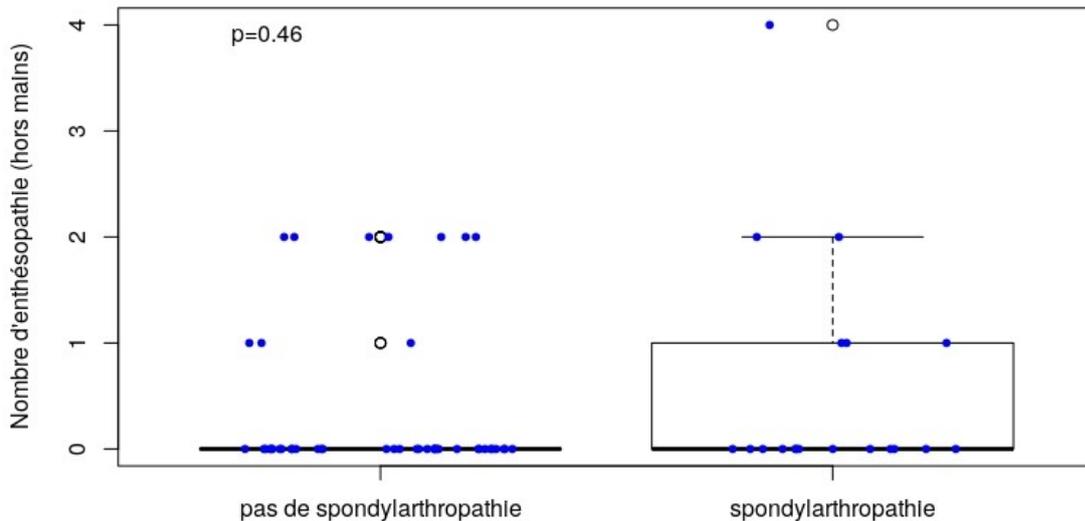


Illustration 30: Boxplots montrant le nombre d'enthésopathies en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

F. Capacité discriminante de la scintigraphie osseuse

Sur une scintigraphie, les éléments plaidant pour une spondyloarthrite sont :

- la présence d'anomalies SPECT et CT compatibles au niveau sacro-iliaque,
- l'existence aux mains d'arthropathies compatibles ou d'une hyperfixation diffuse des petites articulations
- sur les images du corps entier la présence d'arthropathies compatibles

Nous avons inclus ces variables dans une régression logistique afin d'obtenir les odds ratios multivariés représentés dans le tableau 7.

spondyloarthrite ?	non	oui	OR (univariable)	OR (multivariable)
Mains : Arthropathies ou hyperfixation diffuse ?			-	-
non	33 (73.3)	8 (42.1)	-	-
oui	12 (26.7)	11 (57.9)	3.78 (1.25-12.08, p=0.021)	3.20 (0.90-11.95, p=0.073)
Corps entier : nombre d'arthropathies ? (mean (SD))	0.6 (1.1)	1.6 (1.3)	2.13 (1.29-4.01, p=0.008)	1.84 (1.06-3.54, p=0.042)
Anomalies sacro-iliaques en SPECT et en CT ?			-	-
non	43 (95.6)	13 (68.4)	-	-
oui	2 (4.4)	6 (31.6)	9.92 (2.02-73.61, p=0.009)	6.79 (1.20-54.98, p=0.040)

Tableau 7 : résultats de la régression logistique avec comme variable à expliquer la présence d'une spondyloarthrite et comme variables explicatives la présence d'anomalies

compatibles aux mains, le nombre d'arthropathies (hors mains) et la présence à la SPECT CT des SI d'anomalies compatibles sur les 2 modalités

En nous basant sur ces odds ratios, nous avons constitué un score dont le résultat est la somme des paramètres suivants :

- 7 points si anomalie SPECT + CT sacro-iliaques
- + 2 points pour chaque arthropathie compatible décelée sur le corps entier
- + 3 points si les images centrées sur les mains sont compatibles

Ce score s'avère nettement supérieur chez les patients atteints de spondyloarthrite (illustration 31 : médiane 8 [3.5 – 10] versus 2 [0 – 3], $p < 0.0001$).

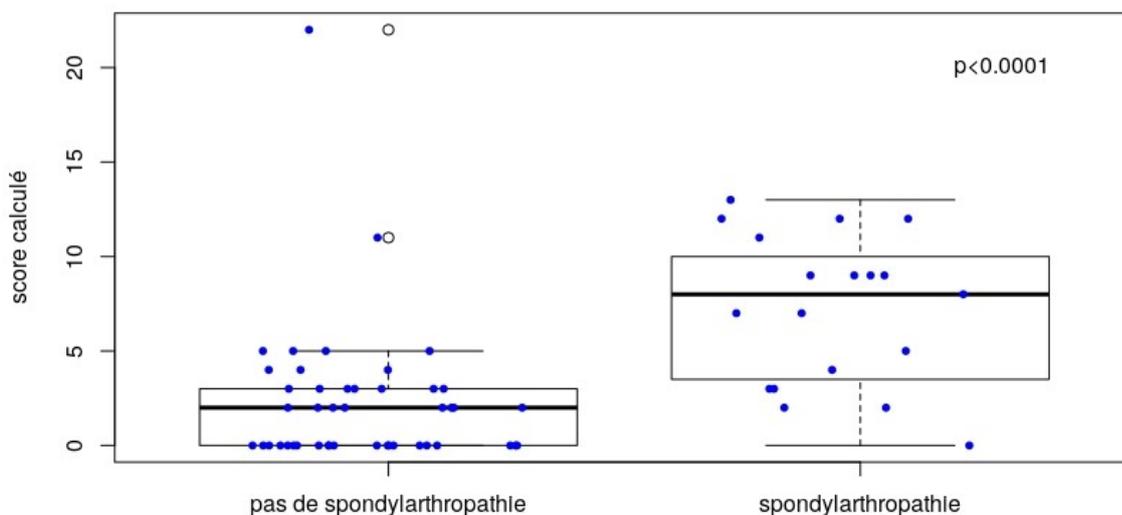


Illustration 31: Boxplots montrant le score simulé pour chaque patient en fonction de la présence ou non d'une spondyloarthrite

Lorsque l'on s'intéresse aux courbes ROC, on s'aperçoit que l'on peut distinguer trois groupes de patients :

- un groupe avec une très forte VPN : score \leq 3
- un groupe intermédiaire : entre 4 et 7
- un groupe à très forte VPP : score \geq 8

La scintigraphie semble performante pour discriminer au bilan initial les patients présentant une spondyloarthrite des patients indemnes de cette pathologie (illustration 32 : AUC = 0.93).

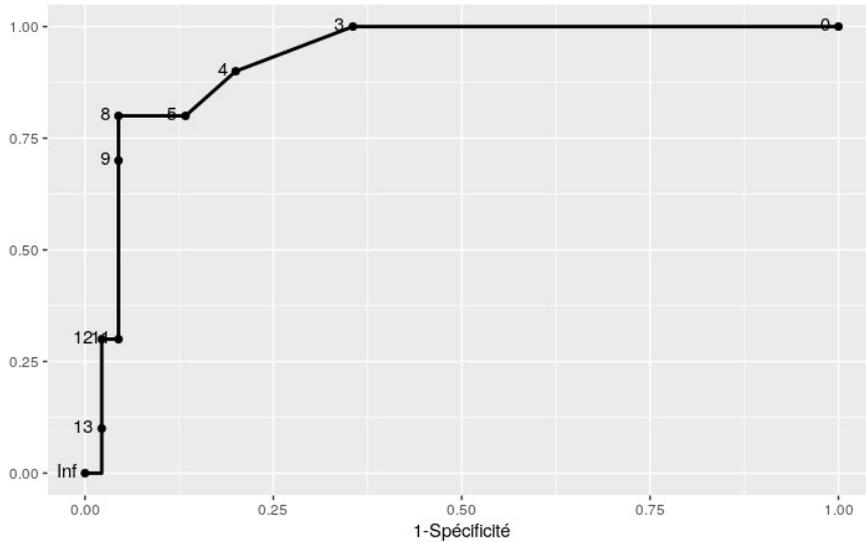


Illustration 32: Courbe ROC du score pour le diagnostic de spondyloarthropathie au diagnostic initial

G. Exemple de Vrai Positif

Monsieur A, 35 ans, est adressé pour suspicion de rhumatisme inflammatoire, devant un tableau clinique associant des lombalgies et une pygalgie d'horaire inflammatoire. Pas d'antécédents.

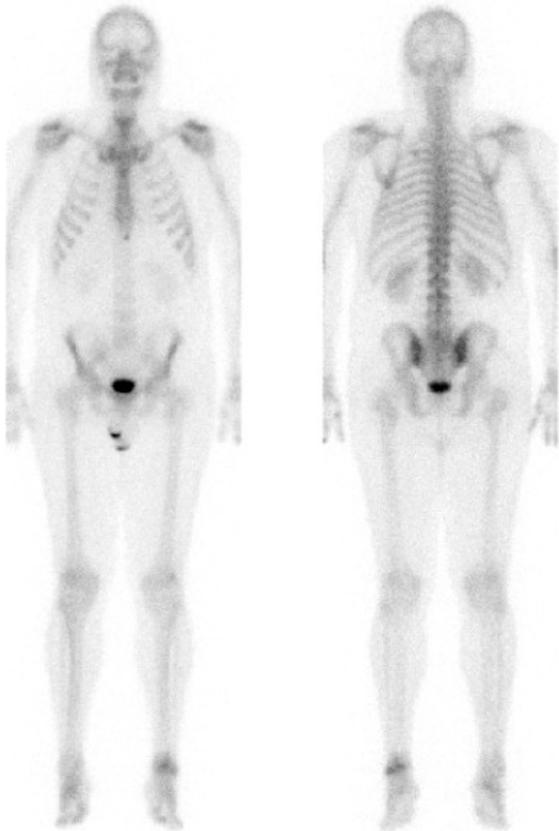


Illustration 33: Images planaires corps-entier

D



Illustration 34: Images centrées sur les mains en face palmaire

Sur les images planaires (illustrations 32 et 33), les arguments pour un rhumatisme inflammatoire sont :

- arthropathie de cheville gauche
- arthropathie plus modérée du genou droit
- renforcement diffus modéré des petites articulations des mains

La SPECT-CT centrée sur le bassin dévoile les images suivantes :

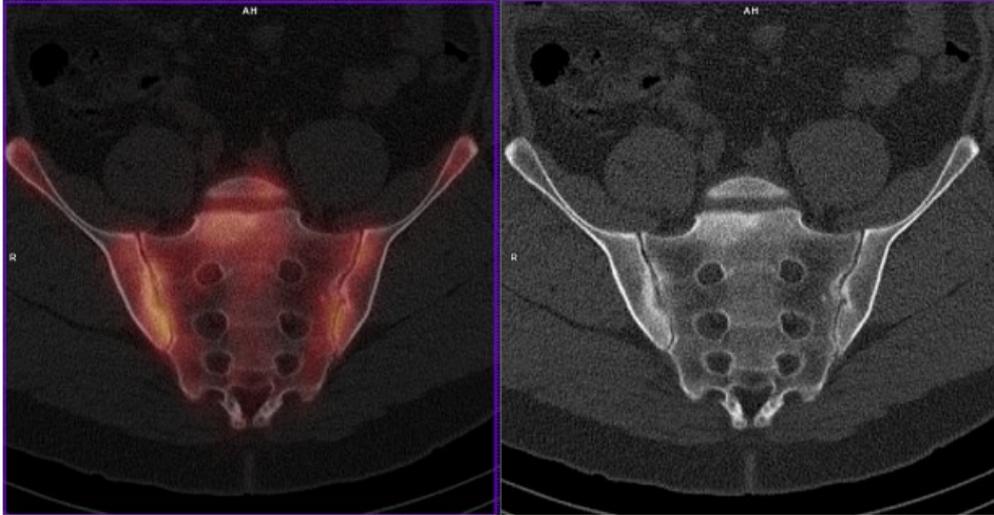


Illustration 35: SPECT-CT sacro-iliaque : images CT et SPECT couplées (à gauche) et images CT seules (à droite) ; coupes centrées sur la partie cartilagineuse postérieure après réorientation dans le plan du sacrum

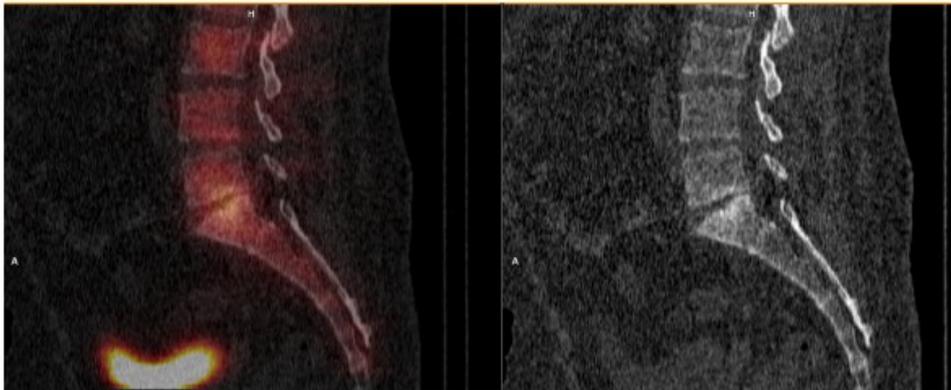


Illustration 36: SPECT-CT centré sur le rachis lombaire et le bassin : images CT et SPECT couplées (à gauche) et images CT seules (à droite) ; coupes sagittales médianes

La SPECT-CT sacro-iliaque (illustrations 35 et 36) apporte les arguments suivants :

- hyperfixation des régions cartilagineuses postérieures des articulations sacro-iliaques
- flou de l'interligne avec condensation peu dense et mal limitée

Les images sagittales centrées sur le rachis lombaires objectivent une hyperfixation discale L5-S1 avec irrégularité des plateaux et condensation mal limitée peu dense.

La SPECT-CT est donc ici en faveur d'une sacro-iliite inflammatoire ainsi que d'une discite.

L'IRM sacro-iliaque confirmera la sacro-iliite et la discite. Un diagnostic de spondyloarthrite axiale et périphérique sera posé au terme de l'Hôpital de Jour de Rhumatologie.

H. Exemple de Faux Positif

Madame B, 60 ans, présente depuis quelques années des arthralgies inflammatoires migratrices avec syndrome inflammatoire biologique.

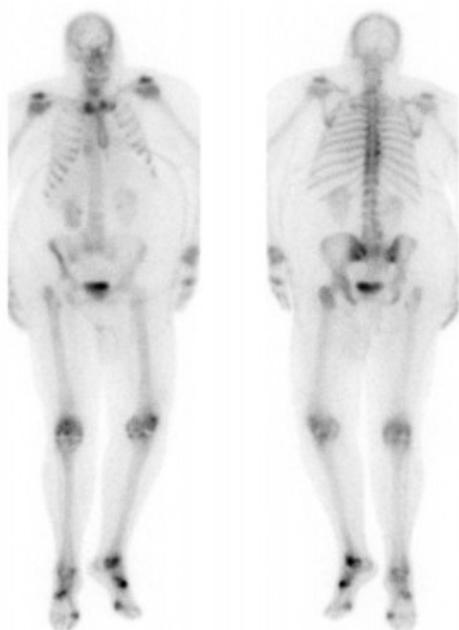


Illustration 37: Images planaires corps-entier



Illustration 38: Images centrées sur les mains en face palmaire

Sur les images planaires (illustrations 37 et 38), on retrouve de nombreuses arthropathies compatibles avec un rhumatisme évolutif notamment :

- des genoux
- de la cheville gauche
- des tarses antérieurs
- des épaules
- des sterno-claviculaires
- des carpes
- de certaines petites articulations des mains (très évolutif à la 3ème MCP gauche)

La SPECT-CT sacro-iliaque est représentée en en illustration 39.

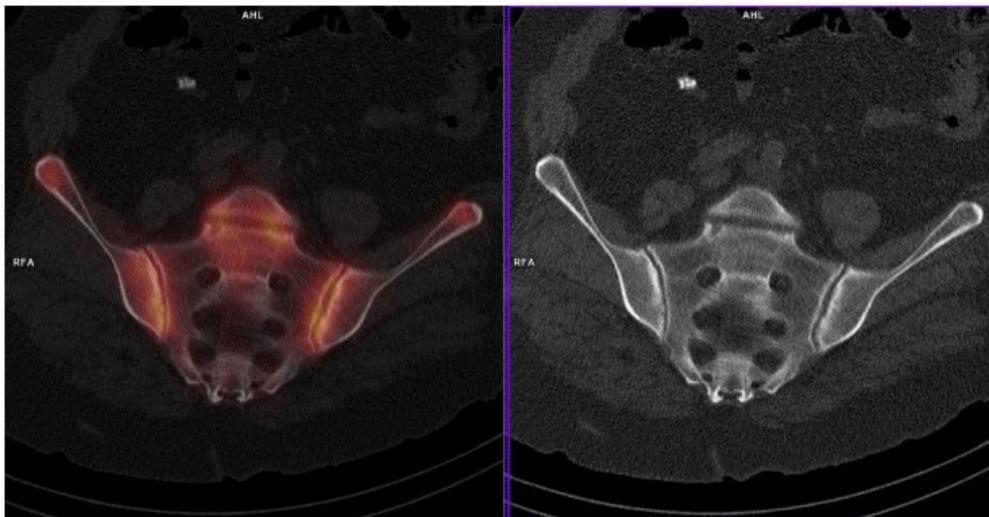


Illustration 39: SPECT-CT sacro-iliaque de Madame B. : images CT et SPECT couplées (à gauche) et images CT seules (à droite) ; coupes centrées sur la partie cartilagineuse postérieure après réorientation dans le plan du sacrum

On y voit une hyperfixation modérée des régions cartilagineuses postérieures des articulations sacro-iliaques avec impression de flou de l'interligne (surtout à gauche). On visualise également sur la SPECT-CT une atteinte de la symphyse pubienne.

La scintigraphie osseuse était donc en faveur d'un rhumatisme inflammatoire.

Finalement, le diagnostic de chondrocalcinose articulaire sera posé puis conforté par l'évolution favorable sous Colchicine.

V. Discussion

A. Principaux résultats

La SPECT-CT des articulations sacro-iliaques semble apporter des éléments intéressants pour aider au diagnostic de spondyloarthrite, sous réserve que l'on combine les informations des deux modalités. En effet, proposer le diagnostic de spondyloarthrite sur la simple présence d'une hyperfixation sacro-iliaque ne semble pas adapté à notre recrutement. L'argument le plus discriminant est ici composite : la présence d'une hyperfixation (ratio>1.2) des régions cartilagineuses postérieures associée à des anomalies scanographiques évocatrices de spondyloarthrite. Lorsque la fixation répond à ces caractéristiques, il semble que l'intensité de la fixation soit en faveur de la présence d'une spondyloarthrite (sous réserve que le patient ne soit pas déjà traité). L'analyse de la partie enthésitique de l'articulation ne semble pas aider au diagnostic.

C'est lorsque l'on intègre la SPECT-CT sacro-iliaque à l'analyse de la scintigraphie dans son ensemble que les performances de l'examen sont les meilleures.

B. Comparaison de nos résultats aux données de la littérature

Dès 1993, Hanly et al. ont montré que la SPECT-CT pouvait se révéler performante pour le diagnostic de sacro-iliite. Sur une petite population de patients présentant une sacro-iliite radiographique (critères de New York > 1), il avait été trouvé une sensibilité de 85 % et une spécificité de 90 %. La scintigraphie planaire avait également permis de diagnostiquer des anomalies de fixation lombaire et des articulations costo-vertébrales chez trois patients.

En 2000, Cevik et al.(43) ont fait réaliser une IRM et une SPECT-CT chez 48 patients qui présentaient une sacro-iliite inflammatoire identifiée à l'examen clinique. Une hyperfixation à la SPECT-CT était décelée dans 75 % des cas. Dans cette étude la

sensibilité de l'IRM atteignait 92 % mais les critères de positivité étaient très discutables, une simple hétérogénéité de signal du cartilage étant considérée comme pathologique.

En 2015, dans la cohorte de Pinar Koç et al.(44) composée de 45 patients lombalgiques appariés avec autant de patients contrôles sains, la SPECT-CT s'est révélée capable de diagnostiquer l'intégralité des 15 sacro-iliites inflammatoires (sensibilité de 100%) avec comme Gold Standard l'analyse du clinicien basée sur les éléments cliniques, biologiques et morphologiques.

La même année, Kim et al.(45) ont tenté de déterminer un cut-off semi-quantitatif qui permettrait de poser le diagnostic de sacro-iliite. Avec un cut-off sacro-iliaque / sacrum à 1.5, la sensibilité et la spécificité étaient respectivement de 80 % et 85 %.

En 2017, Parghane et al.(46) ont inclus en prospectif 155 patients répondant aux critères européens de spondyloarthrite axiale (critères ESSG) et ont étudié la SPECT-CT en prenant comme référence l'IRM. Une hyperfixation sacro-iliaque était observée dans 90 % des IRM pathologiques. Prendre comme référence l'IRM était discutable car on sait que ses valeurs diagnostiques sont imparfaites. De plus, tout comme dans l'étude de Cevik, une simple hétérogénéité de signal du cartilage était considérée comme pathologique, cette anomalie n'étant absolument pas spécifique d'une atteinte inflammatoire et grossissant artificiellement la sensibilité de l'IRM.

Récemment, Pipikos et al.(47) ont essayé de distinguer les hyperfixations focales des hyperfixations diffuses, en postulant que les premières étaient liées à des lésions actives alors que les secondes traduisaient des sacro-iliites chroniques. 43 patients souffrant de lombalgies de rythme inflammatoire depuis plus de 6 mois ont passé une IRM et une SPECT-CT des articulations sacro-iliaques. Les auteurs ont comparé dans cette population les lésions d'inflammation active à l'IRM selon les critères ASAS (œdème/ostéite) avec les lésions d'inflammation supposée active à la SPECT-CT (hyperfixation focale). De même les lésions structurales à l'IRM, signe de chronicité, ont été comparées à la présence ou non d'une hyperfixation diffuse à la SPECT-CT. Il ressort de cette étude une correspondance presque parfaite pour le diagnostic de sacro-iliite aiguë entre les anomalies IRM et les anomalies SPECT-CT : 33 patients présentaient une sacro-iliite active à la fois à l'IRM et à la SPECT-CT ; et 11 patients étaient négatifs dans les deux modalités. Seul un patient était discordant, positif en SPECT-CT mais négatif en IRM. Le diagnostic de sacro-iliite sera finalement posé chez ce patient, un an plus tard, au

terme d'un suivi et d'une IRM de contrôle qui se sera positivée. Concernant les lésions chroniques, 11 des 14 patients qui présentent des anomalies structurales à l'IRM présentent une hyperfixation diffuse des articulations sacro-iliaques. À noter également que la scintigraphie planaire a permis de déceler 15 arthropathies et 20 enthésopathies, pouvant également apporter un argument en faveur de la spondyloarthrite.

C. Force de notre travail

1. Une étude en conditions réelles

A notre connaissance, ce travail est le premier qui évalue la SPECT-CT des articulations sacro-iliaques dans une population rhumatologique non sélectionnée, c'est à dire une population à faible risque de rhumatisme inflammatoire. En effet, à la différence des articles que nous venons de présenter, l'écrasante majorité des patients inclus dans notre étude n'a pas encore de diagnostic posé au moment de la scintigraphie et ne réunira jamais les critères de spondyloarthrite. Compte tenu du fait que ce travail est une cohorte rétrospective, ceci permet donc de se faire une idée des valeurs diagnostiques de l'examen en conditions réelles.

2. Un critère de jugement optimisé

Ce travail présente l'originalité d'évaluer un critère intégrant tous les éléments disponibles sur la SPECT-CT. En effet, dans la population d'âge mûr et à faible probabilité de rhumatisme inflammatoire qui est celle de notre étude, le risque principal est le surdiagnostic. Étant donné la faible spécificité des anomalies que l'on peut observer en scintigraphie et la forte prévalence des hyperfixations non spécifiques (44 % des patients ici), il nous a semblé judicieux de construire un critère basé sur la physiopathologie et les données de la littérature radiologique. D'abord, le tiers moyen de la partie cartilagineuse de l'articulation apparaît comme une zone non spécifique : c'est la zone où les contraintes sont maximales et les radiologues y observent des anomalies dégénératives de façon

quasi-constante à partir de la 3ème décennie (et même parfois des anomalies inflammatoires). Il nous a donc semblé logique de considérer cette zone comme non spécifique en SPECT. Ensuite, concernant les autres parties de l'articulation, il nous paraissait évident que la meilleure façon de corriger le relatif manque de spécificité d'une hyperfixation était de la confronter à l'aspect scanographie sous-jacent. Le critère composite qui a été évalué, s'il paraît compliqué au premier abord, se rapproche en réalité de la réflexion menée par les médecins nucléaires au quotidien. Cette démarche n'a, à notre connaissance, jamais été évaluée dans la littérature.

3. Le meilleur Gold Standard qui soit

Un des intérêts de ce travail est son Gold Standard, en l'occurrence le diagnostic posé par un clinicien spécialisé. Dans la plupart des études évaluant la SPECT des articulations sacro-iliaques, celui-ci repose presque exclusivement sur les données de l'IRM. Or cet examen peut être pris en défaut : certains patients remplissant les critères ASAS 2009 ne présentent pas d'inflammation à l'IRM sacro-iliaque. Les spondyloarthrites étant composées de maladies très différentes, pouvant elles-mêmes se présenter sous des formes variées, il est communément admis que c'est l'avis d'expert qui est le plus performant. Celui-ci intègre systématiquement les éléments cliniques, biologiques, les résultats des imageries, et éventuellement une période de surveillance. La notion de recul est importante puisque certains patients de ce travail n'ont vu le diagnostic posé que plusieurs années après la première consultation. Ces conditions optimales sont parfaitement réunies au CHRU de Lille et c'est sur la base du dernier courrier rhumatologique disponible dans Sillage que nous avons considéré ou non un patient comme atteint de spondyloarthrite.

D. Faiblesses

1. Une hétérogénéité des maladies

Notre population s'avère malheureusement très hétérogène. Compte tenu du faible nombre de patients atteints de spondyloarthrite (19 sur 64), nous avons été contraints de ne considérer ce groupe de maladies que comme une seule entité, sans chercher à en distinguer les différentes formes. Nos patients ont ainsi des atteintes très variées : oligoarthrite des membres inférieurs, sacro-iliite, polyarthrite des mains... Cette hétérogénéité populationnelle n'est pas idéale pour évaluer un examen diagnostique car elle risque de masquer les spécificités propres aux sous-types de maladie. En fonction des maladies présentes et de leur fréquence, certains signes peuvent ne plus être observés : par exemple une population composée principalement de patients atteints de rhumatisme psoriasique, sans atteinte axiale, rend très difficile l'étude des articulations sacro-iliaques. Néanmoins, dans notre population cet écueil est relativement maîtrisé car il y a un équilibre entre les formes axiales (63%) et formes périphériques (58%) de spondyloarthrite.

L'évolutivité des pathologies rencontrées est également très variable. Chez les patients adressés pour bilan initial, certains souffraient de symptômes bruyants, amenant à un diagnostic rapide, tandis que d'autres présentaient un tableau plus larvé ayant nécessité jusqu'à un an de recul pour poser le diagnostic. Afin d'augmenter le nombre d'évènements, nous avons également inclus les patients adressés pour évaluation de l'activité d'une spondyloarthrite sous traitement. Ceci a desservi l'évaluation de notre examen puisque la plupart étaient peu évolutifs : la majorité de ceux-ci avaient une scintigraphie osseuse (incluant la SPECT-CT sacro-iliaque) sub-normale, constituant ainsi une partie des patients faux-négatifs de ce travail.

2. Une hétérogénéité des patients témoins

Parmi les patients témoins, se cache également une grande diversité des profils. Certains patients sont jeunes et sportifs ; d'autres d'âge mûr, en surpoids et poly-

pathologiques. La spécificité d'un examen dépendant des diagnostics différentiels à envisager et donc des caractéristiques des patients considérés comme sains, il est impossible de définir des critères d'interprétation qui soient aussi performants dans ces deux populations extrêmes. Chez les personnes âgées, les arthropathies dégénératives sont banales et de nombreux diagnostics différentiels rhumatologiques doivent être étudiés (rhumatismes micro-cristallins entre-autres), ce qui doit inciter à la prudence lors de l'interprétation de la scintigraphie osseuse. A l'inverse, chez une personne jeune, non concernée par les pathologies dégénératives et sans antécédent, une hyperfixation articulaire sera forcément plus susceptible de traduire un processus inflammatoire. Cette difficulté incite quotidiennement le médecin nucléaire à personnaliser ses critères d'interprétation.

Dans le cadre de ce travail, l'examen était interprété à l'aveugle, sans connaissance des données cliniques et radiographies. Une démarche relativement stéréotypée, censée éviter les pièges les plus fréquents, a ainsi été employée. Celle-ci reste cependant imparfaite. Prenons l'exemple d'une arthropathie du 2ème IPD visualisée à la scintigraphie. Sur la base des topographies préférentielles de l'atteinte arthrosique, nous avons considéré qu'elle était d'origine dégénérative ce qui est vrai à l'échelle populationnelle. Mais dans le cas de notre patient, nous sommes peut-être en présence d'une authentique arthrite inflammatoire. En pratique quotidienne, il n'est pas possible d'accepter de tels postulats, toute anomalie scintigraphique devant être confrontée aux données cliniques et radiographiques.

Ceci est encore plus vrai pour les enthésopathies que nous n'avons fait que dénombrer. Les quelques enthésopathies inflammatoires diagnostiquées par la scintigraphie se sont retrouvées noyées parmi les très fréquentes enthésopathies mécaniques, si bien que cette variable ne ressort pas comme significative. Il eût été intéressant d'essayer d'affiner le diagnostic d'enthésopathie avec les autres éléments dont nous disposons (topographie, intensité, symétrie, aspect SPECT-CT). Peut-être ces derniers auraient-ils permis de banaliser un certain nombre d'anomalies mécaniques.

L'analyse des images planaires réalisée au cours de ce travail sous-estime donc probablement l'apport potentiel de la scintigraphie.

3. Des critères subjectifs

Pour l'étude des articulations sacro-iliaques, l'analyse du scanner était rendue compliquée par l'épaisseur des coupes (2 mm). En cas de changement brutal dans l'angulation des surfaces articulaires, une impression de flou liée à l'effet volume-partiel était observée. La présence d'une condensation classée comme « floue » peut en effet être liée simplement à un effet volume-partiel survenant sur une condensation arthrosique. Ces phénomènes expliquent au moins en partie les faux-négatifs du scanner (que *a posteriori* nous avons reVISIONNÉ et trouvions moins suspects).

La délimitation exacte des régions de l'articulation sacro-iliaque est également discutable, et une hyperfixation à la frontière de deux zones sera probablement considérée différemment selon les praticiens. Il faut par ailleurs être conscient que la statique du bassin et l'angulation du sacrum modifient la distribution des forces qui peuvent se répartir sur les parties les plus antérieures de la région cartilagineuse postérieure, ce qui explique également probablement certains faux-positifs en SPECT.

Il n'est donc pas étonnant que le critère le plus performant soit celui associant information anatomique et information fonctionnelle. En effet, en cas d'anomalie scanographique sans anomalie SPECT, le flou ou la condensation observées sont très fréquemment liés à un effet volume-partiel. A l'inverse en cas d'hyperfixation SPECT avec un scanner strictement normal, le plus probable est que cette anomalie soit une fixation non spécifique. Il est nettement moins vraisemblable d'avoir un artefact compatible avec une sacro-iliite sur les 2 modalités.

L'analyse du corps entier n'échappe pas, par ailleurs, à une certaine variabilité inter-observateur notamment pour le diagnostic d'arthropathies très modérées.

4. Une pertinence clinique non évaluée

Le surplus d'information apporté par la scintigraphie osseuse, lorsqu'il est demandé après un examen clinique spécialisé et d'autres explorations, mériterait d'être évalué. En effet, certaines informations sont redondantes entre les modalités et il est légitime de se demander si réaliser une scintigraphie osseuse après une IRM sacro-iliaque et des échographies articulaires n'est pas superflu. Il est difficile pour un imageur de se rendre compte de ce qu'apporte son examen au clinicien pour l'établissement de son diagnostic. L'idéal serait de se replonger dans chaque dossier avec un clinicien pour que celui-ci évalue l'apport de la scintigraphie, ce qui permettrait peut-être d'identifier des groupes de patients pour lesquels cet examen est utile à la démarche diagnostique.

E. Perspectives

Ce travail comportant un nombre réduit de patients, ces données méritent d'être confirmées. Une étude sur une période plus longue, permettant un recrutement plus conséquent, permettrait par exemple de constituer des sous-groupes plus homogènes.

Une interrogation demeure concernant les enthésopathies, non significativement associées avec la présence d'une spondyloarthrite ici. Il serait intéressant en cas de fixation enthésitique d'étudier avec précision l'aspect de la fixation sur les images planaires (topographie, symétrie, intensité) et de réaliser une SPECT-CT complémentaire sur la zone concernée (avec des coupes scanographiques plus fines) afin de rechercher des éléments discriminants de sémiologie radiologique.

Les traceurs du métabolisme ostéoblastique, s'ils sont peu utilisés en pratique dans la prise en charge des spondyloarthrites, semblent néanmoins apporter des informations complémentaires à l'IRM. Il existe un traceur TEP (Tomographie par Émission de Positron) qui, comme en scintigraphie osseuse, permet d'imager le métabolisme ostéoblastique : le Fluorure de Sodium (FNa). La TEP présente de nombreux avantages sur la scintigraphie, notamment une meilleure résolution spatiale et une meilleure sensibilité de détection. Parmi les patients atteints de spondyloarthrite, la TEP au FNa détecteraient plus de

lésions en nombre absolu par rapport à l'IRM corps-entier. Les lésions diagnostiquées à la TEP FNa seraient également différentes de celles décelées à l'IRM. Il est connu que certaines ossifications surviennent sans zone préalable d'inflammation à l'IRM et que certains patients sont cliniquement très symptomatiques (BASDAI élevé) mais sans inflammation IRM. La TEP FNa est susceptible de détecter ces foyers purement ossifiants (49,50). Cet examen ne serait positif qu'en cas de lésion ossifiante, indépendamment de l'inflammation sous-jacente. Ainsi, chez les patients atteints de spondyloarthrite axiale non radiographique, cet examen pourrait prédire les patients qui vont évoluer vers une forme radiographique (aucune fixation n'est mise en évidence en cas de spondyloarthrite axiale non radiographique non ossifiante) (50). De même, certains patients continuent à évoluer sur le plan de l'ankylose malgré une biothérapie. La diminution de l'inflammation à l'IRM semble être corrélée à l'amélioration symptômes inflammatoires et à la diminution de la CRP. La TEP FNa est quant-à elle corrélée au versant ankylosant de la maladie (52). L'évaluation combinée par IRM et imagerie métabolique osseuse (qu'elle se fasse en scintigraphie ou TEP) pourrait à l'avenir trouver une place en complément à l'IRM dans l'optique d'une personnalisation des prises en charge.

VI. Conclusion

Comme attendu, il n'existe pas de signe sémiologique qui permette à lui seul de poser le diagnostic de spondyloarthrite. Seul un faisceau d'arguments doit faire évoquer ce diagnostic et la scintigraphie osseuse gagne à intégrer les éléments apportés par la SPECT-CT SI. L'interprétation de cette nouvelle modalité doit se faire de manière prudente et combiner à la fois les informations scintigraphiques et morphologiques pour ne pas risquer d'engendrer de surdiagnostic, surtout dans une population à faible prévalence de rhumatisme inflammatoire. De manière générale, les anomalies scintigraphiques (planaires ou SPECT) sont toujours à replacer dans le contexte clinique et à confronter aux données morphologiques afin de ne pas méconnaître un diagnostic différentiel fréquent, notamment dégénératif.

VII. Bibliographie

1. Marchesoni A, De Marco G, Merashli M, McKenna F, Tinazzi I, Marzo-Ortega H, et al. The problem in differentiation between psoriatic-related polyenthesitis and fibromyalgia. *Rheumatology*. 1 janv 2018;57(1):32-40.
2. Collège français des enseignants en rhumatologie. *Rhumatologie: Réussir les Epreuves Classantes Nationales*. 4ème édition. Elsevier Masson; 2011.
3. Armaka M, Apostolaki M, Jacques P, Kontoyiannis DL, Elewaut D, Kollias G. Mesenchymal cell targeting by TNF as a common pathogenic principle in chronic inflammatory joint and intestinal diseases. *The Journal of Experimental Medicine*. 18 févr 2008;205(2):331-7.
4. Ruutu M, Thomas G, Steck R, Degli-Esposti MA, Zinkernagel MS, Alexander K, et al. β -glucan triggers spondylarthritis and Crohn's disease-like ileitis in SKG mice. *Arthritis & Rheumatism*. juill 2012;64(7):2211-22.
5. Sherlock JP, Joyce-Shaikh B, Turner SP, Chao C-C, Sathe M, Grein J, et al. IL-23 induces spondyloarthropathy by acting on ROR- γ ⁺ CD3⁺CD4⁻CD8⁻ enthesal resident T cells. *Nature Medicine*. juill 2012;18(7):1069-76.
6. McGonagle D, Gibbon W, Emery P. Classification of inflammatory arthritis by enthesitis. *The Lancet*. oct 1998;352(9134):1137-40.
7. Ball J. Enthesopathy of rheumatoid and ankylosing spondylitis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 mai 1971;30(3):213-23.
8. Laloux L. Immunohistological study of entheses in spondyloarthropathies: comparison in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 avr 2001;60(4):316-21.
9. François RJ, Gardner DL, Degrave EJ, Bywaters EGL. Histopathologic evidence that sacroiliitis in ankylosing spondylitis is not merely enthesitis: Systematic study of specimens from patients and control subjects. *Arthritis & Rheumatism*. sept 2000;43(9):2011-24.
10. François RJ, Braun J, Khan MA. Entheses and enthesitis: a histopathologic review and relevance to spondyloarthritides: *Current Opinion in Rheumatology*. juill 2001;13(4):255-64.
11. Baraliakos X, Listing J, Brandt J, Haibel H, Rudwaleit M, Sieper J, et al. Radiographic progression in patients with ankylosing spondylitis after 4 yrs of treatment with the anti-TNF-antibody infliximab. *Rheumatology*. 27 juin 2007;46(9):1450-3.
12. van der Heijde D, Landewé R, Einstein S, Ory P, Vosse D, Ni L, et al. Radiographic progression of ankylosing spondylitis after up to two years of treatment with etanercept. *Arthritis & Rheumatism*. mai 2008;58(5):1324-31.
13. Maksymowych WP. Disease modification in ankylosing spondylitis. *Nature Reviews Rheumatology*. févr 2010;6(2):75-81.

14. Raychaudhuri SP, Deodhar A. The classification and diagnostic criteria of ankylosing spondylitis. *Journal of Autoimmunity*. févr 2014;48-49:128-33.
15. Cotten A. *Imagerie musculosquelettique - Pathologies générales*. 2ème édition. Elsevier Masson;
16. Linden SVD, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of Diagnostic Criteria for Ankylosing Spondylitis. *Arthritis & Rheumatism*. avr 1984;27(4):361-8.
17. Khan MA. Thoughts concerning the early diagnosis of ankylosing spondylitis and related diseases. *Clinical and Experimental Rheumatology*. 2002;20(28):5.
18. Rudwaleit M, Khan MA, Sieper J. The challenge of diagnosis and classification in early ankylosing spondylitis: Do we need new criteria? *Arthritis & Rheumatism*. avr 2005;52(4):1000-8.
19. Rudwaleit M, Landewe R, van der Heijde D, Listing J, Brandt J, Braun J, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part I): classification of paper patients by expert opinion including uncertainty appraisal. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 juin 2009;68(6):770-6.
20. Taylor W, Gladman D, Helliwell P, Marchesoni A, Mease P, Mielants H, et al. Classification criteria for psoriatic arthritis: development of new criteria from a large international study. *Arthritis Rheum*. août 2006;54(8):2665-73.
21. Calvillo O, Skaribas I, Turnipseed J. Anatomy and pathophysiology of the sacroiliac joint. *Current Review of Pain*. 1 sept 2000;4(5):356-61.
22. Ehara S, el-Khoury G, Bergman R. The accessory sacroiliac joint: a common anatomic variant. *American Journal of Roentgenology*. avr 1988;150(4):857-9.
23. Gladman DD. Clinical Aspects of the Spondyloarthropathies. *The American Journal of the Medical Sciences*. oct 1998;316(4):234-8.
24. Gladman DD. Psoriatic arthritis: epidemiology, clinical features, course, and outcome. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 mars 2005;64(suppl_2):ii14-7.
25. Kanyik J-PM, Coi A, Kalla AA. The spectrum of psoriatic arthritis in a South African cohort. *Clinical Rheumatology*. nov 2017;36(11):2501-7.
26. Williamson L. Clinical assessment of sacroiliitis and HLA-B27 are poor predictors of sacroiliitis diagnosed by magnetic resonance imaging in psoriatic arthritis. *Rheumatology*. 1 janv 2004;43(1):85-8.
27. Hamdy M, Omar G, Elshereef RR, Ellaban AS, Amin M. Early detection of spondyloarthropathy in patients with psoriasis by using the ultrasonography and magnetic resonance image. *European Journal of Rheumatology*. 9 mars 2015;2(1):10-5.
28. Karreman MC, Luime JJ, Hazes JMW, Weel AEAM. The Prevalence and Incidence of Axial and Peripheral Spondyloarthritis in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Crohn's and Colitis*. 4 nov 2016;11(5):631-42.

29. Pertuiset É. Les autres causes de sacro-iliites que les spondyloarthrites. *Revue du Rhumatisme*. sept 2009;76(8):761-6.
30. Poley RE, Borchers JR. Sacroiliac Joint Dysfunction: Evaluation and Treatment. *The Physician and Sportsmedicine*. janv 2008;36(1):42-9.
31. Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewe R, Listing J, Akkoc N, Brandt J, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 juin 2009;68(6):777-83.
32. Jans L, Coeman L, Praet LV, Carron P, Elewaut D. How sensitive and specific are MRI features of sacroiliitis for diagnosis of spondyloarthritis in patients with inflammatory back pain? *JBR-BTR*. 2014;97(4):202-5.
33. Braun J, van der Heijde D. Imaging and scoring in ankylosing spondylitis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. sept 2002;16(4):573-604.
34. Song IH, Carrasco-Fernandez J, Rudwaleit M, Sieper J. The diagnostic value of scintigraphy in assessing sacroiliitis in ankylosing spondylitis: a systematic literature research. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1 nov 2008;67(11):1535-40.
35. Paycha F, Ramadan A, Rezgui M, Pouchot J, Levesque M. GETROA - Place actuelle de la scintigraphie osseuse dans les spondyloarthrites. 2003.
36. Paycha F, Richard B. Exploration scintigraphique du squelette. *EMC - Radiologie et imagerie médicale - Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale*. janv 2006;1(1):1-37.
37. McCrae F, Shouls J, Dieppe P, Watt I. Scintigraphic assessment of osteoarthritis of the knee joint. *Ann Rheum Dis*. août 1992;51(8):938-42.
38. Fogelman I, Gnanasegaran G, Van der Wall H, éditeurs. *Radionuclide and hybrid bone imaging*. Heidelberg: Springer; 2012. 1046 p.
39. Macfarlane DG, Buckland-Wright JC, Emery P, Fogelman I, Clark B, Lynch J. Comparison of clinical, radionuclide, and radiographic features of osteoarthritis of the hands. *Ann Rheum Dis*. sept 1991;50(9):623-6.
40. Sy WM, Bay R, Camera A. Hand images: normal and abnormal. *J Nucl Med*. mai 1977;18(5):419-24.
41. Paycha F, Ramadan A, Rezgui M, Aubert F, Levesque M. Conduite à tenir devant des douleurs du pied avec radiographies normales : Imagerie du pied et de la cheville. :44.
42. Pagenstert GI, Barg A, Leumann AG, Rasch H, Müller-Brand J, Hintermann B, et al. SPECT-CT imaging in degenerative joint disease of the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Br*. sept 2009;91(9):1191-6.
43. Çevik R, Nas K, Gür A, Özateş M, Ataoğlu S, Erdoğan F, et al. COMPARISON OF IMAGING TECHNIQUES IN THE EARLY DIAGNOSIS OF SACROILIITIS. *Romatizma*. 2000;15(2):99.

44. Koç ZP, Cengiz AK, Aydın F, Samancı N, Yazısız V, Koca SS, et al. Sacroiliac Indicis Increase the Specificity of Bone Scintigraphy in the Diagnosis of Sacroiliitis. *Molecular Imaging and Radionuclide Therapy*. 5 févr 2015;24(1):8-14.
45. Kim Y, Suh M, Kim YK, Lee H-Y, Shin K. The usefulness of bone SPECT/CT imaging with volume of interest analysis in early axial spondyloarthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders* [Internet]. déc 2015 [cité 3 nov 2018];16(1). Disponible sur: <http://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-015-0465-x>
46. Parghane RV, Singh B, Sharma A, Singh H, Singh P, Bhattacharya A. Role of ^{99m}Tc-Methylene Diphosphonate SPECT/CT in the Detection of Sacroiliitis in Patients with Spondyloarthropathy: Comparison with Clinical Markers and MRI. *Journal of Nuclear Medicine Technology*. déc 2017;45(4):280-4.
47. Pipikos T, Kassimos D, Angelidis G, Koutsikos J. Bone Single Photon Emission/Computed Tomography in the Detection of Sacroiliitis in Seronegative Spondyloarthritis: A Comparison with Magnetic Resonance Imaging. *Molecular Imaging and Radionuclide Therapy*. 3 oct 2017;26(3):101-9.
48. Cusi M, Saunders J, Van der Wall H, Fogelman I. Metabolic disturbances identified by SPECT-CT in patients with a clinical diagnosis of sacroiliac joint incompetence. *European Spine Journal*. juill 2013;22(7):1674-82.
49. Bruijnen STG, van der Weijden MAC, Klein JP, Hoekstra OS, Boellaard R, van Denderen JC, et al. Bone formation rather than inflammation reflects ankylosing spondylitis activity on PET-CT: a pilot study. *Arthritis Res Ther*. 2 avr 2012;14(2):R71.
50. Fischer DR, Pfirrmann CWA, Zubler V, Stumpe KDM, Seifert B, Strobel K, et al. High bone turnover assessed by 18F-fluoride PET/CT in the spine and sacroiliac joints of patients with ankylosing spondylitis: comparison with inflammatory lesions detected by whole body MRI. *EJNMMI Research*. 2012;2(1):38.
51. Toussirot E, Caoduro C, Ungureanu C, Michel F, Runge M, Boulahdour H. 18F-fluoride PET/CT assessment in patients fulfilling the clinical arm of the ASAS criteria for axial spondyloarthritis. A comparative study with ankylosing spondylitis. *Clin Exp Rheumatol*. août 2015;33(4):588.
52. Bruijnen STG, Verweij NJF, van Duivenvoorde LM, Bravenboer N, Baeten DLP, van Denderen CJ, et al. Bone formation in ankylosing spondylitis during anti-tumour necrosis factor therapy imaged by 18F-fluoride positron emission tomography. *Rheumatology (Oxford)*. 01 2018;57(4):631-8.

AUTEUR : Nom : Fagart

Prénom : Alexandre

Date de soutenance : 16 décembre 2019

Titre de la thèse : La SPECT-CT sacro-iliaque peut-elle sauver la scintigraphie osseuse en cas de suspicion de rhumatisme inflammatoire ?

Thèse - Médecine - Lille 2019

Cadre de classement : Médecine nucléaire – Rhumatologie – Imagerie

DES + spécialité : Médecine nucléaire

Mots-clés : SPECT-CT – Sacro-iliaque – spondyloarthrite

Résumé : **Contexte :** La scintigraphie osseuse planaire a montré ses limites pour le diagnostic de sacro-iliite inflammatoire. Cet examen est aujourd'hui quasi-systématiquement complété d'images 3D (SPECT) couplées au scanner (CT), faisant espérer un gain à la fois en sensibilité et en spécificité. En cas d'hyperfixation (HF) sacro-iliaque (SI), nous pouvons ainsi vérifier l'absence de remaniements dégénératifs, mieux localiser les anomalies et donc banaliser celles de la partie cartilagineuse antérieure (ininterprétables en raison des contraintes mécaniques) et également rechercher des anomalies structurales de spondyloarthrite (SpA). Nous avons dans ce travail évalué ces critères qui pourraient permettre de distinguer anomalies inflammatoires versus dégénératives en SPECT-CT SI.

Méthode : Inclusion rétrospective de 64 patients adressés en scintigraphie osseuse par un rhumatologue entre février 2016 et décembre 2017 à l'hôpital Salengro de Lille, avec un motif ou des symptômes compatibles avec une atteinte SI, et la présence sur SILLAGE d'un courrier où il est acté la présence ou non d'une SpA. Les SPECT-CT ont été visionnées afin de rechercher les critères composites suivants : HF possiblement inflammatoire en SPECT (HF des régions cartilagineuses postérieures sans ostéophyte ou condensation dense en regard) et/ou lésions structurales de sacro-iliite au CT (flou de l'interligne, érosion ou condensation floue). La présence d'arthropathies périphériques a ensuite été relevée sur les images planaires, permettant l'évaluation globale de la scintigraphie à travers un score. **Résultats :** Les HF SI ne sont pas plus fréquentes en cas de SpA (47 % vs 42 %, NS). En revanche, les critères composites évalués sont significativement associés à la présence d'une SpA ($p=0.001$) : les patients présentant une SpA ont à la fois une HF compatible en SPECT et des anomalies structurales de sacro-iliite en CT dans 32 % des cas (versus 4 % des patients sains) ; à l'inverse les patients sains ont une SPECT et un CT tous deux considérés comme normal ou non spécifique dans 73 % des cas (versus 26 % des patients atteints de SpA). Le score constitué, intégrant arthropathies périphériques et anomalies SPECT-CT SI, est plus élevé en cas de SpA ($p<0.001$) et présente une bonne capacité discriminante ($AUC = 0.93$).

Conclusion : C'est surtout lorsque l'HF SI est localisée dans les régions cartilagineuses postérieures et que l'aspect CT est évocateur de SpA qu'il faut suggérer ce diagnostic.

Composition du Jury :

Président : Professeur Damien HUGLO

Assesseurs : Professeur René-Marc FLIPO, Professeur Xavier DEMONDION, Docteur Peggy PHILIPPE

Directeur de thèse : Docteur Grégory PETYT