

**UNIVERSITE HASSAN II  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
DE CASABLANCA**

*Année 2006*

*THESE N°19*

**APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE DIAGNOSTIC  
PRÉCOCE DE LA POLYARTHRITE RHUMATOÏDE  
ET DANS LE RACHIS CERVICAL RHUMATOÏDE**

**THESE**

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE.....2006

PAR

**Mr. EL ANBARI YOUNES**

Né le 09 Février 1980 à Taounat

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE**

**MOTS CLES** : Polyarthrite rhumatoïde débutante - Rachis cervical rhumatoïde – Radiographie conventionnelle – IRM – Echographie - TDM



**Mr. N. CHIKHAOUI**

*Professeur de Radiologie*

} **PRESIDENT**

**Mme. A. EL ABBASSI SKALLI**

*Maître de Conférence Agrégée de Radiologie*

} **RAPPORTEUR**

**Mme. N. ETAOUIL**

*Maître de Conférence Agrégée de Rhumatologie*

} **JUGES**

**Mme. F. EL AMRAOUI**

*Maître de Conférence Agrégée de Radiologie*

## Plan

I.	INTRODUCTION :	.....	1
II.	HISTORIQUE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
III.	ÉPIDÉMIOLOGIE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.	IMMUNOPATHOLOGIE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
V.	CLINIQUE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	A. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE DEBUTANTE :	...	Erreur ! Signet non défini.
	B. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE À LA PHASE D'ÉTAT :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	1. Manifestations articulaires :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	a) Aspects cliniques.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
	b) Mains et poignets.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
	c) Pieds.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
	d) Rachis cervical.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
	e) Ténosynovites.....	.....	Erreur ! Signet non défini.
	2. Manifestations extra-articulaires :	.....	Erreur ! Signet non défini.
VI.	BIOLOGIE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	A. SYNDROME BIOLOGIQUE INFLAMMATOIRE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	B. FACTEUR RHUMATOÏDE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	1. Détection des facteurs rhumatoïdes :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	2. Intérêt diagnostique du facteur rhumatoïde :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	C. ANTICORPS ANTISTRATUM CORNEUM (ANTIKERATINE):..	.....	Erreur ! Signet non défini.
	D. ANTICORPS ANTINUCLEAIRES :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	E. AUTRES AUTOANTICORPS :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	1. Les anticorps anti-Ra 33 :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	2. Les anticorps anti-Sa :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	F. TYPAGE GENETIQUE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
VII.	TECHNIQUES D'EXPLORATION RADIOLOGIQUE :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	A. MAINS ET POIGNETS :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	1. Rappel anatomique :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	a) Os du carpe :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	b) Ligaments carpiens :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	2. Radiologie conventionnelle :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	a) Poignet :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	b) Main :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	3. Échographie du poignet et de la main :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	4. Imagerie par résonance magnétique du poignet et de la main :..	.....	Erreur ! Signet non défini.
	a) Technique :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	b) Artefacts :	.....	Erreur ! Signet non défini.
	c) Anatomie IRM normale du poignet :	.....	Erreur ! Signet non défini.

d) Anatomie IRM normale des doigts : .....	Erreur ! Signet non défini.
5. Tomodensitométrie : .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>B. PIEDS :</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
1. Rappel anatomique : .....	Erreur ! Signet non défini.
a) Tarse (Tarsus): .....	Erreur ! Signet non défini.
b) Métatarse (Metatarsus):.....	Erreur ! Signet non défini.
c) Phalanges : .....	Erreur ! Signet non défini.
2. Radiologie conventionnelle: .....	Erreur ! Signet non défini.
a. Radiographie du pied de face : .....	Erreur ! Signet non défini.
b. Radiographie du pied de profil : .....	Erreur ! Signet non défini.
c. Radiographie du pied en oblique interne :.....	Erreur ! Signet non défini.
3. Échographie : .....	Erreur ! Signet non défini.
4. Imagerie par résonance magnétique : .....	Erreur ! Signet non défini.
• Technique : .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>C. RACHIS CERVICAL :</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
1. Rappel anatomique : .....	Erreur ! Signet non défini.
2. Radiologie conventionnelle : .....	Erreur ! Signet non défini.
a) Clichés de face: .....	Erreur ! Signet non défini.
b) Clichés de profil strict : .....	Erreur ! Signet non défini.
c) Clichés dynamiques de profil : .....	Erreur ! Signet non défini.
3. Tomodensitométrie : .....	Erreur ! Signet non défini.
a) Technique : .....	Erreur ! Signet non défini.
4. Imagerie par résonance magnétique : .....	Erreur ! Signet non défini.
a) Technique : .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>VIII. APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE DIAGNOSTIC PRECOCE DE LA PR :</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>A. APPORT DE LA RADIOGRAPHIE DES MAINS ET DES PIEDS :</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
1. Reproductibilité des critères radiographiques .....	Erreur ! Signet non défini.
2. Précocité des destructions radiologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
3. Caractère discriminant des critères radiographiques	Erreur ! Signet non défini.
4. Avantages et limites.....	Erreur ! Signet non défini.
5. Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.
<b>B. APPORT DE L'ÉCHOGRAPHIE</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
1. Intérêt de l'échographie dans la polyarthrite rhumatoïde....	Erreur ! Signet non défini.
2. Sémiologie échographique de la PR débutante.....	Erreur ! Signet non défini.
a) La synovite .....	Erreur ! Signet non défini.
b) Les érosions osseuses .....	Erreur ! Signet non défini.
c) La chondrolyse.....	Erreur ! Signet non défini.
d) La ténosynovite.....	Erreur ! Signet non défini.
e) Le nodule rhumatoïde.....	Erreur ! Signet non défini.
3. Échographie des avant-pieds.....	Erreur ! Signet non défini.
4. Avantages et limites.....	Erreur ! Signet non défini.

---

<b>C. APPORT DE L'IRM.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Sémiologie IRM de la PR débutante.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
a) La synovite .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
b) Les érosions osseuses.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
c) L'œdème de la moelle osseuse .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
d) La chondrolyse.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2. Place de l'IRM dans le diagnostic positif de la polyarthrite .	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3. Exploration IRM des avant-pieds.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4. Indications de l'IRM .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5. Avantages et limites.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>D. APPORT DE LA TOMODENSITOMETRIE .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Valeur diagnostique de la TDM.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>E. APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE RACHIS CERVICAL RHUMATOÏDE</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Subluxations atloïdo-axoïdiennes (LAA) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
a) Subluxation atloïdo-axoïdienne antérieure (SLAAA).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
b) SLAA latérales.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
c) Subluxation rotatoire .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
d) Subluxations postérieures.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
e) SLAA ascendante ou verticale : impression basilaire.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2. Atteinte du rachis cervical inférieur.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3. Associations lésionnelles .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4. Place des examens radiologiques .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5. Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>IX. STRATEGIE D'EXPLORATION.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>A. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE DEBUTANTE .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>B. RACHIS CERVICAL RHUMATOÏDE.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>RÉSUMÉS.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>



## **I. INTRODUCTION :**

La polyarthrite rhumatoïde est une maladie inflammatoire de l'ensemble du tissu conjonctif à prédominance synoviale. Elle fait partie du groupe des maladies auto-immunes.

Il s'agit d'une part d'un rhumatisme inflammatoire chronique évoluant par poussées, susceptibles d'entraîner des lésions articulaires parfois graves, d'autre part d'une maladie systémique, véritable connectivite, entraînant des manifestations extra-articulaires susceptibles de compromettre le pronostic vital [149].

C'est le rhumatisme inflammatoire le plus fréquent avec de lourdes conséquences sociales évaluées par plusieurs études revues par Williamson rapportant les résultats d'une cohorte nord-américaine: à six ans d'évolution, 25 % des patients atteints d'une polyarthrite rhumatoïde sont en arrêt de travail, 35 % d'entre eux voient leur revenu diminuer et 50 % ont une qualité de vie altérée. Enfin, la PR diminue l'espérance de vie de trois à dix ans [139].

Depuis quelques années des progrès ont été faits dans la connaissance de l'immunopathologie de la polyarthrite rhumatoïde et des facteurs pronostiques permettant de mieux adapter la stratégie thérapeutique. L'intérêt d'un diagnostic et d'un traitement précoces est majeur [149]. La quête de moyens d'imagerie diagnostique plus performants suscite par conséquent un engouement croissant, d'autant qu'à la phase initiale de la maladie, le bilan biologique est le plus souvent normal d'où l'intérêt de notre travail.

## II. HISTORIQUE :

La première description de la polyarthrite rhumatoïde est celle du Français Auguste Landré-Beauvais en 1800 dans sa thèse, sous la dénomination de « goutte asthénique primitive » qu'il différencie de la goutte et du rhumatisme articulaire aigu. En 1853, Charcot effectue une description clinique détaillée dans sa thèse sur le rhumatisme articulaire progressif. En 1858, Sir AB Garrod utilise pour la première fois le terme de rheumatoid arthritis [149].

L'individualisation de la polyarthrite rhumatoïde des autres maladies rhumatismales nécessitera de nombreuses années. En 1931, Coste, forestier et Lacapere décrivent la polyarthrite chronique évolutive qu'ils distinguent des autres rhumatismes et notamment de l'arthrose. C'est en 1970 que le terme de polyarthrite rhumatoïde (PR) est adopté en France. Pour de nombreux auteurs, la PR serait d'apparition récente, au moins en Europe. Cependant Rotshild et al ont décrit des lésions osseuses évocatrices d'une PR découvertes aux États-Unis sur des squelettes datant de 3 à 5000 ans [149].

Les critères de classification ont varié dans le temps (critères de l'American Rheumatism Association [ARA] en 1958, critères de Rome, critères de New York, puis critères de l'American College of Rheumatology [ACR] révisés en 1987). Les critères de l'ACR 1987 (tableau I) sont assez satisfaisants [149].

**Tableau I-** Critères de classification de la polyarthrite rhumatoïde proposés par l'American College of Rheumatology en 1987 [149].

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raideur articulaire matinale de durée &gt; 1 heure durant un minimum de 6 semaines.</li> <li>2. Gonflement des parties molles, touchant au moins trois articulations simultanément.</li> <li>3. Gonflement d'au moins une articulation des mains (poignet, MCP ou IPP) durant un minimum de 6 semaines, observé par un médecin.</li> <li>4. Atteinte articulaire simultanée symétrique (une atteinte bilatérale sans symétrie absolue des MCP, IPP ou MTP est acceptée).</li> <li>5. Atteinte radiologique typique de PR des mains (IPP, MCP) et poignets, avec présence nécessaire d'érosions ou de déminéralisation touchant les articulations atteintes de façon exclusive et prédominante.</li> <li>6. Nodules sous-cutanés rhumatoïdes observés par un médecin (saillies osseuses, faces d'extension, régions juxta-articulaires).</li> <li>7. Sérologie rhumatoïde positive (taux anormal par toute méthode où la positivité n'existe que chez &lt; 5 % d'une population témoin normale).</li> </ol>
<p>-Quatre critères sur sept présents permettent un diagnostic de PR.          -Pour les critères 1 à 4 une durée minimale de 6 semaines est exigée.</p>

MCP : articulations métacarpophalangiennes

IPP : articulations interphalangiennes proximales

MTP : articulations métatarsophalangiennes

### III. ÉPIDÉMIOLOGIE :

La PR est présente dans le monde entier. Sa prévalence est classiquement estimée à 1 % de la population adulte. Il y a de grandes variations en fonction des pays et des ethnies.

- Europe du Nord et Amérique du Nord : 0,8 %
- Asie : 0,3 à 0,8 %
- Afrique : dans certaines ethnies sud-africaines, la PR est particulièrement fréquente (3,3 %) mais ceci est uniquement en milieu urbain, alors qu'elle est exceptionnelle en milieu rurale (0,87 %). Sa prévalence est particulièrement élevée dans certaines populations où le taux de consanguinité est important comme les indiens Chipewa (5,3 %), Yakima (6 %), Pima (5,3 %) [149].

La PR peut survenir à tout âge, plus particulièrement entre 40 et 70 ans, avec une prédominance féminine (sex-ratio 2,5 /1). On ne retrouve pas d'association entre la PR et le niveau socio-économique. La PR est deux à trois fois plus fréquente chez les parents de sujets atteints, sa concordance chez les jumeaux monozygotes est de 15 à 30 % et chez les jumeaux dizygotes de 5 à 10 % [139].

## **IV. IMMUNOPATHOLOGIE :**

Le processus immunopathologique de la polyarthrite rhumatoïde reste à éclaircir, cependant on peut schématiquement le définir en trois phases [109].

### **1) phase de déclenchement de la maladie :**

Phase d'initiation avec migration cellulaire synoviale. C'est une phase non spécifique, dépendante de divers facteurs (hormonaux, génétiques, environnementaux) et qui correspond cliniquement au rhumatisme inflammatoire débutant. Ce rhumatisme peut soit évoluer vers la guérison complète, soit vers la rémission souvent très prolongée, soit encore vers un rhumatisme inflammatoire chronique qui correspond à la seconde phase du processus.

### **2) phase d'inflammation de la synoviale :**

Elle comporte une inflammation synoviale, un recrutement cellulaire et le développement d'une synovite subaiguë. C'est une phase évocatrice du rhumatisme inflammatoire chronique mais non spécifique.

### **3) phase de destruction articulaire :**

Elle est la conséquence de la prolifération pseudotumorale des synoviocytes par défaut d'apoptose et de l'action des cytokines. Elle comporte une angiogénèse importante, des contacts cellulaires, une prolifération synoviale, l'évolution vers la chronicité et la destruction articulaire. Cette phase, où apparaissent les destructions osseuses et cartilagineuses irréversibles, est tout à fait spécifique de la polyarthrite rhumatoïde mais de révélation tardive.

Il paraît donc important de reconnaître une polyarthrite rhumatoïde au stade de rhumatisme inflammatoire débutant indifférencié (RIDI), d'identifier les facteurs pronostics d'évolutivité vers la chronicité et secondairement vers la destruction articulaire et le handicap afin de mettre en place une stratégie thérapeutique adaptée au potentiel évolutif [139].

## V. CLINIQUE :

Le diagnostic de la PR doit être fait aussi précocement que possible car au stade de début, il n'existe pas de déformation et le traitement a plus de chance d'être efficace.

### A. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE DEBUTANTE :

Le diagnostic d'une « polyarthrite rhumatoïde récente » au stade de début n'est pas une chose simple car aucun signe clinique ou biologique n'est caractéristique. C'est une maladie inflammatoire polysynoviale, intéressant au moins trois articulations et évoluant depuis plus de six semaines et moins de six mois [139].

Les dernières recommandations du « clinical guide » parues dans les Annals of Rheumatic Diseases notent que toute raideur matinale supérieure à 30 minutes associée ou non à une douleur des MCP et /ou des MTP objectivée par un squeeze test positif et un gonflement de plus de trois articulations nécessite une prise en charge spécialisée d'un rhumatologue [139].

Les modes de début sont variables [149]:

- Il s'agit, dans la majorité des cas (70 %), d'une oligoarthrite distale d'apparition progressive intéressant les poignets, une ou plusieurs articulations métacarpophalangiennes (surtout la 2<sup>e</sup> ou la 3<sup>e</sup>) ou interphalangiennes proximales, parfois les avant-pieds. Les articulations concernées sont douloureuses, partiellement enraidies. Le rythme des douleurs est caractéristique d'un rhumatisme inflammatoire : nocturnes,

réveillant les malades, elles sont maximales le matin au réveil. L'atteinte articulaire est fixe et relativement symétrique. À cette phase de la maladie il n'y a aucune déformation articulaire et les signes cliniques objectifs sont discrets. Les articulations concernées sont parfois légèrement enflées, les doigts prennent un aspect en « fuseau » très évocateur. Il n'y a que très rarement une atteinte des interphalangiennes distales. Des signes généraux avec discrète altération de l'état général, fébricule à 38°C, amaigrissement et surtout asthénie, sont fréquemment présents. Il faut systématiquement chercher une participation tendineuse, particulièrement importante pour orienter le diagnostic. Dans certains cas l'atteinte articulaire peut commencer par les genoux ou les coudes.

- Dans 20 % des cas environ, la PR commence comme une polyarthrite aiguë fébrile avec importante altération de l'état général, évoquant volontiers un état infectieux.

D'autres modes de début sont possibles mais plus rares :

- Atteinte rhizomélique touchant les hanches et les épaules (5 % des cas), toujours après la soixantaine ; cette forme clinique pose un problème diagnostique difficile avec la pseudopolyarthrite rhizomélique.
- Monoarthrite chronique : une monoarthrite peut précéder l'apparition d'une PR de plusieurs mois ou même de plusieurs années. Il s'agit surtout d'une monoarthrite du poignet ou du genou. Il faut dans ces cas, avant d'évoquer une PR, impérativement éliminer une maladie infectieuse et notamment une tuberculose.

- Manifestations articulaires inflammatoires intermittentes mono- ou oligoarticulaires. Le rhumatisme palindromique peut en effet, dans 25 % des cas environ, correspondre au mode de début d'une PR. Il s'agit d'accès généralement monoarticulaires, très inflammatoires, d'évolution spontanément régressive en 24 ou 48 heures sans séquelles mais récidivants.
- Manifestations tendineuses : dans tous les cas il faut rechercher une atteinte tendineuse. En effet les ténosynovites, fréquentes au début de la PR, ont une grande valeur diagnostique. Elles peuvent intéresser les tendons extenseurs des doigts (constituant alors une tuméfaction mobile avec les tendons sur le dos du poignet), les fléchisseurs des doigts, déterminant volontiers un syndrome du canal carpien, ou le tendon du cubital postérieur, cette dernière localisation étant particulièrement évocatrice.

## **B. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE À LA PHASE D'ÉTAT :**

### **1. Manifestations articulaires [149] :**

#### **a) Aspects cliniques**

Les déformations caractéristiques, inconstantes s'installent en quelques années plus ou moins rapidement. Environ 30 % des PR n'ont pas ou peu de destructions articulaires et aucune déformation.

Les articulations touchées sont le siège d'une inflammation permanente, entraînant des lésions ligamentaires et cartilagineuses irréversibles. Cela se traduit par une tuméfaction articulaire avec hydarthrose et parfois un épaissement considérable de la synoviale. L'atteinte articulaire évolue par

poussées successives. Au cours de chaque nouvelle poussée, on constate une aggravation des lésions antérieures et de nouvelles localisations. Seuls le rachis dorsal, lombaire et les sacro-iliaques ne sont jamais touchés.

### **b) Mains et poignets**

L'atteinte des mains est la plus fréquente et souvent inaugurale (90 % des cas).

- La déviation cubitale des doigts en « coup de vent » est la plus caractéristique. Elle se traduit par une projection des quatre derniers doigts vers le bord cubital de la main. Elle est avant tout due aux arthrites métacarpophalangiennes (MCP).
- La déformation en « col de cygne » touche plus particulièrement l'index et le médius. Présente dans 14 à 30 % des cas, elle comporte une hyperextension de l'interphalangienne proximale IPP et une flexion de l'interphalangienne distale.
- La déformation en « boutonnière » est plus fréquente (36 à 64 % des patients). Elle touche surtout les quatrièmes et cinquièmes doigts. Elle est due à une arthrite de l'IPP qui détruit l'insertion médiane du tendon extenseur en regard. Les bandelettes latérales se luxent vers la paume de la main, formant une véritable « boutonnière » dans laquelle s'engage l'articulation IPP fléchie.
- La déformation du doigt en « maillet » ou en marteau est rare (5 %). Il s'agit de la flexion permanente de l'interphalangienne distale liée à la rupture de l'extenseur sur la base de la 3<sup>ème</sup> phalange.

- L'atteinte du pouce est fréquente (59 %). Elle prend deux aspects : le pouce en « Z » ou plus rarement le pouce adductus.
- Les poignets sont le siège d'une arthrite dans plus de la moitié des cas. L'atteinte de l'articulation radiocubitale inférieure est précoce. Elle entraîne une gêne à la prosupination et parfois une luxation de la styloïde cubitale en « touche de piano », facilitant les ruptures tendineuses des extenseurs. L'arthrite radiocarpienne détermine surtout une limitation des mouvements d'extension du poignet et une instabilité douloureuse,

### **c) Pieds**

L'atteinte des pieds survient chez 90 % des patients. Elle rend la marche difficile et entraîne rapidement un handicap fonctionnel majeur.

- Atteinte de l'avant-pied. Elle est souvent inaugurale. Elle est liée aux synovites métatarsophalangiennes. Des durillons plantaires d'appui, douloureux, apparaissent surtout sous la tête des 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> métatarsiens. La luxation de la première phalange vers le haut aboutit à la déformation en griffe. La déviation en dehors du deuxième au quatrième orteil associée à un hallux valgus et à la déviation du cinquième orteil en dedans constitue l'avant-pied plat triangulaire caractéristique de la PR.
- Atteintes du médiopied et de l'arrière-pied. L'arthrite astragaloscaphoïdienne est fréquente. L'atteinte du médiotarse est responsable de douleurs dans les mouvements de torsion du pied dans son axe longitudinal. L'arthrite sous-astragaliennne se traduit par des douleurs sous-malléolaires. Elle peut évoluer vers l'ankylose de cette articulation. Les bursites rétrocalcaneennes ne sont pas rares. Ces diverses lésions peuvent aboutir à terme à un pied plat valgus.

---

Les autres articulations peuvent être touchées notamment :

- Genoux (50 % des cas)
- Epaules (60 %)
- Coudes (40 à 50 %)
- Hanches (15 %)
- Articulation temporomaxillaire (55 %)
- Cheville (rare)

#### **d) Rachis cervical**

Il est cliniquement atteint dans 50 à 60 % des cas. Cette localisation est d'autant plus fréquente qu'il s'agit d'une polyarthrite érosive, nodulaire et ancienne. L'arthrite occipito-atloïdienne et surtout atloïdo-axoïdienne se traduit par des douleurs cervicales hautes irradiants vers l'occiput, majorées lors des mouvements de rotation. L'examen retrouve une perte de la lordose cervicale, et une limitation douloureuse de la rotation de la tête. La destruction du ligament transverse conduit à une luxation atloïdo-axoïdienne, parfois asymptomatique est révélée par un cliché du rachis cervical en flexion et en hyperextension. Lorsque la luxation atloïdo-axoïdienne est instable, elle peut se compliquer d'une compression de la moelle cervicale qui en fait toute la gravité. Une telle lésion est à signaler à l'anesthésiste si le malade doit être opéré à cause du risque médullaire dans les manoeuvres d'intubation. En l'absence de signe clinique malgré une luxation atloïdo-axoïdienne radiologique, 25 % des patients voient leur cas s'aggraver en 5 ans. En revanche, s'il y a des signes neurologiques de compression médullaire, la mortalité est de 50 % dans l'année. Le risque neurologique est majoré lorsque la luxation atloïdo-axoïdienne est

supérieure à 8 mm, si elle est instable, et si elle est associée à une impression basilaire. Les progrès de l'IRM permettent de mieux apprécier le risque médullaire et ainsi d'aider à la décision neurochirurgicale.

Les étages inférieurs du rachis cervical peuvent être touchés, en particulier C4C5 et C5C6, ce qui entraîne des douleurs cervicales basses et un enraidissement. L'association d'une luxation atloïdo-axoïdienne à une ou plusieurs discites rhumatoïdes majore le risque neurologique.

### **e) Ténosynovites**

Les ténosynovites sont pratiquement constantes à la phase d'état de la PR. Cette fréquence est certainement liée à la similitude histologique entre la synoviale et la gaine péri-tendineuse. L'atteinte ténosynoviale intéresse surtout la main. Dans 25 % des cas environ, les ténosynovites se compliquent de ruptures tendineuses qui s'observent essentiellement à la main et touchent surtout les extenseurs des doigts. Ces ruptures relèvent de deux mécanismes : elles sont dues d'une part à l'inflammation tendineuse chronique et à l'envahissement du tendon par un véritable pannus et, d'autre part, aux lésions érosives osseuses. Lorsqu'une ténosynovite persiste pendant plus de 6 mois malgré un traitement médical bien conduit, il faut la traiter chirurgicalement pour prévenir les ruptures tendineuses.

## **2. Manifestations extra-articulaires [149] :**

Les manifestations extra-articulaires de la PR traduisent le caractère systémique de la maladie rhumatoïde qui peut toucher de nombreux tissus (tableau II). Elles sont parfois au premier plan et la gravité de certaines localisations peut mettre en jeu le pronostic vital. Ces manifestations

systemiques s'observent surtout dans les polyarthrites érosives, nodulaires, anciennes, fortement séropositives, ayant des anticorps antinucléaires. Les gènes HLA DRB 1 \*0401 et 404 sont souvent présents de manière homozygote.

<b>Organes hématopoïétiques</b>	Anémie presque constante Hyperplaquettose : 22-33 % Adénopathies : 30-70 % Splénomégalie : 6,5 %
<b>Tendons</b>	Ténosynovites presque constantes (à la phase d'état)
<b>Muscles</b>	Amyotrophie Myosite Atteinte d'origine médicamenteuse
<b>Nodules rhumatoïdes sous-cutanés</b>	10 à 30 %
<b>Poumon</b>	Pleurésie : 2 à 4 % (40 %)* Fibrose interstitielle diffuse : 1 à 2% Nodules rhumatoïdes pulmonaires : 0,4 %
<b>Cœur et vaisseaux</b>	Péricardite : 2 à 10 % (40 %)* Lésions valvulaires spécifiques : 3 % Trouble de la conduction Vascularite : 1 % (25 %)*
<b>Système nerveux</b>	Névrite d'origine ischémique : 1 % Névrites sensitives distales Neuropathie par compression juxta-articulaire ou cervicale
<b>Œil</b>	Syndrome de Gougerot-sjögren : 21 % Sclérite ou épisclérite : 2 à 5 %
<b>Amylose</b>	5 % (14 à 26 %)*
<b>Signes généraux</b>	Fièvre, asthénie, anorexie, amaigrissement très fréquents

\* : chiffres correspondant aux données autopsiques

**Tableau II-** liste non exhaustive des principales manifestations extra-articulaires de la polyarthrite rhumatoïde [149].

## **VI. BIOLOGIE :**

### **A. SYNDROME BIOLOGIQUE INFLAMMATOIRE :**

Il existe dans 90 % des cas un syndrome inflammatoire non spécifique, avec augmentation de la vitesse de sédimentation (VS) globulaire, parfois de la protéine C réactive (CRP) ; cette élévation a aussi une valeur pronostique.

Près de 10 % des PR ont une VS normale mais cela n'élimine pas le diagnostic. L'électrophorèse sérique objective une augmentation des alpha-2 et, de façon plus ou moins importante, des  $\gamma$ -globulines. Il existe parfois une anémie modérée, normo- ou hypochrome, hyposidérémique avec coefficient de saturation de la transferrine peu diminué [149].

### **B. FACTEUR RHUMATOÏDE :**

Le facteur rhumatoïde (FR) est un anticorps antigammaglobulinique qui appartient le plus souvent à la classe des Ig (immunoglobulines) M. Il peut être aussi de type IgA, IgG, IgD ou IgE.

#### **1. Détection des facteurs rhumatoïdes :**

- La réaction de Waaler-Rose est la plus utile pour le clinicien : Elle est douteuse à la dilution de 1/32e, peut être considérée comme positive en pratique à partir du titre de 1/64e (test en tube).
- Le test au latex de Singer et Plotz :

Il est considéré comme positif à partir de la dilution au 1/80°.

## 2. Intérêt diagnostique du facteur rhumatoïde :

Au début de la PR, la recherche du FR est le plus souvent négative. Elle ne se positiviera qu'au bout de 1 an d'évolution en moyenne et de manière inconstante. La présence d'un taux significatif de FR dès le début de la maladie est un élément de mauvais pronostic. Chez certains patients le FR peut être présent dans le sérum sans aucune manifestation clinique et ceci plusieurs années avant l'apparition de la PR. Cependant on peut trouver du FR chez des sujets qui ne développeront jamais de PR.

À la phase d'état le FR est présent dans 70 (réaction de Waaler-Rose) à 80 % (test au latex) des cas, ce qui correspond aux PR dites « séropositives » par opposition aux PR « séronégatives » chez lesquelles il n'y a pas de FR décelable.

La présence de FR est loin d'être synonyme de PR ; elle n'est ni indispensable ni suffisante pour affirmer le diagnostic. La spécificité du FR est de 89 % et sa sensibilité, assez faible, de 62 %. On trouve en effet du FR dans de nombreuses situations pathologiques, notamment au cours de certaines connectivites et surtout du syndrome de Gougerot-Sjögren où le titre de FR est particulièrement élevé (souvent très supérieur à celui observé au cours de la PR), de maladies infectieuses (présence transitoire) et chez des sujets normaux, surtout après 65 ans. Certains isotypes des FR auraient un intérêt pronostique. La présence de FR IgA serait, pour certains, associée à une PR plus sévère et volontiers accompagnée de manifestations extra-articulaires (syndrome sec, nodules) [149].

### **C. ANTICORPS ANTISTRATUM CORNEUM (ANTI-KERATINE):**

Ce sont des autoanticorps de type IgG dirigés contre la fillagrine, protéine qui joue un rôle dans l'assemblage des filaments intermédiaires des kératinocytes. Détecter par immunofluorescence indirecte qui permet une évaluation quantitative par dilution du sérum.

L'intérêt diagnostique de ces anticorps est majeur. En effet ces anticorps sont très spécifiques de la PR (spécificité 99 %, sensibilité 44 %). Ils peuvent être présents dès le début de la maladie, parfois même avant l'installation des troubles dans 20 % des cas environ. Leur recherche mérite d'être effectuée dès le début de la PR d'autant plus que ces anticorps seraient volontiers associés aux formes érosives de PR ainsi qu'à certaines manifestations extra-articulaires. Leur présence serait donc un élément de sévérité [149].

### **D. ANTICORPS ANTINUCLEAIRES :**

La recherche des anticorps antinucléaires (AAN) doit être systématique au cours de la PR au début, notamment pour éliminer une éventuelle maladie lupique. On trouve dans la PR des AAN dans 15 à 30 % des cas, à un titre assez faible. Les PR ayant des AAN sont le plus souvent séropositives, volontiers à titre élevé, et s'accompagnent fréquemment de manifestations extra-articulaires [149].

## **E. AUTRES AUTOANTICORPS :**

### **1. Les anticorps anti-Ra 33 :**

Ils sont présents dans 35 % des PR qu'elles aient ou non du FR et dans 27 % des PR évoluant depuis moins de 3 mois. Cependant on les trouve chez 20 % des patients en dehors de la PR, ce qui diminue la spécificité de ce test.

### **2. Les anticorps anti-Sa :**

Ils sont présents environ une fois sur deux dès le début clinique de la maladie. Ils auraient une valeur pronostique intéressante.

L'association de plusieurs tests améliore la sensibilité diagnostique. Ainsi, dans la PR au début (moins de 1 an d'évolution), l'association de la recherche d'anticorps antistratum corneum au test au latex augmente la sensibilité de ce dernier de 39 à 55 %. Le couplage de la détection des anticorps antistratum corneum, anti-RA 33 et du FR permet de réduire le nombre de PR n'ayant aucun de ces anticorps à 10 % [149].

## **F. TYPAGE GENETIQUE :**

La PR est associée aux molécules HLA (human leucocyte antigen) DRB1\*04 et DRB1\*01. Le gène DR4 est présent chez 60 % des patients et 20 % des témoins, le gène DR1 chez 32 % des malades et 20 % des témoins. Du fait de la faible sensibilité de cette exploration et de la fréquence de ces gènes dans la population normale, son intérêt diagnostique est très limité en pratique. En revanche, la recherche de ces gènes a un intérêt pronostique [149].

## **VII. TECHNIQUES D'EXPLORATION RADIOLOGIQUE :**

L'exploration radiologique est le complément indispensable de l'examen clinique et biologique. Les renseignements apportés par la radiologie sont d'ordre diagnostique, pronostique et permettent le suivi des patients. L'évolution radiologique permet l'évaluation de l'effet chondroprotecteur éventuel d'un traitement.

La polyarthrite rhumatoïde débute souvent aux mains, poignets et aux avant-pieds. C'est sur ces régions anatomiques que la très grande majorité des publications a porté. On a ajouté le rachis cervical vu que son atteinte engage le pronostic vital, fonctionnel et neurologique.

### **A. MAINS ET POIGNETS :**

#### **1. Rappel anatomique [33] :**

##### **a) Os du carpe :**

Les os du carpe sont composés de huit petits os alignés en trois colonnes et deux rangées. La rangée supérieure est composée du Scaphoïde (Scaphoideum), du Semi-lunaire (Lunatum), et du Pyramidal (Triquetrum), sur lequel s'articule le Pisiforme. La rangée distale est constituée du Trapèze (Trapezium), du Trapézoïde (Trapezoideum), du grand os (Capitatum) et l'os crochu (Hamatum). Le tubercule du trapèze en dehors et le crochet de l'os crochu (Hamulus Ossi Hamati) en dedans participent à l'excavation du canal carpien.

##### **b) Ligaments carpiens :**

On distingue des ligaments extrinsèques et des ligaments intrinsèques. Les ligaments extrinsèques (**fig. 1**) recouvrent le carpe et renforcent les capsules

articulaires. Les ligaments intrinsèques du carpe maintiennent les rapports respectifs des différents éléments osseux. Le ligament scapholunaire et le ligament lunopyramidal relient ces os entre eux. Leur conférant une certaine synergie mécanique.

## **2. Radiologie conventionnelle [33] :**

Sur le plan technique, il convient d'éviter une mauvaise résolution spatiale grâce à du matériel haute résolution. L'agrandissement photographique n'est pas souhaitable et il vaut mieux utiliser une loupe pour la lecture des fins détails anatomiques.

### **a) Poignet :**

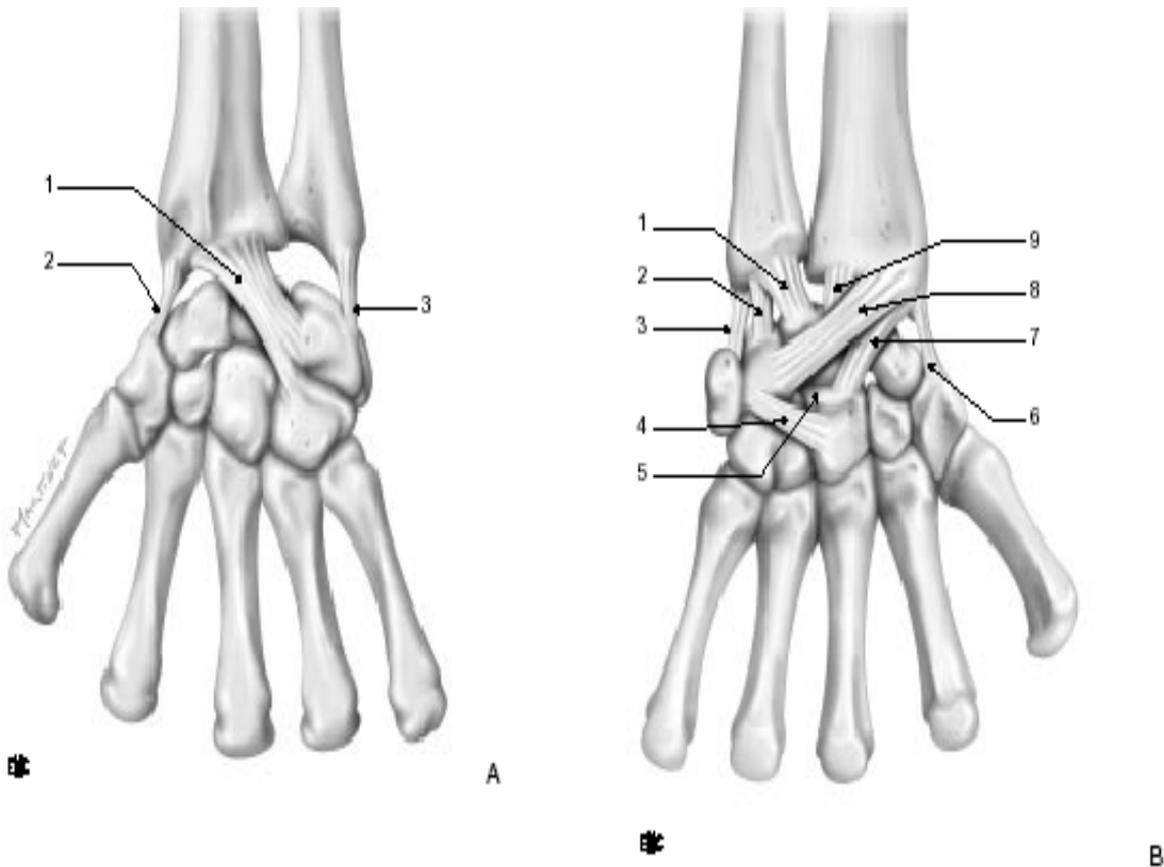
#### CLICHE DE FACE POSTERO-ANTERIEURE (PAUME/PLAQUE)

##### ▪ Technique

La position neutre du poignet est déterminée par l'ensemble main/poignet/avant-bras/coude. Par raison de commodité, le poignet est posé à plat, sa face palmaire contre la table, et le rayon est vertical, centré sur la tête du grand os. Le patient est assis avec le bras et l'avant-bras reposant sur la table d'examen, le bras en abduction de 90° et le coude fléchi à 90°.

Il faut étudier systématiquement :

- Les parties molles périarticulaires ;
- La densité osseuse ;
- Les trois arcs carpiens décrits par Gilula, normalement harmonieux, qui définissent les relations normales des os entre eux :



**(Fig. 1) Ligaments extrinsèques du carpe [33].**

**A Face dorsale :** 1.ligament radiocarpien dorsal ; 2.ligament latéral externe ;  
3. ligament latéral interne.

**B Face palmaire :** 1.ligament ulnocarpien palmaire (ligament ulnolunaire) ;  
2.ligament ulnopyramidal ; 3.ligament latéral interne ; 4.ligament grand os-  
pyramidal ; 5.espace de Poirier ; 6.ligament latéral externe ; 7.ligament  
radioscapho-grand os ; 8.ligament radiolunopyramidal ; 9.ligament radiocarpien  
palmaire (ligament radioscapholunaire)

- Le premier arc, dû à la convexité supérieure proximale des trois os de la première rangée ;
  - Le deuxième arc, dû à la concavité inférieure distale de ces trois os ;
  - Le troisième arc, dû à la convexité supérieure proximale du grand os et de l'os crochu ;
- Les interlignes articulaires qui ne dépassent pas 2 mm d'épaisseur.
  - La morphologie et les contours de chaque os.

### CLICHE DE PROFIL

#### ▪ **Technique**

Bras en adduction contre le corps, le coude fléchi à 90° et le bord ulnaire de l'avant-bras contre la table. L'emploi d'une planchette fixée sur la face dorsale du poignet permet d'annuler toute flexion dorsopalmaire. Le rayon est centré sur le pôle distal du scaphoïde.

#### **b) Main :**

### CLICHE DE FACE POSTERO-ANTERIEURE BILATERALE

#### ▪ **Technique**

Patient assis, face palmaire des deux mains à plat sur la cassette , les doigts bien écartés, les deux avant-bras à plat sur la table. Rayon directeur vertical centré au milieu des deux mains.

- **Intérêt**

Études des deux mains avec la même exposition permettant une comparaison rigoureuse des densités osseuses.

CLICHE OBLIQUE ANTEROPOSTERIEURE OU OBLIQUE EN SEMI-SUPINATION

- **Technique**

La main est placée en semi-supination, bord ulnaire contre la cassette. Réalisée simultanément pour les deux mains, cette incidence peut être utile pour la recherche d'érosions inflammatoire en dégageant le côté radial des phalanges proximales.

### **3. Échographie du poignet et de la main :**

#### **a) Technique :**

L'avènement des sondes linéaires à hautes fréquences permet l'exploration des tissus de la main et du poignet. Cette méthode non invasive, non irradiante et économiquement avantageuse doit combattre une réputation d'examen opérateur-dépendant. Cette dépendance est d'autant plus importante avec des indications assez rares comme à la main. Une bonne connaissance préalable de l'anatomie est indispensable. L'échographie a l'avantage de permettre une exploration dynamique des tendons, par mobilisation des doigts et des vaisseaux grâce au doppler [33].

Le patient est assis, avec la main posée confortablement sur une table.

On utilise une sonde linéaire de 10 ou de 13 MHz pour l'examen des tissus superficiels [33].

**b) Sémiologie normale [13, 33]:**

**La peau** est très fine, elle se traduit par une ligne superficielle hyperéchogène de 1 mm d'épaisseur.

**Le tissu sous-cutané** est une zone un peu moins échogène, contenant de petits échos longitudinaux.

**Les muscles** sont hypoéchogènes et contiennent de fins échos longitudinaux disposés dans le sens des fibres. En coupe transversale, ces échos donnent un aspect ponctué au muscle.

**Tendons**, il est préférable d'étudier en premier les tendons dans le plan axial, complété secondairement dans le plan sagittal. Dans le plan axial, les tendons sont faciles à repérer en raison de la variation de leur échogénicité (d'hyperéchogène à anéchogène), selon l'inclinaison de la sonde et les mouvements du poignet. En effet, l'aspect des tendons dépend de l'angle d'attaque du faisceau ultrasonore : si le faisceau est perpendiculaire aux tendons, ceux-ci apparaissent hyperéchogènes ; plus le faisceau est oblique, moins l'échogénicité tendineuse est élevée (**fig. 2**). Le repérage anatomique est également plus aisé dans ce plan de coupe et les épanchements synoviaux sont constamment visibles dans ce plan.

Pour l'exploration des tendons radiaux et du premier compartiment des extenseurs (long abducteur et court extenseur du pouce), le poignet est posé sur son bord ulnaire avec le pouce à l'horizontale. La sonde est déposée sur la styloïde radiale. Les tendons radiaux sont les deux tendons accolés en arrière de la crête radiale alors que les tendons du premier compartiment sont juste en avant.

Les tendons extenseurs des doigts sont très fins et à peine discernables. Leur stabilité au niveau des articulations MCP peut être testée par des épreuves poignet fermé.

Les tendons fléchisseurs sont plus arrondis et plus épais. Les tendons fléchisseurs superficiels sont difficiles à distinguer des profonds. Au niveau du poignet, il est possible d'identifier chaque tendon fléchisseur en demandant au patient de fléchir individuellement chaque doigt à tour de rôle.

- **Ligaments**

Le ligament latéral interne de l'articulation MCP du pouce est accessible, soit par une voie transversale dorsale au niveau de la première commissure, soit par une voie longitudinale médiane. Le ligament est fin et son échogénicité dépend de l'orientation du faisceau ultrasonore. Il reste en profondeur de l'expansion aponévrotique de l'adducteur du pouce.

- **Structures osseuses**

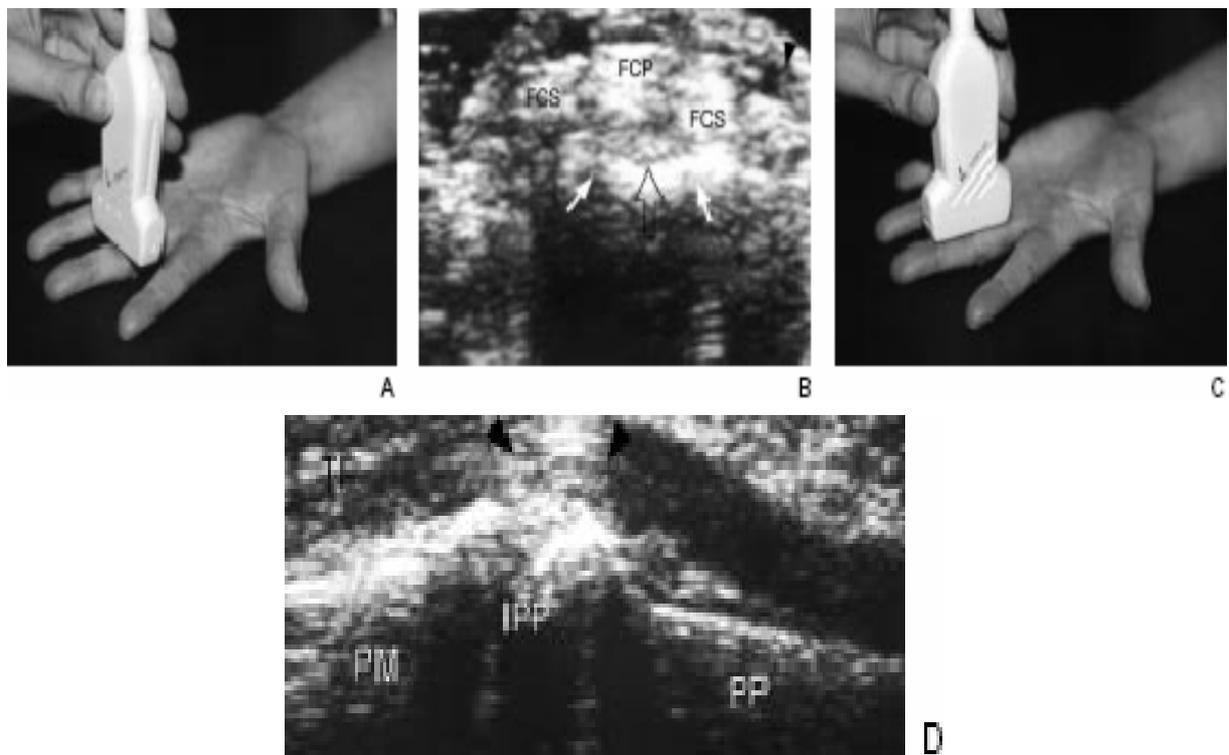
L'os cortical réfléchit la quasi-totalité du faisceau ultrasonore et l'énergie restante est absorbée par l'os sous-jacent. L'image obtenue est celle d'une ligne hyperéchogène suivie d'une plage noire correspondant à l'ombre acoustique.

- **Structures articulaires**

Les articulations sont accessibles, soit par la face dorsale (sonde >10 MHz), soit par la face palmaire (sonde >7 MHz). Le cartilage est hypoéchogène, la capsule et les ligaments hyperéchogènes. La plaque palmaire au niveau des doigts apparaît hyperéchogène sur les coupes sagittales.

On va étudier particulièrement deux articulations qui sont précocement atteintes : l'articulation métacarpophalangienne et l'articulation interphalangienne proximale.

Écho anatomie normale des articulations interphalangiennes proximales



**(Fig. 2) Échographie de l'articulation interphalangienne proximale [33].**

### **A. Position de la main et de la sonde pour une coupe transverse palmaire**

### **B. Coupe échographique correspondante.**

Le fléchisseur commun profond (FCP) est entouré par les bandelettes du fléchisseur commun superficiel (FCS). Plus latéralement, noter l'artère du paquet collatéral radial (tête de flèche). En profondeur, écho de la face palmaire de la tête de la phalange proximale avec les contours des deux condyles (flèches). La plaque palmaire échogène (flèche creuse) est interposée entre la phalange et les tendons fléchisseurs.

### **C. Position de la main et de la sonde pour une coupe longitudinale palmaire**

### **D. Coupe échographique correspondante**

Bord distal à gauche. Ligne hyperéchogène de la corticale palmaire de la phalange proximale (PP) et de la phalange moyenne (PM). À hauteur de l'articulation interphalangienne proximale (IPP), le faisceau ultrasonore est perpendiculaire au tendon fléchisseur (TF), lui conférant un aspect hyperéchogène (têtes de flèche) avec de nombreuses fibres parallèles.

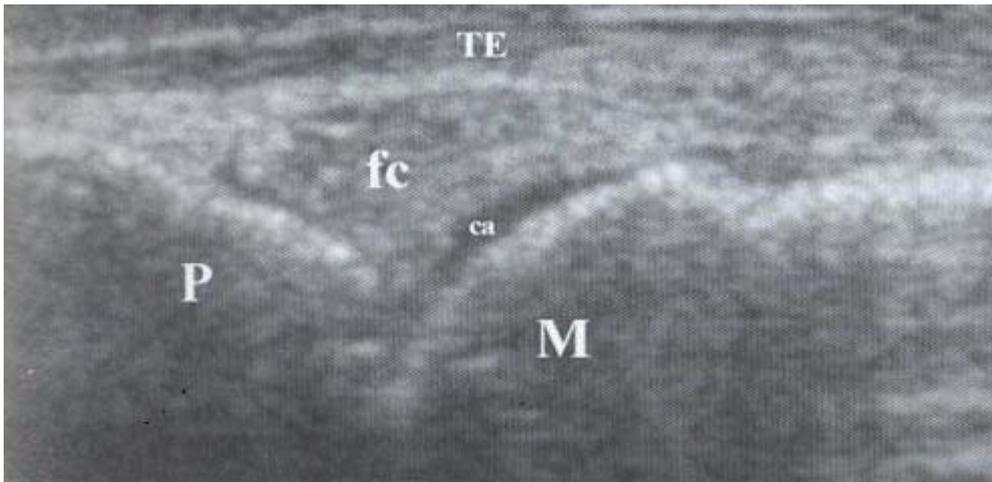
De part et d'autre, le faisceau est oblique et le tendon devient hypoéchogène.

### Écho anatomie normale des articulations métacarpophalangiennes [13]

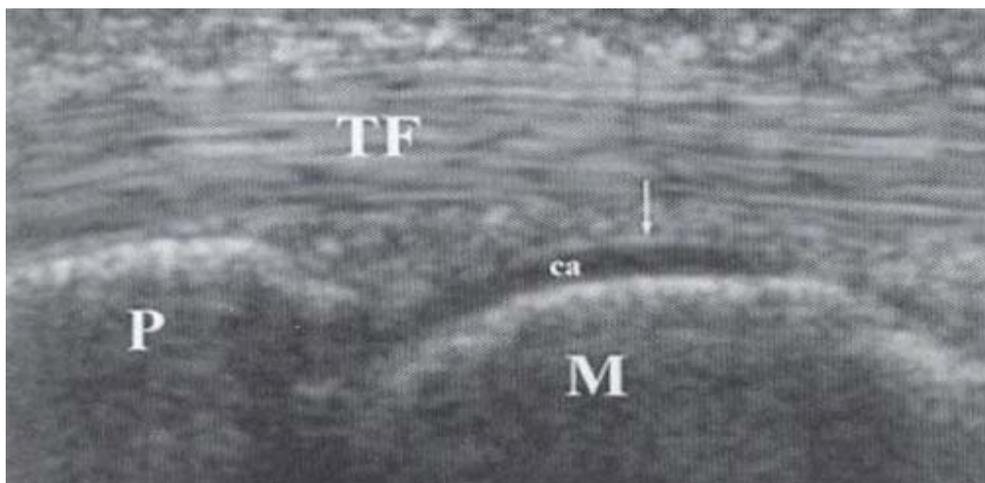
La coupe échographique longitudinale de la face dorsale d'une articulation MCP permet d'identifier les structures suivantes : la cavité articulaire, les récessus synoviaux, les reliefs osseux de la tête métacarpienne et de la base phalangienne, ainsi que le revêtement cartilagineux de la tête métacarpienne. À la face palmaire, de petits os sésamoïdes surplombent parfois la face palmaire des têtes métacarpiennes, en particulier au 5<sup>ème</sup> rayon et à moindre degré au 2<sup>ème</sup> rayon.

La cavité articulaire n'est guère visible à l'état normal. À la face dorsale comme à la face palmaire, on note habituellement la présence d'une structure grossièrement triangulaire, homogène, discrètement hyperéchogène, interposée entre la tête métacarpienne et la base phalangienne à la face profonde du tendon extenseur ou fléchisseur (**fig. 3**). Son aspect morphologique varie d'un individu à l'autre. Elle est constituée d'un tissu fibro-conjonctif vascularisé dont la face profonde, articulaire, est tapissée d'une mince couche synoviale.

Chaque articulation MCP possède un récessus synovial proximal ou récessus métacarpien et un récessus synovial distal ou récessus phalangien à la face palmaire et à la face dorsale. À l'état normal, le récessus métacarpien dorsal est le plus constamment visualisé. Son extrémité proximale est typiquement effilée. Sa hauteur est éminemment variable (9,5 mm en moyenne ; extrêmes, 1,3-15,9 mm). À l'inverse, l'épaisseur synoviale normale mesurée à la face dorsale ou palmaire varie peu (1,5 mm en moyenne ; extrêmes, 0,6-3 mm).



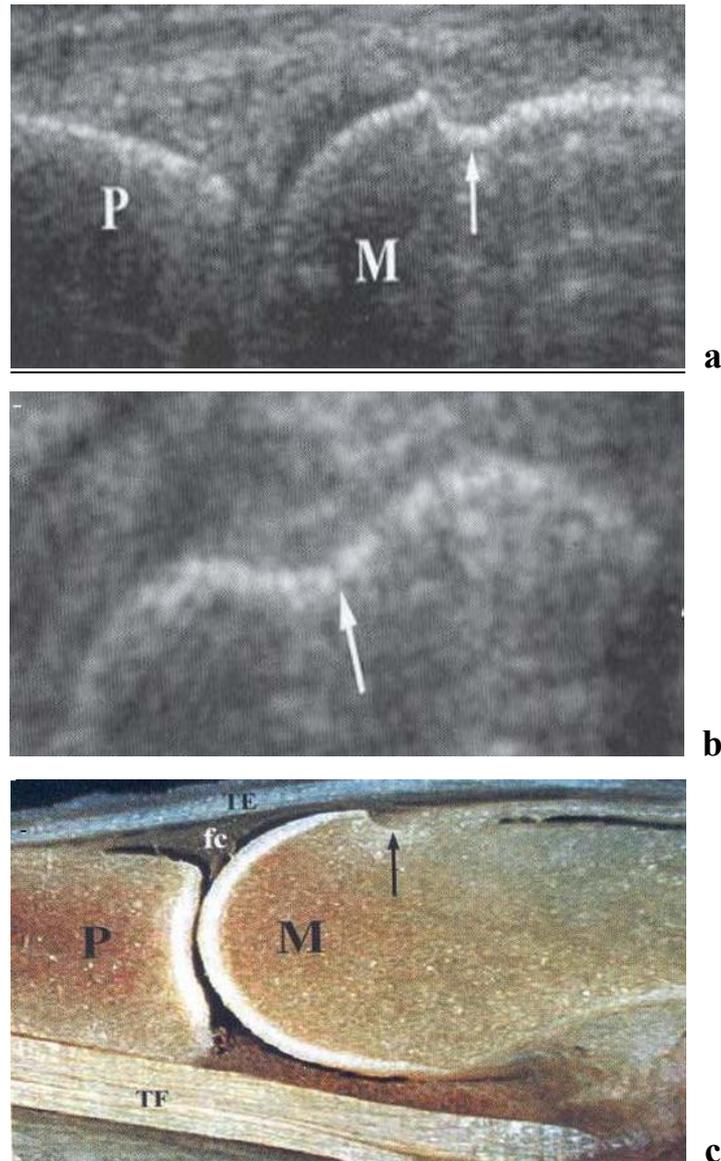
**(Fig. 3)** Coupe échographique longitudinale de la face dorsale d'une articulation métacarpophalangienne normale [13] : **M** = tête métacarpienne, **P** = base phalangienne, **ca** = cartilage, **fc** = tissu fibro-conjonctif, **TE** = tendon extenseur.



**(Fig. 4)** Coupe échographique longitudinale de la face palmaire d'une articulation métacarpophalangienne normale [13]. L'interface entre le cartilage et la cavité articulaire apparaît sous forme d'une ligne échogène (flèche). **P** = base phalangienne, **M** = tête métacarpienne, **TF** = tendon fléchisseur, **ca** = cartilage articulaire.

Seul le revêtement cartilagineux de la tête métacarpienne est bien visible en échographie. La flexion palmaire permet de mieux le dégager. Il apparaît sous forme d'un liseré très hypoéchogène aux limites nettes (**fig. 4**). Son épaisseur est variable (0,7 mm en moyenne ; extrêmes, 0,4-1,2 mm).

Le versant radial des têtes métacarpiennes, fréquemment le siège d'érosions osseuses au cours de la polyarthrite rhumatoïde débutante, offre un aspect physiologique régulièrement incurvé. Sur le versant dorsal des têtes métacarpiennes, en particulier au 2<sup>ème</sup> rayon, mais également sur le versant ulnaire de la 5<sup>ème</sup> tête métacarpienne, on visualise un défaut osseux qu'il s'agira de ne pas confondre avec une authentique érosion osseuse. Cette pseudo-érosion présente typiquement des contours réguliers, des angles de raccordement à la corticale nets (**fig. 5**). Le plan transversal permet une meilleure analyse morphologique que le plan longitudinal. Cette encoche correspond, sur le plan anatomique, à une petite dépression dans laquelle s'insère le récessus synovial. Le versant palmaire des têtes métacarpiennes de même que les bases phalangiennes sont indemnes de telles images-pièges.



**(Fig. 5)** a) Coupe échographique longitudinale de la face dorsale d'une articulation métacarpophalangienne normale [13]. Notez l'aspect de pseudo-érosion (flèche) de la tête métacarpienne. **M** = tête métacarpienne, **P** = base phalangienne. b) Coupe échographique transversale correspondante. La pseudo-érosion (flèche) présente des contours réguliers. c) Coupe macroscopique correspondante montrant l'encoche (flèche) sur la face dorsale de la tête métacarpienne. **M** = tête métacarpienne, **P** = base phalangienne, **fc** = tissu fibro-conjonctif, **TE** = tendon extenseur, **TF** = tendon fléchisseur.

#### **4. Imagerie par résonance magnétique du poignet et de la main :**

##### **a) Technique : [108, 150]**

##### **CHOIX ET TYPES D'ANTENNES**

Compte tenu de la petite taille des structures anatomiques du poignet et de la main, il est essentiel de privilégier une résolution spatiale élevée et pour cela d'utiliser des antennes de surface. L'étude est donc unilatérale.

Deux types d'antennes sont utilisés :

- Des antennes de surface planes posées sur la face dorsale ou palmaire du poignet ou de la main, dont l'inconvénient est d'avoir un signal qui diminue rapidement de la surface vers la profondeur, défaut toutefois peu gênant en raison de la faible épaisseur de ces structures ;
- Des antennes en quadrature, dont le signal est plus homogène.

Pour les doigts, on utilise la plus petite antenne possible, le plus souvent plane. Certains constructeurs proposent des antennes dédiées aux doigts, mais elles restent peu répandues en pratique courante.

##### **POSITION DU PATIENT**

Deux possibilités s'offrent pour l'étude du poignet :

- Le patient est allongé sur le ventre, le membre à explorer au dessus de la tête, l'autre le long du corps ;
- Le patient est allongé sur le dos, le bras à explorer le long du corps.

Le choix de la position ventrale à l'avantage de placer la main et le poignet au centre de l'aimant, et ainsi de bénéficier d'une plus grande homogénéité du champ magnétique et des gradients. Cette position reste toutefois assez inconfortable, difficile à conserver pendant la durée de l'examen (20 minutes environ) et parfois impossible à tenir pour une personne âgée.

Le choix définitif de la position à adopter dépend donc de la possibilité pour le patient de rester immobile dans des conditions de confort acceptables pendant toute la durée de l'examen.

Pour l'étude d'un doigt, l'antenne la plus petite possible est posée sur le doigt à explorer. Il est important de placer le doigt à explorer dans l'axe de ses tendons au niveau du poignet, afin d'avoir la meilleure visibilité possible des tendons et le moins possible d'effet de volume partiel. Ceci permet également de visualiser et d'évaluer une éventuelle rétraction tendineuse proximale en cas de rupture distale.

### **PLANS DE COUPES**

Les plans de coupe doivent être dans la mesure du possible des plans orthogonaux à la zone étudiée et parallèles ou perpendiculaires aux plans anatomiques connus, afin de ne pas compliquer trop l'interprétation des structures anatomiques déjà complexes. Plus un plan s'éloigne de ces plans de références aux coupes remarquables (plans obliques), plus l'interprétation est délicate, entachée d'images pièges.

La programmation des coupes se fait au mieux après un repérage tridimensionnel, afin d'obtenir des plans de coupes orthogonaux aux structures anatomiques.

Le plan coronal est indispensable et réalisé en début d'examen.

Les coupes sont positionnées parallèlement à l'axe des os de la première rangée du carpe et non par rapport à l'axe radius-cubitus.

Les coupes axiales sont orthogonales par rapport aux coupes frontales et les coupes sagittales perpendiculaires aux coupes axiales.

Pour l'étude des doigts, on privilégie les plans sagittal et axial pour l'étude des tendons fléchisseurs et extenseurs. Le plan frontal est utile pour l'étude des articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes.

#### **CHAMPS DE VUE. MATRICES. ÉPAISSEUR DE COUPE**

Il est indispensable de privilégier la résolution spatiale et donc d'utiliser de petits champs de vue avec une matrice élevée, en sachant toutefois que le rapport signal sur bruit décroît lorsque l'on diminue le champ ou que l'on augmente la matrice. En pratique courante, les champs d'exploration ne doivent pas excéder 12 à 15 cm pour une matrice de  $256 \times 256$ . Un champ de vue de 10 cm avec une matrice  $256 \times 256$  donne un pixel de l'ordre de 0,4 mm. Il ne faut pas vouloir utiliser une matrice trop élevée type  $512 \times 512$ , ce qui réduirait de façon trop importante le rapport signal sur bruit.

Il est possible d'utiliser une matrice asymétrique afin de réduire les temps d'acquisition. Ceci doit être évité pour les séquences 3D, car un voxel

asymétrique dégrade considérablement la qualité des reconstructions dans un plan différent de celui d'acquisition.

Pour l'étude des doigts, il faut réduire au maximum les champs d'exploration, de 10 à 12 cm en pratique courante, champs qui peuvent être réduits encore plus jusqu'à 4 cm en utilisant les techniques d'imagerie par résonance magnétique (IRM) haute résolution avec antennes dédiées pour les doigts. Ces techniques ne sont pas encore de pratique courante et réservées à des centres très spécialisés. Il faut toutefois savoir que, en cas de rupture tendineuse, il est important d'évaluer les éventuelles rétractions qui peuvent être très proximales à la rupture. Ces petits champs d'exploration peuvent être insuffisants pour explorer en un seul temps l'extrémité des doigts et le poignet en cas de *gap* intertendineux important. Il ne faut donc pas hésiter à effectuer un second centrage où généralement une seule séquence complémentaire permet un repérage correct de la partie proximale du tendon.

Les coupes doivent être fines, de l'ordre de 3 mm pour les séquences 2D, espacées de 0,3 mm dans les plans sagittal et frontal où l'épaisseur du volume à étudier est faible, facilement couverte par 12 à 16 coupes. L'épaisseur des coupes axiales et la distance intercoupes peuvent être un peu plus larges (4 mm/0,4 mm jusqu'à 5 mm/1 mm), adaptées au volume à explorer.

### **CHOIX DES SÉQUENCES**

- **Séquences pondérées T1**

Elles sont le plus souvent obtenues en écho de spin T1, avec un bon rapport signal sur bruit et une excellente définition anatomique. Les ligaments,

les tendons et le cortex sont en hyposignal et la médullaire osseuse en hypersignal de type graisseux.

- **Séquences pondérées T2**

Les séquences en écho de spin rapide (*turbo T2*, *fast T2*), sont les plus utilisées avec un temps d'acquisition plus court et un excellent rapport signal sur bruit.

Malheureusement, le signal de la graisse reste élevé sur ces séquences, difficile à différencier d'un hypersignal liquidien ou œdémateux. Elles sont donc le plus souvent associées à une saturation du signal de la graisse qui les rend beaucoup plus sensibles et donc plus informatives. La qualité de la suppression du signal de la graisse dépend de l'homogénéité du champ magnétique et peut donc être de moins bonne qualité lorsque la structure étudiée n'est pas au centre de l'aimant.

Les séquences en T2 *short tau inversion recovery* (STIR) donnent des informations proches des séquences T2 avec suppression de la graisse, puisque, avec ce type de séquences, le signal de la graisse est éliminé.

Les séquences en écho de gradient 2D se caractérisent par des possibilités de faible épaisseur de coupes, inférieures à celles obtenues en écho de spin rapide, mais avec un contraste moins pur entre les structures anatomiques.

Les séquences en écho de gradient 3D sont les séquences de choix pour l'étude des cartilages et de certaines structures tendineuses, en particulier les tendons des doigts. Ces séquences permettent l'acquisition d'une pile de coupes fines, inférieures au millimètre, jointives avec les possibilités de reconstructions

secondaires dans un plan différent du plan d'acquisition. La résolution spatiale de ces coupes est élevée, mais le contraste moins bon qu'avec les autres séquences T2. Il faut savoir que les images reconstruites dans les plans différents de celui d'acquisition sont de qualité inférieure, qualité qui dépend du caractère symétrique du voxel (isotropie). Pour l'étude des cartilages, il faut donc privilégier un plan d'acquisition perpendiculaire aux structures à analyser.

### **INJECTION DE GADOLINIUM**

Elle est utile pour explorer les pathologies synoviales articulaires ou tendineuses, en cas de lésion tumorale, en cas de problème après chirurgie tendineuse au niveau des doigts en particulier. Elle peut être également intéressante pour diagnostiquer une nécrose osseuse.

La prise de contraste est mise en évidence sur les séquences T1. Elle est sensibilisée en adjoignant une suppression du signal de la graisse.

### **b) Artefacts : [150]**

#### **Artefacts de mouvements**

Ils apparaissent en raison d'un mouvement du patient où peuvent être liés aux pulsations artérielles des vaisseaux. Ces artefacts apparaissent dans l'axe de codage de phase.

Les artefacts liés aux mouvements des patients doivent être prévenus par une bonne immobilisation du poignet et de la main, et par une installation confortable du patient.

Les artefacts de flux peuvent être éliminés par l'utilisation de compensation de flux ou de présaturation. On peut également inverser le codage

phase-fréquence afin que les artefacts ne se projettent pas sur la structure à étudier.

### Repliement ou « aliasing »

Cet artefact se produit lorsque le champ de vue est inférieur à la structure à étudier. On l'évite en choisissant un champ de vue adapté ou en utilisant la technique de suréchantillonnage, qui a l'inconvénient d'allonger le temps d'acquisition.

### Déplacement chimique

Il se produit à l'interface eau-graisse, se traduisant par une ligne noirâtre. Il est lié à la différence de fréquence de résonance des protons de l'eau et de la graisse. Plus le champ magnétique est élevé, plus cette différence est grande et plus l'artefact est important. Il est également plus important lorsque l'on utilise des petits champs.

### Angle magique

Il faut rappeler que les coupes T1 sont sensibles à l'artefact d'angle magique. Lorsqu'une structure tendineuse se trouve dans un plan de  $55^\circ \pm 5^\circ$  par rapport au champ magnétique  $B^0$ , son signal devient anormalement hyperintense. Cette disposition se retrouve fréquemment pour les tendons du long extenseur du pouce ou du long fléchisseur du pouce, en fonction du degré d'abduction de celui-ci. Cette image piège doit être bien connue afin de ne pas interpréter cet hypersignal comme pathologique. La normalité du signal sur les séquences T2 permet de redresser le diagnostic.

### **c) Anatomie IRM normale du poignet : [150]**

#### **STRUCTURES OSSEUSES**

Toutes les structures osseuses normales du poignet apparaissent en hypersignal T1, hyposignal T2 pour la médullaire et en hyposignal sur toutes les séquences pour la corticale. Le plan coronal donne une excellente vue globale des structures osseuses du poignet, mais également des extrémités distales du radius et de l'ulna et de leurs éventuelles variations anatomiques. Le plan axial permet une étude de l'articulation radio-ulnaire inférieure. Le plan sagittal est utile pour apprécier l'alignement des os du carpe.

#### **CARTILAGE**

De par sa faible épaisseur, l'étude fine du cartilage des os du poignet reste encore difficile. Les coupes en écho de gradient 3D sont les plus informatives.

#### **LIGAMENTS ET TENDONS**

Les coupes axiales permettent de visualiser tous les ligaments et les tendons. Elles permettent aussi l'étude de chaque tendon extenseur et fléchisseur au niveau du poignet, rendant possible le dépistage de lésion de ténosynovite. Quant à l'étude des tendons dans leur grand axe, elle est possible en coupes frontales et sagittales.

Les ligaments palmaires et dorsaux du carpe sont bien étudiés en coupes axiales, les coupes frontales permettent une meilleure visualisation des ligaments latéraux interne et externe ainsi que du ligament triangulaire qui apparaît en hyposignal sur toutes les séquences.

#### **d) Anatomie IRM normale des doigts : [150]**

##### **PLAQUE PALMAIRE**

Il s'agit d'un fibrocartilage qui assure la cohésion sur le versant palmaire de chaque articulation interphalangienne. Elle s'étend depuis les faces palmaires et latérales des phalanges. Elle s'étudie en coupes sagittales et coupes axiales, et apparaît en hyposignal sur toutes les séquences mais en discret hypersignal par rapport aux tendons.

##### **TENDONS DES DOIGTS**

- **Tendons fléchisseurs :**

Chaque doigt long comporte un tendon fléchisseur superficiel et un tendon fléchisseur profond.

Le tendon long fléchisseur du pouce chemine entre les faisceaux musculaires du court fléchisseur du pouce et s'insère sur la deuxième phalange.

- **Tendons extenseurs :**

L'extenseur commun des doigts donne quatre tendons destinés aux quatre derniers doigts. Les extenseurs propre de l'index et du cinquième doigt s'unissent en regard de la métacarpophalangienne à l'extenseur commun correspondant.

Le tendon court extenseur du pouce s'insère sur la base de la première phalange du pouce. Le tendon long extenseur du pouce s'insère sur l'extrémité postérieure de la deuxième phalange.

Ces tendons fléchisseurs et extenseurs sont étudiés sur les coupes sagittales et axiales et apparaissent en hyposignal franc sur toutes les séquences.

### **5. Tomodensitométrie :**

Il n'existe aucun article sur l'utilité diagnostique du scanner dans la polyarthrite rhumatoïde récente. La plupart des études scanographiques concernent les grosses articulations telles que les épaules ou les genoux.

## **B. PIEDS :**

### **1. Rappel anatomique : [27]**

Le squelette du pied comprend, d'arrière en avant, trois séries d'os : le tarse, le métatarse, les phalanges.

#### **a) Tarse (Tarsus):**

Il se divise en deux parties. Le tarse postérieur est composé du Talus (Astragale) qui recouvre partiellement le Calcaneus (Calcanéum). Le tarse antérieur comprend à sa partie latérale en avant du talus l'os cuboïde (Os Cuboideum), à sa partie médiale et en avant du calcaneus l'os naviculaire (Os Naviculare), et en avant de l'os naviculaire les os cunéiformes (médial, intermédiaire, latéral).

#### **b) Métatarse (Metatarsus):**

Il est formé de cinq métatarsiens numérotés de dedans en dehors. Les trois premiers métatarsiens sont articulés avec les trois os cunéiformes, les deux derniers avec l'os cuboïde.

**c) Phalanges :**

Elles forment le squelette des orteils. Elles sont au nombre de deux pour l'hallux et de trois pour les autres orteils.

**2. Radiologie conventionnelle: [27]**

**a. Radiographie du pied de face :**

• **Technique**

Le sujet est en décubitus, jambes et cuisses fléchies, les pieds posés à plat sur la cassette. Le rayon directeur est incliné de 15° en cranial centré entre les deux pieds à hauteur de la base du deuxième métatarsien.

• **Incidence du métatarse et des phalanges**

Le rayon directeur est vertical, centré à deux travers de doigt en arrière de la tête du deuxième métatarsien.

**b. Radiographie du pied de profil :**

• **Technique**

Le sujet est en décubitus latéral ou en oblique postérieur du côté à radiographier, le pied reposant sur la cassette par sa face latérale, en position neutre. L'axe quatrième métatarsien-calcaneus doit être parallèle à la cassette. Le rayon directeur est vertical, centré sur l'os naviculaire.

### **c. Radiographie du pied en oblique interne :**

- **Technique**

Le sujet est en décubitus dorsal, le pied reposant sur la plaque par son bord médial, la plante du pied faisant un angle d'environ 45° avec la cassette. Le rayon directeur est vertical, centré sur la base du troisième métatarsien.

Cette incidence dite du « pied déroulé » permet une vue de l'ensemble du pied (sauf calcaneus et talus qui sont mal visualisés). Elle doit individualiser les cinq métatarsiens et les phalanges et permettre une bonne visualisation de la base du cinquième métatarsien.

### **3. Échographie :**

L'échographie superficielle en haute définition, pour un rapport coût-performance imbattable et une innocuité complète, effectue actuellement une percée remarquable, en particulier pour l'étude des tendons, des ligaments et des muscles du pied.

Les cinquièmes et premières articulations métatarsophalangiennes sont les deux cibles critiques pour l'étude échographique du pied. Chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, la 5<sup>ème</sup> articulation MTP est une cible précoce des synovites agressives. À ce niveau, l'échographie permet de visualiser des érosions minimales non discernables par la radiologie conventionnelle.

### **4. Imagerie par résonance magnétique : [26, 27]**

L'IRM permet une excellente étude anatomique grâce aux différents contrastes spontanés magnétiques des structures dans les séquences pondérées

en T1 : hypersignal franc de la graisse au sein de la moelle osseuse et des parties molles ; hyposignal franc des ligaments , des corticales et du liquide intra-articulaire ; signal intermédiaire des cartilages.

Les images pondérées en T1 sont réalisées en incidence axiale des plans supérieurs aux plans inférieurs, en incidence frontale des plans antérieurs aux plans postérieurs et en incidence sagittale de dedans en dehors. Pour assurer le maximum de confort au patient et ainsi éviter tout risque de mouvement pendant l'examen, le pied n'est pas placé en position neutre, il est installé avec un degré de flexion plantaire suffisant pour être confortable et les plans des coupes axiales et frontales sont tracés sur les images de repérage obtenues en incidence sagittale.

● **Technique :**

Étant donné la petite taille du pied, l'utilisation d'une antenne de surface adaptée est nécessaire, antenne de surface émettrice et réceptrice si possible d'environ 30 cm de diamètre.

La séquence anatomique de choix est la séquence pondérée en T1, en écho de spin avec TR court d'environ 500 ms et TE court d'environ 25 ms.

La matrice de reconstruction doit être large (512 × 512) pour une meilleure résolution spatiale.

Les incidences doivent s'adapter à l'anatomie suivant des règles simples : une articulation s'étudie dans des plans perpendiculaires à son axe.

La séquence pondérée en T2, en écho de spin rapide avec suppression du signal de la graisse (ou le STIR) est très utilisée pour son potentiel de mise en évidence de l'eau, surtout de la moelle osseuse (recherche d'un œdème).

## **C. RACHIS CERVICAL :**

### **1. Rappel anatomique : [11]**

7 pièces cervicales différentes constituent le rachis cervical :

L'atlas s'articule avec l'occipital en haut par deux larges surfaces articulaires, les masses latérales de l'atlas. Dans cette articulation se consomme la moitié de la flexion-extension du rachis cervical.

L'atlas s'articule en bas avec l'axis et en avant avec l'apophyse odontoïde de l'axis, qui centre les mouvements de rotation, existant entre ces 2 vertèbres. L'appareil ligamentaire est complexe et fragile.

Les autres vertèbres cervicales se ressemblent toutes : Elles présentent un corps vertébral, s'articulant avec le voisin par les apophyses unciformes et par le disque. Latéralement, deux pédicules relient le corps à l'arc postérieur, qui comprend deux apophyses articulaires, des apophyses transverses, des lames et une apophyse épineuse.

La *moelle épinière*, protégée par l'arc postérieur, envoie à chaque étage 2 racines symétriques. La première est située entre l'occipital et l'atlas. Chaque racine prend donc le numéro de la vertèbre qui est sous-jacente. Chaque racine traverse le foramen ou trou de conjugaison correspondant.

Le rachis cervical est composé de deux parties distinctes : le rachis cervical supérieur (articulations atloïdo-axoïdienne, atloïdo-odontoïdienne, occipito-atloïdienne) et le rachis cervical inférieur, de C3 à C7 (articulations uncovertébrales et apophysaires postérieures). La mobilité en rotation dépend principalement du rachis cervical supérieur, la flexion extension du rachis cervical inférieur. Les éléments du rachis cervical, et particulièrement la jonction crânio-cervicale, sont des segments très mobiles et donc très sollicités, dont la stabilisation est assurée par de nombreux ligaments dont les principaux sont le ligament transverse, les ligaments alaires et les ligaments en Y. (**fig. 6, 7**)

## **2. Radiologie conventionnelle : [112]**

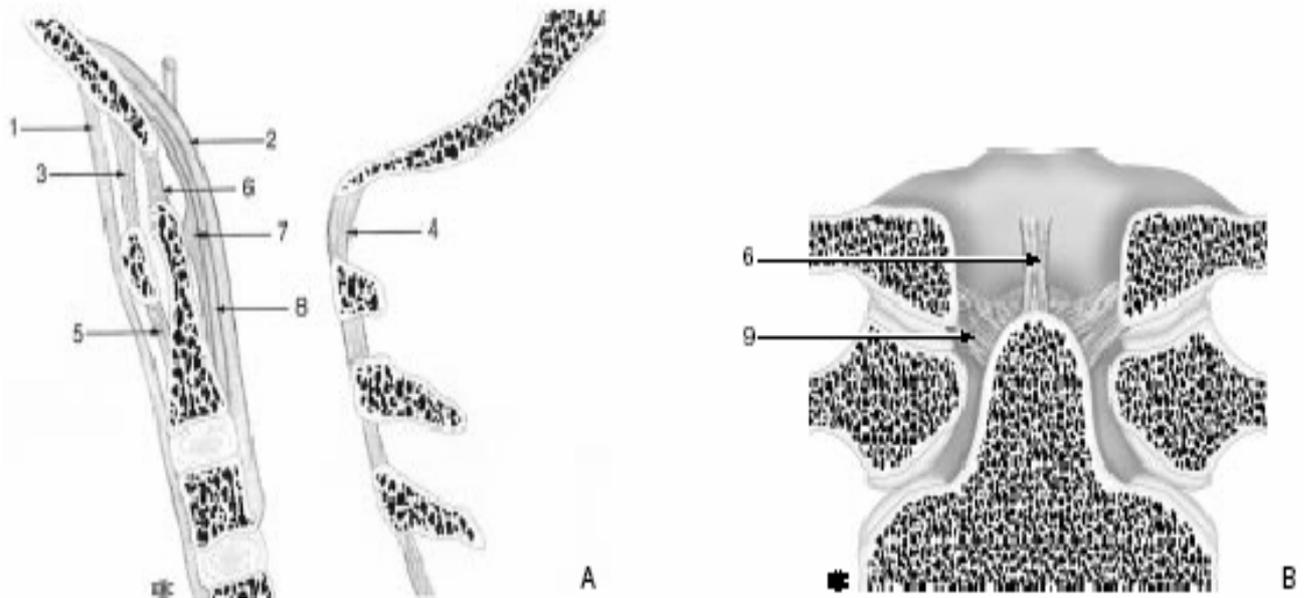
### **a) Clichés de face:**

Le massif facial, et notamment la mandibule qui se projette sur le rachis cervical supérieur, empêche d'étudier la totalité du rachis cervical de face sur une seule incidence. Il faut utiliser **deux poses différentes** pour obtenir une étude complète du rachis cervical de face :

- Une 1<sup>ère</sup> incidence étudie le rachis cervical inférieur (de C3 inclus à C7) ;
- Une 2<sup>ème</sup> incidence étudie le rachis cervical supérieur (de l'os occipital à C3).

#### Incidence de face du rachis cervical inférieur en antéropostérieur :

- Technique : le patient est, en général, assis, tête calée. Le rayon est ascendant de 10 à 15° pour enfiler au mieux les disques (**fig. 8-A**). Le point de centrage c'est le cartilage thyroïde. Cette incidence dégage habituellement de C3 aux premières dorsales.

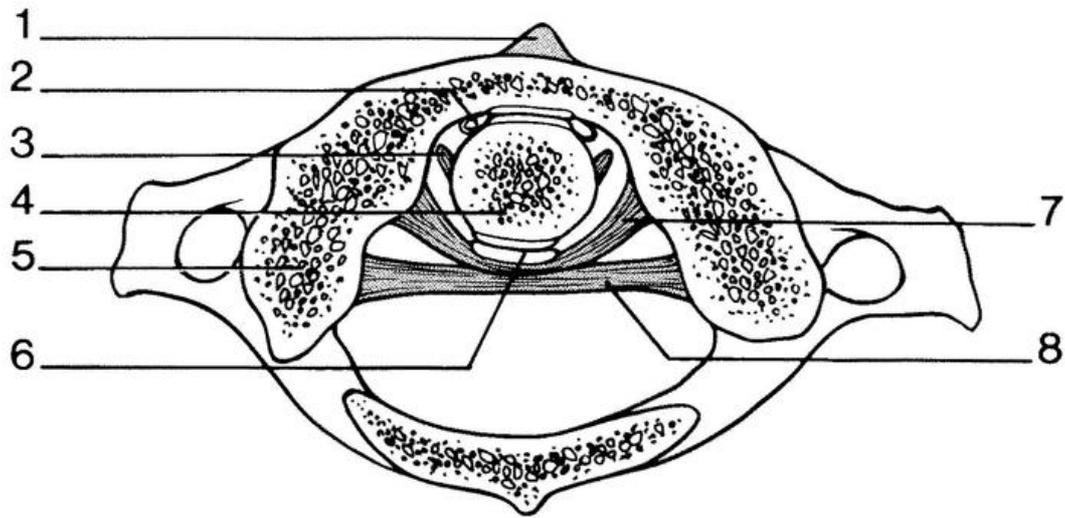


**(Fig. 6) Articulations atloïdo-occipitale et atloïdo-axoïdienne. [59]**

1- Ligaments longitudinal antérieur, 2- ligament longitudinal postérieur, 3- membrane atloïdo-occipitale antérieure, 4- membrane atloïdo-occipitale postérieure, 5- ligament atloïdo-axoïdien, 6- ligament apical, 7- ligament transverse avec ses deux faisceaux ascendant et descendant, 8- membrana tectoria , 9- ligament alaire.

**A. Coupe sagittale médiane.**

**B. Coupe coronale.**



**(Fig. 7) Coupe horizontale passant par l'arc antérieur de C1 (schéma d'après Pernkopf), destinée à montrer les rapports entre C1 et l'odontoïde.**

[111]

- 1 - Ligament vertébral commun antérieur.
- 2 - Articulation odonto-atloïdienne avec sa synoviale.
- 3 - Ligament alaire (sectionné).
- 4 - Apophyse odontoïde.
- 5 - Masse latérale de C1.
- 6 - Articulation syndesmo-odontoïdienne avec sa synoviale.
- 7 - Ligament transverse.
- 8 - LVCP et ligament occipito-axoïdien.

Incidences de face du rachis cervical supérieur :

Le problème que pose la superposition du massif facial et du rachis cervical supérieur peut être résolu de différentes façons.

**Incidence C1-C2 de face, bouche ouverte. (fig. 9)**

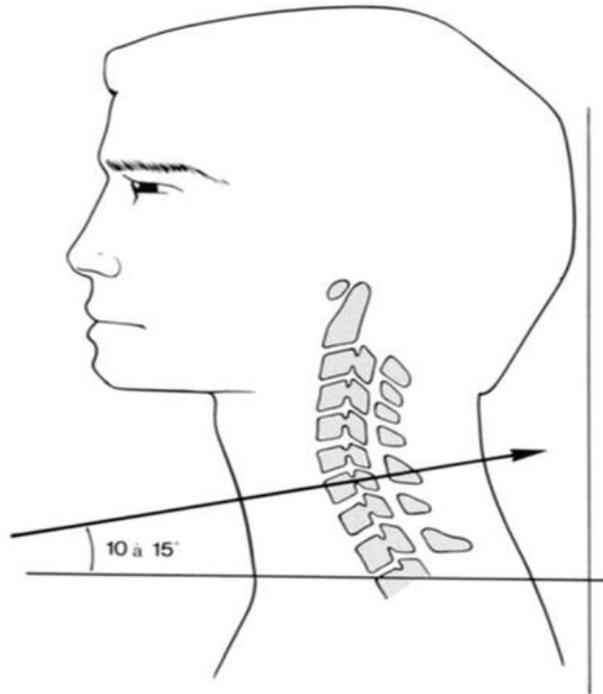
Son principe est, en demandant au patient d'ouvrir la bouche, d'abaisser la mandibule afin de se libérer de sa superposition sur C1, C2 voire C3 (**fig. 8-B**). Le patient est assis ou en décubitus dorsal, bouche ouverte au maximum. Le rayon est orienté selon une ligne joignant la partie inférieure des incisives supérieures à l'écaille de l'occipital. Un contrôle scopique est souvent utile.

Les facettes articulaires inférieures de C1 sont toujours bien vues (si le patient est strictement de face). Les facettes articulaires supérieures, en raison de leur concavité, sont moins bien analysées. Les tubercules d'insertion du ligament transverse, à la face interne des masses latérales (« pseudo-notch ») sont bien visibles. L'apophyse odontoïde est parfaitement centrée entre les deux masses latérales de C1.

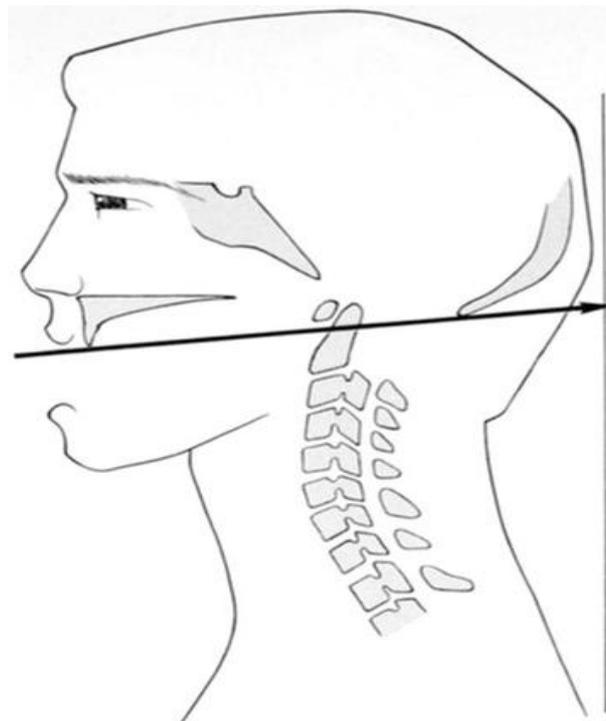
En fonction des sujets, les articulations occipito-atloïdiennes, voire la partie supérieure des masses latérales de C1, sont plus ou moins faciles à dégager des superpositions du maxillaire ou de l'occipital.

**Incidence occipito-atloïdienne trans-nasale de face :**

Son principe est de projeter les articulations occipito-atloïdiennes, voire C1-C2, dans la clarté des sinus maxillaires ou des fosses nasales. Le patient est placé en décubitus dorsal. Les articulations occipito-atloïdiennes sont ainsi disposées près du film, et les sinus maxillaires, plus éloignés, sont agrandis.



**(Fig. 8-A) Incidence de face du rachis cervical inférieur. Positon du patient**



**(Fig. 8-B) Incidence C1-C2 de face, bouche ouverte. Position du patient.**



**(Fig. 9) Incidence du rachis cervical supérieur de face, bouche ouverte [112].**

Le rayon est parallèle à la ligne orbitoméatale ( $OM = 0^\circ$ ). A noter que, même si les articulations se projettent sur les incisives, elles restent, en général, analysables.

**b) Clichés de profil strict :**

Elles se résument à deux. L'une étudie l'ensemble du rachis cervical et l'autre est destinée à l'étude plus précise de la région craniovertébrale à l'aide d'un cliché centré et plus pénétré. Le plus souvent le cliché d'ensemble suffit.

Incidence d'ensemble du rachis cervical de profil : (fig. 10)

- **Technique :** le patient est assis sur un tabouret, tête calée par des coussins de mousse adaptés, en profil strict. On lui demande d'abaisser au maximum les épaules. Il est nécessaire que le rachis cervical conserve sa position physiologique, regard horizontal. Le centrage s'effectue à mi-distance entre l'angle de la mandibule et l'épaule, à la verticale du conduit auditif externe. Le film utilisé doit être de format suffisant pour couvrir la totalité du rachis cervical, la base du crâne, une partie du massif facial (au moins jusqu'au bord postérieur du palais osseux) et la jonction cervicodorsale. La distance foyer-film doit être la plus grande possible. Il est souhaitable qu'elle soit supérieure à 1,50 m, et donc l'emploi d'une grille fixe et d'un tube mobile est recommandé.

### Région craniao-vertébrale de profil

- **Technique** : le cliché est centré plus haut que pour le rachis cervical global (sur le lobe de l'oreille) et un peu plus pénétré. Ce cliché localisé complète, éventuellement, la vue d'ensemble et sert à tracer les principales lignes repères (**fig. 11**).

Le sommet de l'odontoïde ne doit pas dépasser vers le haut la *ligne de Chamberlain* (qui joint le bord postérieur du palais osseux au bord postérieur du trou occipital), ou la *ligne de Mac Gregor* (qui joint le bord postérieur du palais osseux à la partie la plus déclive de l'écaïlle occipitale). Ce sommet doit rester en avant de la tangente au clivus (ligne basilaire de Thiébaud, Wackenheim et Vrousos). Le fait que le sommet de l'odontoïde dépasse de plus de 7 mm la ligne de Chamberlain caractérise l'impression basilaire. En fait, ces lignes n'ont plus la valeur qu'elles avaient autrefois dans la mesure où il est devenu facile de visualiser directement le névraxe et ses éventuelles anomalies par l'IRM.

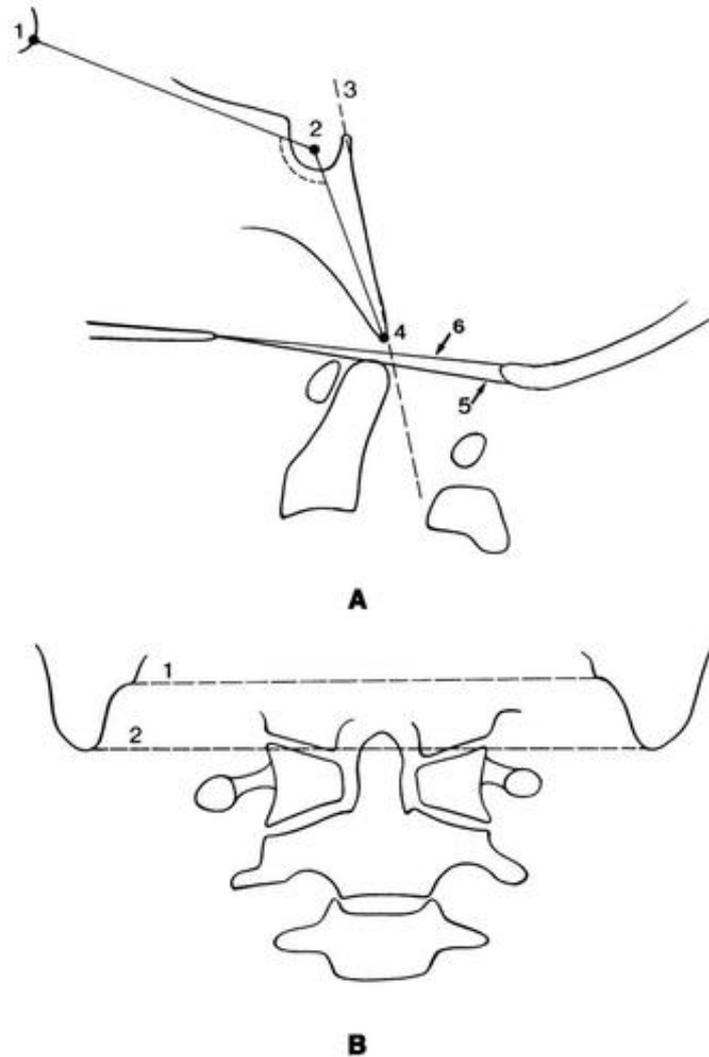
#### **c) Clichés dynamiques de profil :**

- **Technique** : le patient est assis, tête calée par un coussin de mousse. On commence par enregistrer un cliché de profil standard en position neutre (plan du regard horizontal). Puis on demande au patient, sans bouger les épaules, en restant strictement de profil, de fléchir au maximum le rachis cervical. Ce mouvement doit être effectué sans forcer, par le patient lui-même, sous contrôle du radiologiste qui doit l'interrompre dès la moindre douleur ou manifestation anormale.



**(Fig. 10) Radiographie du rachis cervical de profil [112].**

- 1-** Projection du bord inférieur des masses latérales de C1 sur la base de l'apophyse odontoïde.
- 2-** Trou transversaire de C2.    **3-** Base de l'épineuse de C2 décalée de 2 à 3 mm vers l'arrière par rapport à l'arc postérieur de C1 et de C3.
- 4-** Apophyse transverse de C4.    **5-** Bord antérieur du corps vertébral.
- 6-** Bord postérieur du corps vertébral. **7-** Bord antérieur du massif articulaire.
- 8-** Bord postérieur du massif articulaire. **9-** Racine de l'épineuse.
- 10-** Espace spino-articulaire.



**(Fig. 11) [112]**

**A) Lignes repères de la région crano-vertébrale de profil.**

**1- Nasion. 2- Angle basal de Boogaard.**

**3- Ligne basilaire de Thiébaud, Wackenheim et Vrousos.**

**4- Bord antérieur du trou occipital. 5- Ligne de Mac Gregor.**

**6- Ligne de Chamberlain.**

**B) Lignes repères de la région cranovertébrale de face.**

**1- Ligne bidigastrique (Fischgold et Metzger).**

**2- Ligne bimastoïdienne (Fischgold et Metzger).**

- Un cliché est enregistré au maximum de la flexion obtenue. De la même façon, le patient porte ensuite son rachis cervical en extension maximale.
- Les documents obtenus peuvent être étudiés :
  - de façon subjective*, en comparant la position des vertèbres, l'aspect des disques, l'écartement des épineuses d'un cliché à l'autre. Cette méthode, bien que non chiffrée, est rapide et assez « parlante » ;
  - de façon chiffrée*, en mesurant les angles de flexion-extension des vertèbres. Bien que théoriquement plus satisfaisante, ces méthodes sont longues et moins précises qu'il n'y paraît (rotation parasite du rachis pendant le mouvement, petitesse des structures à mesurer, imprécision des points repères...). Elles ont, pour elles, le mérite d'être objectives.

Au niveau de l'articulation atlas-axis de profil, il faut mesurer la distance entre l'arc antérieur de l'atlas et l'odontoïde. Si cette distance dépasse 4 à 6 mm, surtout en hyperflexion, il existe une rupture ligamentaire ou une distension ligamentaire : dislocation atlas-axis.

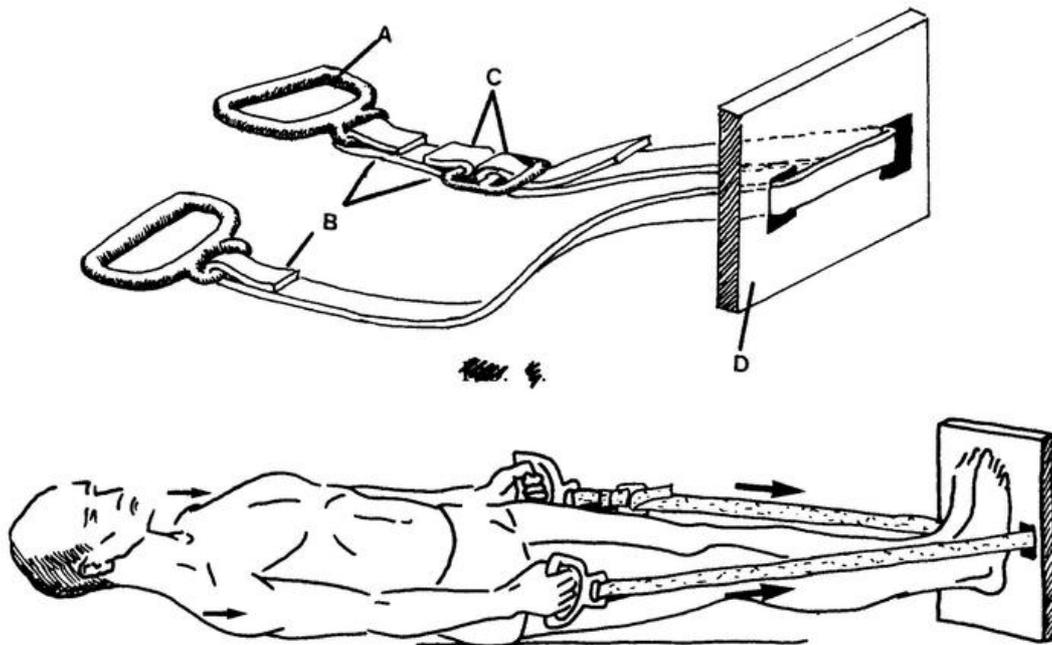
### **3. Tomodensitométrie : [113]**

Tomodensitométrie (TDM, scanner) et radiographie conventionnelle sont toutes les deux basées sur l'analyse de l'absorption des rayons X par les tissus vivants. Le scanner fournit, à ce niveau, des coupes axiales perpendiculaires au grand axe du rachis particulièrement informatives.

La finesse de l'anatomie du rachis cervical implique l'utilisation d'une technique TDM adaptée : coupes fines, très haute définition, focalisation, nécessité fréquente d'une injection intraveineuse de produit de contraste.

**a) Technique :**

- Le patient est installé en décubitus dorsal, tête calée dans une têtère adaptée. La superposition des épaules provoque un artefact important des coupes passant par le rachis cervical inférieur. Il est donc nécessaire d'abaisser les épaules au maximum. Nous employons, pour cela, une sangle spéciale (**fig. 12**) qui permet, en pratique, de visualiser correctement le disque C6-C7 (voire C7-D1) chez la quasi-totalité des patients.
- L'alignement du rachis cervical, strictement de face, et l'immobilisation du patient doivent être particulièrement soigneux.
- Si une injection IV de produit de contraste est prévue, une voie d'abord sera installée avant le positionnement du patient afin d'éviter tout mouvement secondaire de celui-ci. L'injection est faite avant la prise de la radiographie digitalisée de repérage de façon à éviter tout mouvement parasite lié à l'injection.
- On réalise une radiographie digitalisée de repérage (« scout view ») sur laquelle seront positionnées les coupes à effectuer. Celles-ci sont adaptées au problème posé. Pour une étude discale, elles sont placées parallèlement au plan des disques à étudier et mesurent 1 à 2 mm d'épaisseur. Elles sont jointives ou espacées de 1 mm. Sont réalisées quatre à six coupes par disque. Dans les autres cas, les coupes vont de zone saine à zone saine, débordant de part et d'autre la zone pathologique à étudier.



**(Fig. 12) [113] Système de sangle destinée à abaisser les épaules, utilisée pour l'étude TDM du rachis cervical inférieur : petit moyen pour mieux visualiser les dernières vertèbres cervicales au scanner) (A : poignée, B et C : boucle, D : planchette).**

- L'étude des coupes est faite systématiquement en fenêtre osseuse (300-1500 UH environ) et fenêtre des parties molles (50-400 UH) (**fig. 13**).
- Nous utilisons plus volontiers un filtre « dur » dans la mesure où, étant donné la petite taille des structures, une excellente définition spatiale est demandée. Si une bonne résolution en densité est nécessaire, un filtre « mou » peut être utilisé.
- Pour l'étude du rachis cervical supérieur, il est nécessaire d'incliner les plans de coupe, à la demande, en fonction de la radiographie digitalisée de repérage, de façon à éviter au maximum les amalgames dentaires qui provoquent des artefacts extrêmement gênants.

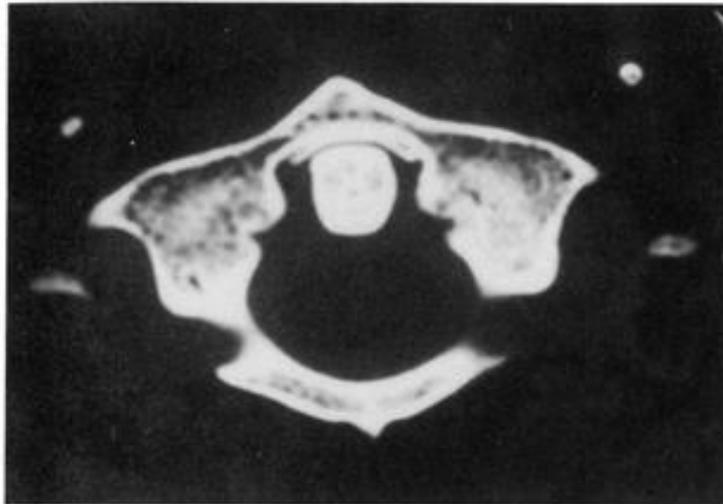
Deux types sont aujourd'hui à notre disposition : la TDM conventionnelle et la TDM hélicoïdale.

- **LA TDM CONVENTIONNELLE**

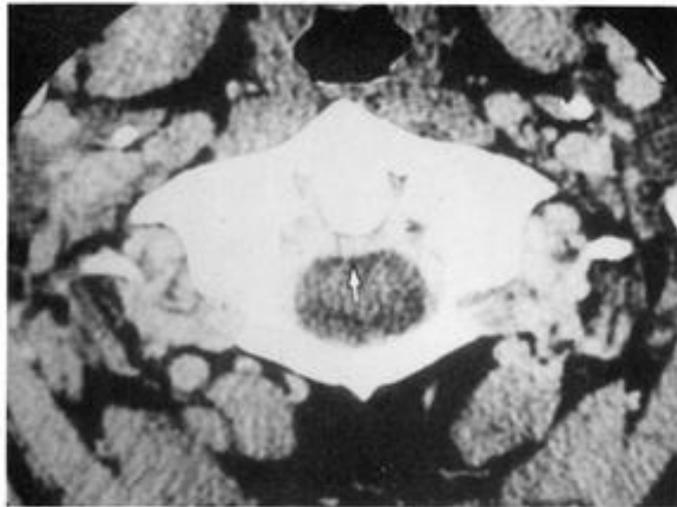
La TDM en coupes sériées est la plus anciennement connue. Une précision suffisante implique des coupes particulièrement fines (1 mm voire 0,5 mm pour certains appareils).

Elle permet l'étude du segment mobile rachidien qui est l'unité fonctionnelle du rachis constitué par :

- le disque intervertébral ;
- les apophyses articulaires postérieures ;
- les ligaments unissant les arcs postérieurs.



**A**



**B**

**(Fig. 13) A. Coupe TDM passant par C1. Fenêtre osseuse.  
B. Même coupe à fenêtres des parties molles (après injection IV de  
contraste). Visibilité du ligament transverse (flèche) [113].**

(Elle montre parfaitement les rapports entre l'odontoïde et l'arc antérieur de C1)

- **LA TDM HELICOIDALE**

Technologie plus récente consiste en une acquisition des données non pas par « tranches » mais par volume, c'est ce volume de données numériques que l'ordinateur va traiter et présenter. Utilisant des améliorations des systèmes informatiques apportés aujourd'hui à la TDM, le post-traitement des images, longtemps considéré comme un luxe onéreux est devenu une nécessité.

Au niveau de la charnière cervico-occipitale, la superposition des coupes permet de visualiser et de quantifier une déviation antéro-postérieure rotatoire, soit par les tangentes au mur postérieur, soit par les axes des épineuses.

Les reconstructions bidimensionnelles (2D) sagittales apportent une vision essentielle de l'empilement des articulaires et de l'alignement du mur postérieur.

Les reconstructions tridimensionnelles (3D) présentent un intérêt certain dans la visualisation spatiale des déplacements osseux par glissement ou rotation et souvent aussi des diastasis articulaires. Elles permettent une bonne visualisation du canal rachidien sur le plan transversal et sagittal.

#### **4. Imagerie par résonance magnétique : [70, 95]**

L'imagerie du rachis cervical se base principalement sur la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique (IRM). L'analyse du compartiment intradural repose presque exclusivement sur l'IRM.

L'IRM permet une étude morphologique globale dans les différents plans de l'espace des différentes composantes rachidiennes.

**a) Technique :**

Pour obtenir une bonne imagerie du rachis, un rapport signal/bruit élevé, une bonne résolution spatiale et un contraste élevé sont nécessaires. Comme ces facteurs sont intriqués, l'altération d'un seul affecte les autres.

De nombreuses techniques, telles que l'augmentation du nombre d'excitations et la diminution du champ exploré, ont été utilisées pour améliorer le rapport signal/bruit. L'emploi des antennes de surface semble cependant être la technique la plus efficace. En raison de la disproportion entre la taille du cou, du rachis cervical et celle des antennes corps, l'utilisation d'antennes de surface planes ou circonférentielles a notablement amélioré l'imagerie du rachis cervical.

Bien que l'utilisation de ces antennes n'influence pas directement la résolution spatiale et la qualité du contraste, l'augmentation du rapport signal/bruit qu'elle apporte les améliore indirectement. Les antennes de surface peuvent être utilisées avec toutes les séquences, quelle que soit l'intensité du champ de l'appareil. Avec les appareils à bas champs, elles améliorent significativement le rapport signal/bruit sans production d'artefact (ce qui est fréquemment constaté sur les machines à hauts champs).

Une très bonne résolution spatiale est nécessaire pour réaliser une parfaite étude anatomique du rachis cervical. Elle peut être obtenue en augmentant l'intensité des gradients, en diminuant le champ d'exploration et les pixels doivent être égaux ou inférieurs à 1 mm. Par contre en T2, en raison du moins bon rapport signal/bruit, une résolution spatiale moins élevée et des épaisseurs de coupes plus importantes sont admises.

Le contraste de l'image peut être modifié en jouant sur le temps de répétition (TR) et le temps d'écho (TE). Avec les techniques d'imagerie en écho de gradient, un nouveau paramètre peut modifier le contraste de l'image : l'angle de bascule (flip angle-alpha) [95].

- **DES EPREUVES DYNAMIQUES** peuvent être obtenues en flexion et en extension ; une amplitude de mouvement limitée par la technologie de l'antenne, des artefacts et une moindre résolution rendent les résultats peu convaincants actuellement dans les situations pathologiques. Cependant, ces épreuves dynamiques sont indispensables dans le cadre de la polyarthrite rhumatoïde à la recherche d'une compression médullaire par une luxation C1-C2. L'utilisation d'une IRM ouverte à champ transversal rend les explorations dynamiques plus faciles.

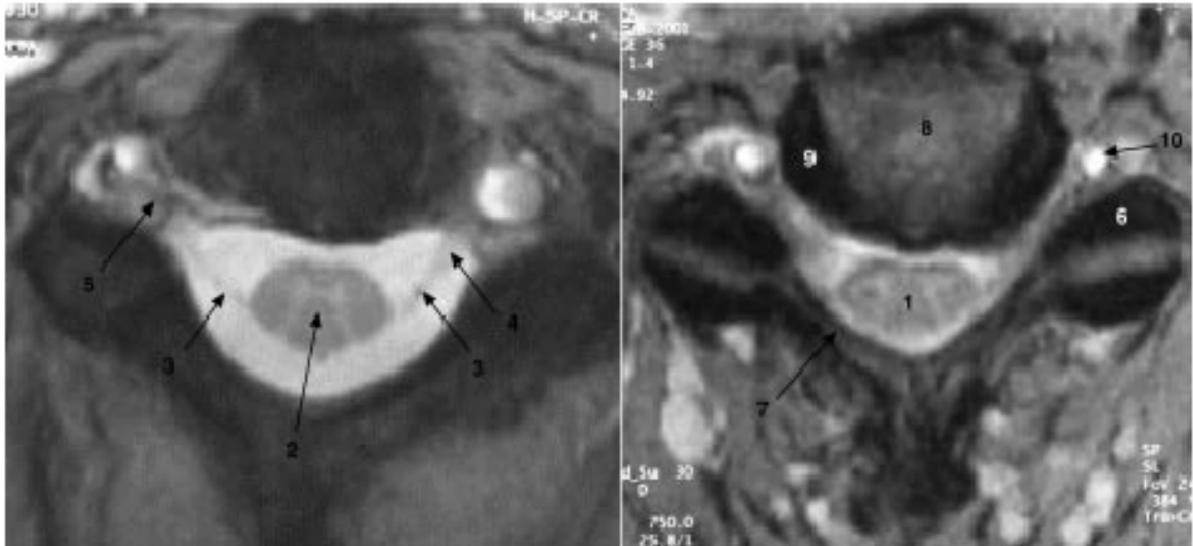
- **SEQUENCES**

On utilise essentiellement des séquences en écho de spin (SE) en pondération T1 et T2. Les images en pondération T1 sont obtenues par des séquences en SE conventionnel (**fig. 14, 15**), alors que les images pondérées en T2 sont basées sur des séquences en SE rapide de type turbo-SE (TSE) ou fast-SE (FSE), plus rapides que les acquisitions conventionnelles et plus performantes du fait d'une diminution des artefacts de flux et de mouvement (**fig. 14, 16**). Les coupes axiales en T2 sont plutôt basées sur des séquences en écho de gradient, en raison d'une moindre sensibilité aux artefacts de flux et elles sont donc indiquées pour rechercher un signal anormal de la moelle.



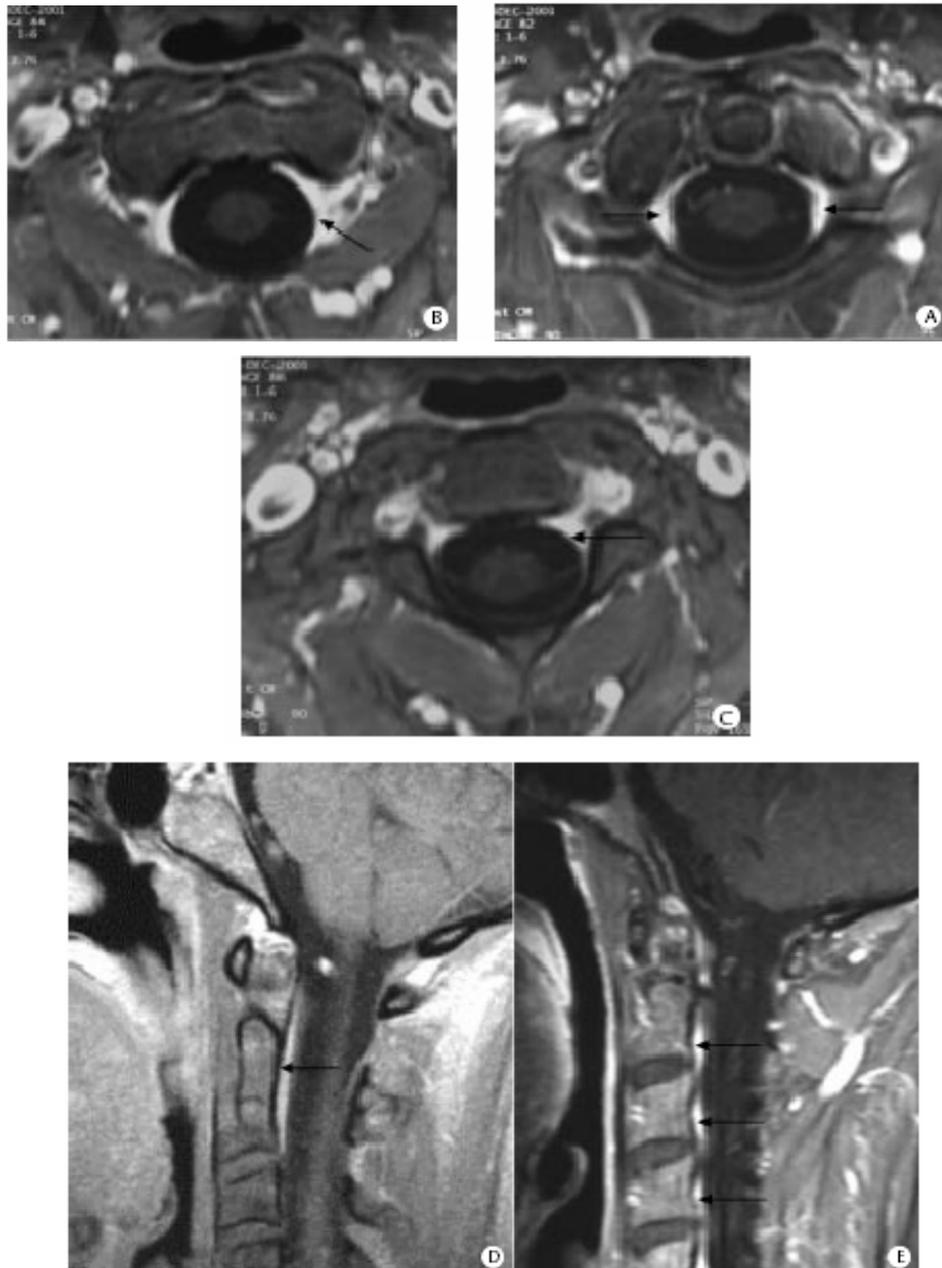
**(Fig. 14) Imagerie par résonance magnétique du rachis cervical en coupes sagittales médianes en séquence pondérée en T1 (A) et T2 (B) et en coupe sagittale paramédiane en séquence pondérée en T1 (C) [70].**

1- Os spongieux du corps vertébral C3, 2- Disque intervertébral, 3- Résidu du disque C1-C2, 4- Ligament longitudinal antérieur, 5- Arc antérieur de l'atlas, 6- Membrane atloïdo-occipitale antérieure, 7- Membrane atloïdo-occipitale postérieure, 8- Arc postérieur de l'atlas, 9- Ligament longitudinal postérieur, 10- Condyle occipital, 11- Masse latérale de l'atlas, 12- Massif articulaire, 13- Artère vertébrale, 14- Moelle épinière.



**(Fig. 15) Imagerie par résonance magnétique du rachis cervical en coupes axiales en séquence pondérée en T2 en écho de gradient [70].**

1- Moelle épinière, 2- Substance grise en forme de « H », 3- Racines postérieures sensibles, 4- Gaine radiculaire, 5- Foramen intervertébral, 6- Apophyse articulaire supérieure, 7- Lame, 8- Disque intervertébral en signal hyperintense en T2 en écho de gradient, 9- Uncus, 10- Artère vertébrale.



**(Fig. 16)** Imagerie par résonance magnétique du rachis cervical supérieur en séquence pondérée en T1 après injection de gadolinium et coupes axiales (A, B, C) et sagittales paramédianes (D, E). Les veines épidurales de topographie latérale et antérolatérale sont rehaussées après injection (flèches) [70].

On utilise également des séquences en inversion-récupération (IR) pour une étude plus sensible de la moelle osseuse, grâce à la réduction du signal de la graisse (STIR) et du cordon médullaire.

Les séquences myélographiques peuvent être obtenues par des séquences en TSE (FSE) 2D ou 3D. La technique la plus rapide est basée sur une séquence TSE single shot (HASTE, par exemple), qui permet l'acquisition du demi-plan de Fourier en 1 seconde ; l'acquisition de plusieurs coupes de 20 mm d'épaisseur permet de reproduire les incidences latérale, frontale et obliques de la myélographie conventionnelle.

Pour une étude plus fine du contenu du sac dural (racines, gaines radiculaires, vaisseaux médullaires), on utilise des séquences haute résolution en T2 3D (CISS, FIESTA, FSE 3D). Ces séquences permettent une analyse en coupes millimétriques ou inframillimétriques en matrice 512. Des reformations multiplanaires (MPR) et des études en maximum intensity projection (MIP) sont possibles.

- **L'INJECTION D'UN AGENT PARAMAGNETIQUE (GADOLINIUM)**

s'avère indispensable pour l'étude des éléments vascularisés et des processus expansifs ou inflammatoires. Les séquences pondérées T1 SE avec injection peuvent être associées à des techniques de suppression du signal de la graisse pour l'étude de toutes les lésions extradurales susceptibles de présenter un contact avec la graisse intravertébrale (os spongieux) ou paravertébrale. Au niveau du rachis, les techniques de réduction du signal de la graisse sont actuellement basées sur deux techniques principales :

- L'application d'une impulsion sélective de saturation du signal des protons de la graisse (FAT SAT [FS]), principalement utilisée en T1 avec injection de contraste afin de démontrer les lésions vascularisées localisées au contact de la graisse ;

- La séquence STIR, qui s'utilise sans injection et qui identifie les zones à haut contenu en eau libre (œdème, tumeur) sous la forme d'un signal hyperintense ; la technique de FAT SAT est très sensible aux inhomogénéités du champ B0.

- **PLANS DE COUPES**

Une étude classique du rachis cervical nécessite :

- Des coupes de repérage dans les trois plans de l'espace, afin d'assurer un positionnement correct des coupes (localisation, inclinaison) et de permettre un choix optimal du volume à étudier (réduction du temps d'examen);
- Des coupes sagittales médianes et paramédianes (généralement neuf) en séquence pondérée T1 et T2 d'une épaisseur de 3 à 4 mm en matrice 512 avec un champ d'exploration de 300 à 450 mm, pour une étude morphologique globale ;
- Des coupes axiales transverses dans le plan du disque en T2 en écho de gradient (matrice 512, épaisseur 3 mm) ; celles-ci permettent une étude segmentaire du cordon médullaire, des contours postérieurs des disques intervertébraux, des espaces foraminaux et extraforaminaux et des parties molles périvertébrales.

## **VIII. APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE DIAGNOSTIC PRECOCE DE LA PR :**

Le diagnostic de polyarthrite rhumatoïde débutante repose sur des critères cliniques, biologiques et radiologiques (présence ou non d'érosions osseuses). Jusqu'alors, seule la radiologie conventionnelle constituait l'imagerie de référence. Le plus souvent, les premières manifestations radiographiques de polyarthrite rhumatoïde ne surviennent que 6 à 24 mois après le début des symptômes. En outre, la prolifération synoviale (ou pannus) constitue le primum novens de la destruction articulaire, les érosions et la chondrolyse n'apparaissant que secondairement. Il s'avère pourtant à l'heure actuelle qu'une prise en charge thérapeutique agressive, la plus précoce possible, soit à même d'enrayer le processus de destruction articulaire et de limiter les séquelles fonctionnelles de cette maladie. La quête de moyens d'imagerie diagnostique plus performants suscite par conséquent un engouement croissant, d'autant qu'à la phase initiale de la maladie, le bilan biologique est le plus souvent normal (absence de facteur rhumatoïde) [25].

### **A. APPORT DE LA RADIOGRAPHIE DES MAINS ET DES PIEDS :**

La valeur diagnostique des radiographies des mains et des pieds pour le diagnostic d'une polyarthrite rhumatoïde débutante a été très peu étudiée. Or elles font généralement partie du bilan initial réalisé devant un rhumatisme inflammatoire débutant. Les études de cohortes de rhumatismes inflammatoires débutants sont en fait rares, et ce sont les études concernant les polyarthrites rhumatoïdes débutantes qui permettent d'avoir une idée des résultats. Parmi les

lésions radiologiques décrites, les érosions semblent être les plus fiables et les plus discriminantes mais le délai d'apparition des lésions radiologiques en fait un outil peu sensible. Par contre, c'est un examen qui est simple à réaliser pour le clinicien en comparaison aux nouvelles techniques d'imagerie telles que l'IRM ou l'échographie [30].

### **1. Reproductibilité des critères radiographiques**

De nombreuses lésions radiologiques ont été décrites au cours de l'évolution des PR, la reproductibilité de ces différentes lésions dites «typiques» (l'épaississement des tissus mous, la déminéralisation diffuse ou localisée, la subluxation, les géodes, les érosions, le pincement articulaire) n'a été que rarement évaluée.

Actuellement, les critères de classification acceptés par tous sont ceux de l'ACR 1987 qui définissent l'atteinte radiologique par la présence « sur des radiographies de mains et de poignets en incidence postéro-antérieure, d'érosions typiques ou d'une déminéralisation localisée ou à proximité des articulations détruites ». Cette dernière a été diversement appréciée par les auteurs qui l'ont étudiée. Ainsi dès 1952 Fletcher et Rowley [41] puis Thould et Simon [176] en 1966 ne retrouvaient dans leur population de PR avérées que 5 % de déminéralisation globale, alors que Brook [19] retrouvait une déminéralisation dans 28 % de cas de PR évoluant depuis moins d'un an.

Les érosions ont été utilisées comme critère radiologique dès 1952 par Fletcher et Rowley [41] pour élaborer des critères d'arthrite rhumatoïdale. Cependant, Kellgren et Lawrence [79] en 1957, retrouvaient de larges différences d'opinion entre les lecteurs dans l'interprétation du terme

« érosion », aboutissant à l'élaboration d'un atlas radiologique. Actuellement, ce critère est le plus utilisé par les auteurs et il est même parfois considéré comme le seul signe typique de PR [64, 117].

Les autres lésions, comme l'épaississement des tissus mous, la subluxation, les géodes et le pincement articulaire ne sont plus utilisés dans les critères de classification de l'ACR mais on ne retrouve pas d'études évaluant leur valeur diagnostique.

La lecture de ces lésions peut être influencée par la qualité des clichés : un cliché trop ou peu pénétré est difficilement interprétable, la déminéralisation est alors impossible à estimer, surtout si les deux mains n'ont pas été radiographiées sur le même cliché, et les érosions peuvent passer inaperçues, il en est de même pour la technique employée avec l'apparition des radiographies numérisées et de la bonne incidence de l'articulation étudiée. La majorité des clichés sont réalisés en incidence postéro-antérieure, mais certains auteurs préconisent plutôt des clichés en trois-quatre en supination qui permettent de mieux visualiser les érosions des articulations métacarpophalangiennes [18]. Une étude [32] a démontré que les érosions évaluées dans un contexte diagnostique était le critère le plus reproductible avec un coefficient kappa supérieur à 0,80, alors qu'il est inférieur à 0,65 pour la déminéralisation.

Les seules études de reproductibilité concernent l'évaluation des scores radiographiques élaborés par différents auteurs. Ces scores sont utilisés pour suivre l'évolution de la PR mais aussi pour la nouvelle classification des traitements de fond en DMARDs (disease-modifying antirheumatic drugs). Les

scores les plus utilisés actuellement sont ceux de Larsen, Sharp et van der Heijde [89, 183], mais il en existe d'autres.

**Le score de Sharp** [158] est largement utilisé en Amérique du nord. Il détermine les érosions et le pincement de l'interligne articulaire dans les articulations des mains et des poignets, à partir de radiographies standards de face en incidence postéro-antérieure. Si le score d'addition qui résulte de cette mesure a été démontré comme fiable, avec une excellente reproductibilité inter et intra-observateur, les mesures nécessaires pour cette réalisation prennent beaucoup de temps. Une méthode simplifiée a été proposée par **van der Heijde et al** [184], méthode qui repose uniquement sur la sommation du nombre d'articulations présentant des érosions. Dans **le score de Larsen** [196], qui est plus souvent utilisé en Europe, les radiographies des mains et des poignets, faites en incidence postéro-antérieure, sont utilisées pour évaluer chacune des 28 articulations selon une échelle comprenant six grades de sévérité croissante. Les sommes sont alors calculées et permettent de préciser l'activité de la maladie et sa progression. Depuis la première description par Larsen au cours des années 1970, des modifications ont été proposées dans le but de simplifier la mesure du score des mains et poignets, de quantifier la destruction de l'interligne articulaire sans cependant améliorer la validité des mesures individuelles de chaque articulation. D'autres scores ont été récemment proposés comme alternatives à la méthode de Larsen, mais ne peuvent pas s'appliquer à une articulation prise isolément.

Les études de validation ont démontré que le score de Larsen constituait une mesure fiable de l'atteinte articulaire et de sa progression. Néanmoins, la

plupart des études de validation ont utilisé les scores de sommation et non pas les scores individuels de chaque articulation. Plant et al [136] ont étudié le score de Larsen sur des articulations prises individuellement, la valeur du coefficient de corrélation kappa n'était que de 0,35 (passable). Grindulis et al [57], ont observé que la concordance intra et inter-observateur du score de Larsen était satisfaisante si l'on étudiait des groupes articulaires, mais ils n'ont pas calculé la valeur du coefficient kappa. De plus, le score de Larsen a été montré comme moins sensible que le score d'érosion articulaire dans sa capacité à détecter des aggravations cliniquement pertinentes, notamment au début de la maladie [196].

Malgré des défauts relatifs, le score de Larsen est plus simple et moins long que les autres méthodes de mesure. De plus, on y trouve moins de dispersion entre observateurs qu'avec la méthode de Sharp et il a été montré fiable dans le suivi à long terme [196].

Le fait de mesurer l'atteinte articulaire destructrice de manière standardisée sur un certain nombre d'articulations des mains et des poignets, et d'additionner ces mesures pour obtenir un score global, est utile au rhumatologue pour suivre l'évolution de la maladie dans le temps et pour évaluer les effets potentiels des traitements. Néanmoins, l'évaluation individuelle des articulations est aussi importante en pratique quotidienne, dans la mesure où les décisions cliniques concernant les traitements médicaux et chirurgicaux reposent largement sur les lésions articulaires individuelles et leur évolution. Une méthode simple pour évaluer individuellement les articulations serait donc utile [196].

La déminéralisation est peu utilisée dans les scores radiologiques. Sharp et al [159] ne retiennent ni la déminéralisation ni l'épaississement des tissus mous et Larsen ne les prend plus en compte depuis 1995 [90] afin d'éviter les discordances de lecture liées à la pénétration des clichés.

En revanche, les érosions restent un critère jugé fiable pour les auteurs. Plusieurs études [184, 192] ont démontré que la présence d'érosions est aussi sensible que le score radiographique global. On constate aussi que dans les études thérapeutiques, le critère « nombre de nouvelles érosions » est souvent retenu par les auteurs [42].

Le pincement articulaire est coté dans les principaux scores. Fletcher et al [41] retrouvent dans leur cohorte de polyarthrites rhumatoïdes avérées 76 % de patients avec des érosions et 75 % avec un pincement articulaire global. Ce pincement peut cependant être lié aux lésions dégénératives d'arthrose et dans ce cas il ne doit pas être pris en compte. En fait, selon certains auteurs [45, 179] c'est l'association des deux critères : érosions et pincement articulaire qui serait la mieux corrélée à la progression radiologique.

## **2. Précocité des destructions radiologiques**

Les radiographies ne peuvent être une aide au diagnostic précoce de PR, que si les destructions surviennent tôt dans la maladie. Pour évaluer la précocité des lésions radiologiques au cours de la PR il faut donc étudier des PR débutantes et les comparer à d'autres rhumatismes inflammatoires débutants (RID). Or, très peu d'études ont été réalisées en incluant des rhumatismes inflammatoires débutants afin de les séparer en fonction des données d'évolution

en PR et non PR, dans le but d'étudier la valeur diagnostique des radiographies. De plus dans ces études, la méthodologie est souvent imprécise et la fiabilité du critère radiologique rarement prouvée. Il est donc difficile de connaître la sensibilité et la spécificité des critères radiographiques et encore moins leurs valeurs prédictives positives et négatives.

L'exploitation des données concernant des PR récentes pourrait aussi nous apporter des renseignements sur les lésions radiologiques. En reprenant les principales études prospectives visant à évaluer la destruction articulaire de PR de moins d'un an, on constate que la sensibilité des destructions radiographiques est évaluée entre 5 et 50 % selon les auteurs (**tableau III**). [19, 69, 117, 127]

**Tableau III.** Prévalence des érosions radiologiques aux mains et aux pieds, au cours d'études prospectives de PR de moins d'un an d'évolution.

Auteurs Années Références	Durée d'évolution à l'inclusion	Nombre de patients Critères de PR	Critères radiologiqu es	% de destructions/nombre total de patients dans l'étude	Absence de lésions
Brook 1977 [19]	< 1 an	94	Érosion Brook	Pieds seuls = 25 % Mains seules = 12 % Mains et pieds = 34 %	28 %
Isomaki 1988 [69]	< 6 mois	108 PR séro +	Érosion	À 1 an Pieds seuls = 27,7 % Mains seules = 5,5 % Mains et pieds = 35 %	31,5 %
Okubo 1992 [117]	< 1 an	88 ACR 1987 PR séro +	Érosion Critère personnel	Début : Pieds seuls = 16,3 % Mains seules = 7,7 % Mains et pieds = 5,4 % À 3 ans : pieds = 19,6 % Mains seules = 13 % Mains et pieds = 40,2 %	70,6 % ----- - 27,2 %
Paimela 1992 [127]	< 1 an	78 ARA 1958	Érosion ?	Début : Pieds seuls = 23 % Mains seules = 6 % Mains et pieds = 5 % À 2 ans : pieds = 29 % Mains seules = 3 % Mains et pieds = 31 %	65 % ----- 38 %
Van der Heijde 1992 [183]	< 1 an	147 ARA1958	Érosion Van der Heijde	Mains et pieds = 2,6 %	

Des données intéressantes sont apportées par les études concernant l'évaluation des lésions osseuses au cours de la PR en échographie et en imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM). Ces travaux confirment que les lésions radiologiques apparaissent avec retard. Ainsi, Lindegaard et al [91] montrent que l'IRM détecte dix fois plus d'érosions que la radiographie standard dans 25 PR de moins d'un an. Klarlund et al [82] retrouvent aussi une meilleure sensibilité de l'IRM sur la radiographie pour détecter des érosions osseuses au cours de PR récente (**tableau IV**). [82, 91, 106, 168, 188]

**Tableau IV.** Comparaison des érosions radiologiques et IRM dans la PR

Auteurs Années Références	Site articulaire	Nombre de patients	Durée d'évolution de la PR	Nombre de patients avec érosion Rx	Nombre de patients avec érosion IRM
Mc Queen 1998 [106]	Poignet	PR = 42	< 6 mois	6/42 (14,6 %)	19/42 (45 %)
Ostergaard 1999 [125]	Poignet Carpe	PR = 26	1,5 ans	12/26 (46 %)	24/26 (92 %)
Wakefield 2000 [188]	Poignet Carpe	PR = 100	29,8 mois	17/100 (17 %)	56/100 (56 %)
Sugimoto 2000 [168]	Poignet Carpe	48 polyarthralgies	récente	0 (critère de sélection)	PR: 25/26(96%)
Klarlund 2000 [82]	MCP	PR = 26	0 à 24 mois	6/26 (23 %)	13/26 (50 %)
Lindegaard 2001 [91]	Poignet 2° et 5° MCP	PR = 25	< 1 an	4/25 (16 %)	18/25 (72 %)

PR = polyarthrite rhumatoïde ; Rx = radiographie ; MCP = articulations métacarpophalangiennes.

### **3. Caractère discriminant des critères radiographiques**

Pour que le critère radiologique soit retenu, il faut que la lésion choisie comme typique de PR soit plus fréquemment associée à cette maladie qu'aux autres rhumatismes inflammatoires débutants. Dans les études citées précédemment, l'association statistiquement significative entre PR et la lésion choisie n'a jamais été clairement établie, mais les études des cohortes nous permettent une appréciation. L'idéal, pour valider la valeur diagnostique des radiographies de mains et de pieds dans la PR, est de suivre une cohorte de rhumatismes inflammatoires débutants après avoir validé une méthode de lecture radiologique standardisée et reproductible [30].

Au sein des études concernant les scores radiologiques, les destructions sont souvent présentées en valeurs longitudinales avec une progression du score utilisé exprimé en pourcentage de destruction par rapport au score maximal possible ou en pourcentage de nouvelles articulations atteintes. Cette quantification des destructions ne permet pas d'affirmer s'il s'agit bien de lésions typiques de PR. En effet le score de Sharp, par exemple peut s'élever progressivement du fait de l'apparition de pincements arthrosiques. De plus, on ne connaît pas la fréquence des atteintes radiographiques au début de la PR sous forme de réponse en valeur discrète, c'est-à-dire existe-t-il ou non des destructions typiques de PR [30]. Le problème se rencontre aussi dans d'autres examens d'imagerie. Ainsi, Savnik et al [152] montrent que les anomalies osseuses en IRM ne sont pas discriminantes entre PR débutantes et les autres rhumatismes inflammatoires.

Les destructions radiologiques sont le plus souvent appréciées au niveau des mains, des poignets et des pieds. Le choix de ces articulations, proposé au départ du fait des constatations cliniques a ensuite été validé par plusieurs équipes [183] qui retrouvent une atteinte plus fréquente au niveau des articulations des mains et des pieds.

#### **4. Avantages et limites**

Pour qu'un critère diagnostique soit retenu dans une maladie comme la PR dont la prévalence est de l'ordre de 1 % de la population adulte, il faut qu'il soit facile d'accès pour le médecin, d'un coût acceptable et sans danger pour le patient. L'accessibilité des radiographies ne fait nul doute dans les pays industrialisés. Le coût des clichés au niveau des extrémités est de Z15 pour les mains et les poignets sur une plaque et de Z30 pour les avant-pieds de face ; sachant que la lettre Z à valeur de 1,62€ [30].

L'évaluation des lésions ostéo-articulaires dans la PR nécessite parfois d'utiliser d'autres techniques d'imagerie. La radiographie digitale [185] et micro-focale permet de cibler l'articulation atteinte et de quantifier la taille des érosions, mais elle reste peu utilisée et non validée. Les images obtenues en radiologie peuvent aussi être traitées par ordinateur [161].

Les inconvénients des radiographies conventionnelles incluent la superposition projectionnelle due à la représentation bidimensionnelle de la pathologie tridimensionnelle, l'utilisation de radiations ionisantes, l'insensibilité relative aux destructions osseuses précoces et l'insuffisance totale pour l'évaluation des changements des tissus mous incluant les synovites.

Les problèmes non encore résolus concernent le choix de la technique, de l'incidence de face comparée à celle de 3/4 des mains, l'utilité de la radiographie des avant-pieds de face et de profil avant toute autre investigation complémentaire aux mains [31].

En dépit des limitations de la méthode, la radiographie conventionnelle demeura probablement importante pour différencier la PR débutante des autres atteintes articulaires, et pour surveiller la progression de la PR dans la pratique clinique.

## **5. Conclusion**

Il existe peu de renseignements sur la valeur diagnostique des radiographies de mains et de pieds dans la polyarthrite rhumatoïde débutante. Des études visant à comparer les destructions radiologiques au cours de rhumatismes inflammatoires débutants sont indispensables pour préciser la place des radiographies dans la stratégie diagnostique du clinicien. Les érosions semblent être le critère le plus fiable alors que la déminéralisation en bande, qui fait aussi partie des critères de la classification de l'ACR, reste très controversée. Les radiographies de pieds augmentent la sensibilité du critère radiographique. Cependant, vu le délai d'apparition des anomalies radiologiques, celles-ci n'auront qu'une faible valeur ajoutée en ce qui concerne le diagnostic précoce de PR [30].

## **B. APPORT DE L'ÉCHOGRAPHIE**

L'échographie est apparue en rhumatologie en 1972, pour l'étude du kyste poplité. Ces dix dernières années l'amélioration de la résolution spatiale et de la résolution en contraste plus l'apparition des sondes à haute fréquence et du Power Doppler ont remis au goût du jour cette technique d'imagerie au point qu'elle soit en passe de devenir le complément logique de l'examen clinique. Cet examen est non irradiant, non invasif et permet une étude dynamique à la différence des autres moyens d'imagerie. En outre, le caractère superficiel des articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes proximales précocement affectées au cours de la polyarthrite rhumatoïde, les rend particulièrement accessibles à l'étude échographique et laisse entrevoir des perspectives intéressantes dans la prise en charge des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde débutante [39].

### **1. Intérêt de l'échographie dans la polyarthrite rhumatoïde**

L'intérêt de cette technique dans la PR est triple : pouvoir faire un diagnostic précoce, connaître l'activité de la maladie et assurer le suivi de la maladie sous traitement. La précocité du diagnostic de PR est devenue une priorité pour la prise en charge des malades. On sait aujourd'hui que plus la maladie est traitée précocement, plus le pourcentage de patients en rémission ou ayant un faible niveau d'activité de la maladie est élevé [38].

## 2. Sémiologie échographique de la PR débutante

Synovite et érosion osseuse constituent les deux principales lésions élémentaires. L'échographie permet également la détection d'une chondrolyse, d'une ténosynovite, ou bien encore un nodule rhumatoïde.

### a) La synovite

La synovite constitue la lésion élémentaire la plus précoce. Elle se définit par la présence d'un épaissement synovial associé, lorsque la synovite est active, à une hyperhémie synoviale.

#### Épaississement synovial [13]

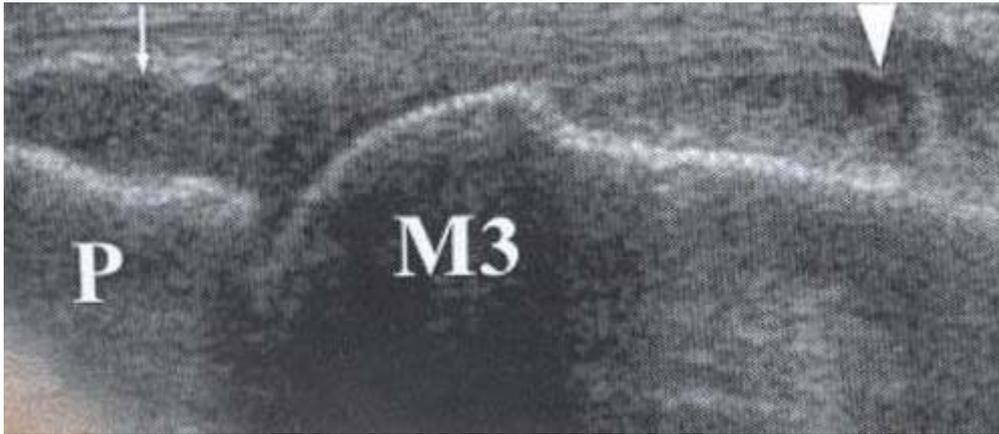
Sur le plan morphologique, la synovite se traduit par la visualisation d'un épaissement synovial associé ou non à la présence d'un épanchement liquidien intra-articulaire. Le diagnostic n'est pas toujours aisé. En effet, aucun critère objectif d'épaississement synovial n'a été clairement défini à ce jour. L'échographie permet cependant de différencier la prolifération synoviale de l'épanchement intra-articulaire. L'épanchement est anéchogène ; la pression exercée sur la sonde expulse le liquide intra-articulaire. À l'inverse, la prolifération synoviale est hypoéchogène ; la pression exercée sur la sonde est inopérante. La distension des récessus synoviaux, en particulier celle du récessus métacarpien dorsal dont l'extrémité proximale apparaît typiquement bombante, constitue une aide précieuse au diagnostic (**fig. 17**). Backhaus [4] a montré dans une étude comparant l'examen clinique, l'échographie et l'IRM (avec injection de gadolinium) des mains de 60 rhumatismes inflammatoires que les **synovites** étaient retrouvées dans respectivement 22 %, 53 % et 41 % lorsqu'il n'existait

pas de lésion radiologique (polyarthrite rhumatoïde débutante) et dans 22 %, 51 % et 50 % lorsqu'il existait des lésions radiologiques. Ainsi dans cette étude l'examen clinique ne permettait de découvrir que moins de la moitié des synovites.

#### Hyperhémie synoviale (activité de la maladie) [13]

La mise en évidence d'une hyperhémie synoviale signe le caractère actif de la prolifération synoviale. Cette hyperhémie s'appréhende en mode Doppler couleur ou Doppler énergie, avec ou sans utilisation de produits de contraste ultrasonores, et se traduit par un hypersignal couleur (**fig. 18**).

Ainsi l'échographie permet de faire un décompte précis des synovites, d'apprécier le volume synovial et de visualiser la vascularisation synoviale à l'aide du Power Doppler qui détecte les flux sanguins lents comme ceux de la vascularisation synoviale. Giovagnorio [49] a montré que la vascularisation observée au Power Doppler était corrélée aux paramètres biologiques de l'inflammation (VS, CRP). Schmidt et Walther [153, 189] ont en outre démontré une corrélation significative entre l'activité de la maladie évaluée par le Power Doppler (l'importance de l'hypersignal) et celle évaluée histologiquement (l'importance de l'hypervascularisation) pour l'articulation du genou. Le degré d'hyperhémie synoviale en mode Doppler permettait de différencier une prolifération synoviale banale, réactionnelle, peu vascularisée (arthrose) d'une prolifération synoviale destructrice, inflammatoire, vascularisée ou pannus (arthrite rhumatoïde).



**(Fig. 17)** Coupe échographique longitudinale de la face dorsale de la 3<sup>ème</sup> articulation métacarpophalangienne chez un patient présentant une polyarthrite rhumatoïde débutante [13]. La synovite est responsable d'un aspect bombant de l'extrémité proximale du récessus métacarpien (tête de flèche). Le récessus phalangien (flèche) est également distendu. **M3** = 3<sup>ème</sup> tête métacarpienne, **P** = base phalangienne.



**(Fig. 18)** Coupe échographique longitudinale de la face dorsale d'une articulation métacarpophalangienne chez un patient atteint de polyarthrite rhumatoïde débutante et présentant une synovite [13]. Il existe des signes de prolifération synoviale active sous forme d'un hypersignal couleur au doppler énergie. **M** = tête métacarpienne, **P** = base phalangienne.

Steuer et al [164] ont comparé le Doppler énergie à l'IRM avec injection intra-veineuse de Gadolinium en matière de vascularisation synoviale. Vingt trois patients (92 articulations MCP) atteints de polyarthrite débutante (< 3 ans) ont ainsi été évalués : le Doppler énergie identifiait une hypervascularisation synoviale dans 51 % des articulations métacarpophalangiennes (41/92) contre 56 % (52/92) en IRM. Dans 11 cas, l'échographie s'avérait négative alors que l'IRM montrait un rehaussement synovial. Ce dernier prédominait néanmoins sur le versant palmaire des articulations métacarpophalangiennes alors que seule la face dorsale était explorée par l'échographie.

Haut et al [62] ont évalué, en modes B et Doppler couleur, les articulations métacarpophalangiennes et interphalangiennes proximales de sujets sains et de patients porteurs d'une polyarthrite rhumatoïde considérée cliniquement comme active ou non. Ces auteurs ont mis en évidence une différence significative en terme d'épaississement synovial et d'hyperhémie synoviale, non seulement entre les sujets témoins et les patients, mais également entre les patients (polyarthrite rhumatoïde active versus polyarthrite rhumatoïde inactive).

Qvistgaard et al [138] ont rapporté des résultats similaires à savoir, un parallélisme entre l'hyperhémie synoviale et les signes cliniques d'activité (articulations tuméfiées, douloureuses) de même qu'une bonne concordance avec des paramètres biologiques tels que la vitesse de sédimentation. Ces mêmes auteurs ont également effectué une analyse spectrale de la perfusion artérielle tissulaire : en cas d'hyperhémie synoviale, il existait de manière caractéristique un flux diastolique persistant.

Plusieurs travaux [63, 163, 166, 174] ont également fait état de l'intérêt potentiel de l'écho Doppler au cours du suivi thérapeutique des patients. Après instauration d'un traitement (anti-inflammatoires non stéroïdiens, corticoïdes ou agents modulant le TNF alpha), l'écho Doppler permet d'objectiver une diminution de la perfusion synoviale, parallèlement à l'amélioration clinique et/ou biologique.

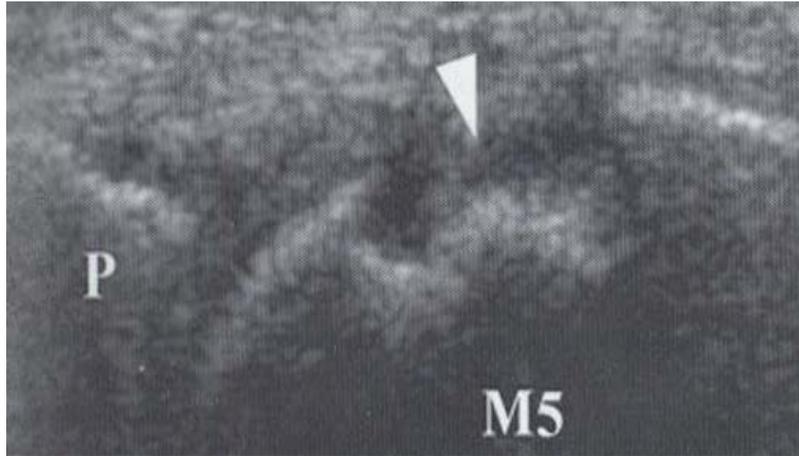
La place exacte des produits de contraste ultrasonores reste encore à définir. Néanmoins, l'injection intraveineuse de microbulles permettrait une meilleure détection de l'hyperhémie synoviale chez des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde. Chez 46 patients, Klauser et al [84] ont ainsi comparé, en mode Doppler, la vascularisation synoviale des doigts avant et après injection d'un produit de contraste ultrasonore. Après injection, il existait une hyperhémie synoviale dans 49 % des articulations jugées cliniquement inactives, 98 % des articulations jugées modérément actives et 100 % des articulations jugées actives alors que sans produit de contraste, ces mêmes chiffres étaient respectivement de 8, 52 et 58 %.

#### **b) Les érosions osseuses**

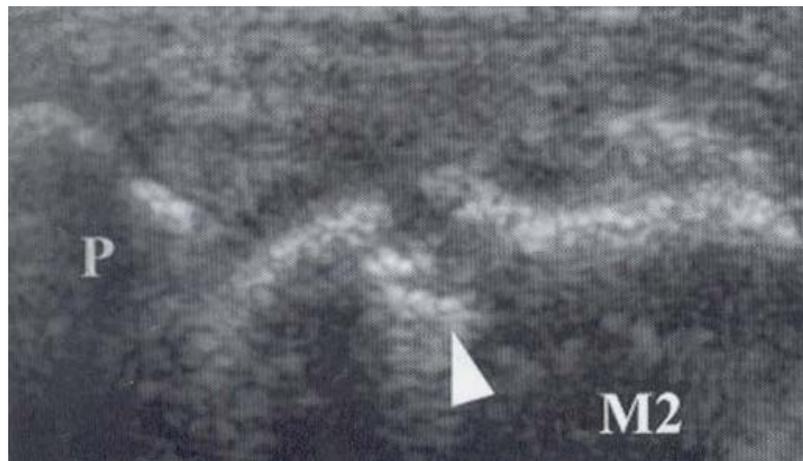
L'échographie permet également de détecter aux articulations métacarpophalangiennes des érosions osseuses dans le cadre de la polyarthrite rhumatoïde débutante [52, 53]. L'érosion apparaît sous forme d'un défaut osseux visible dans les plans sagittal et transversal. Ses contours sont typiquement irréguliers, anfractueux (**fig. 19**). Ces érosions osseuses siègent préférentiellement sur la tête métacarpienne et à moindre degré sur la base

phalangienne. Le 2<sup>ème</sup> rayon de même que le versant radial des têtes métacarpiennes (**fig. 20, 21**) sont le plus souvent intéressés [188].

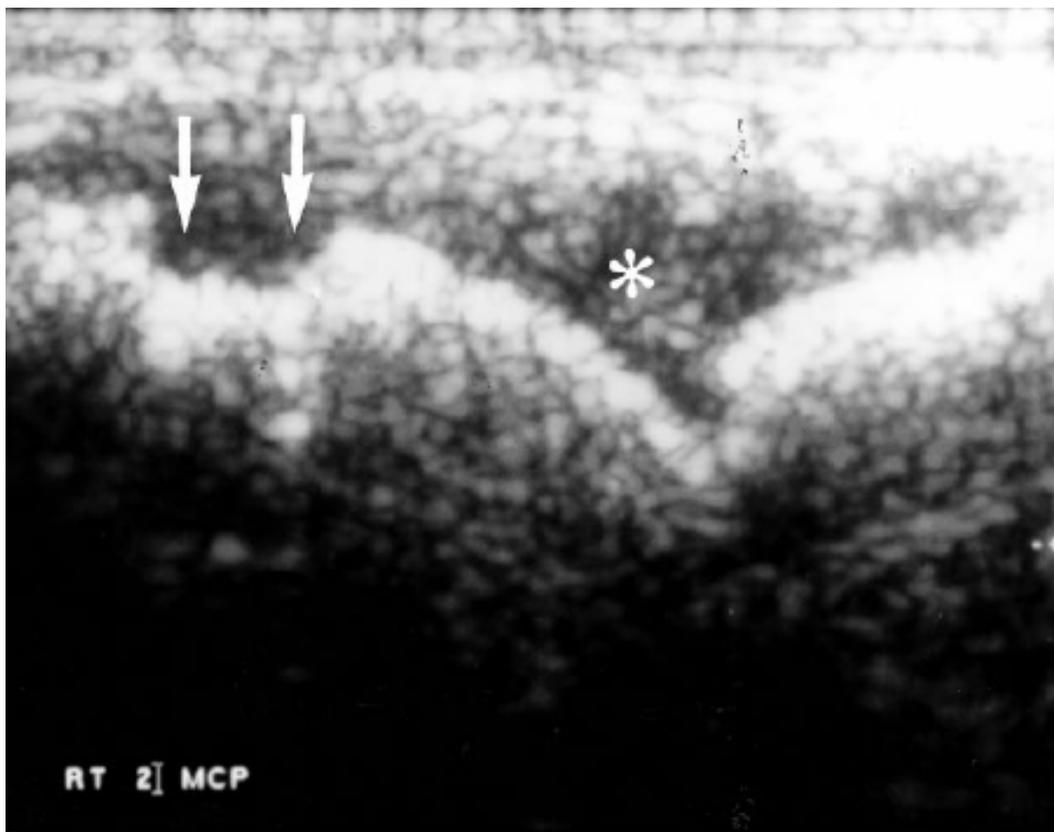
L'échographie serait à même de détecter plus d'érosions que les radiographies. Wakefield et al [188] ont comparé les radiographies standards, l'échographie et l'IRM des mains de 100 polyarthrites rhumatoïdes. Dans le groupe évoluant depuis moins d'un an (PR débutante) l'échographie détectait 6,5 fois plus d'érosions que les radiographies chez 7,5 fois plus de patients. Après un an d'évolution l'échographie restait encore supérieure aux radiographies, détectant 3,5 fois plus d'érosions chez 2,7 fois plus de patients. Les reproductibilités intra et inter observateurs étaient bonnes, respectivement de 0,75 et 0,76. Ceci s'explique par le fait que les radiographies ne détectent les érosions que si l'axe des rayons X est tangentiel aux défauts de la corticale osseuse. À l'inverse, Backhaus et al [4] rapportent une sensibilité moindre de l'échographie (11 %) par rapport aux radiographies (16 %) et surtout à l'IRM (43 %) chez des patients atteints de diverses formes de rhumatismes inflammatoires chroniques, parmi lesquels la polyarthrite rhumatoïde. Dans cette même étude, lorsque les radiographies étaient normales, l'échographie et l'IRM faisaient respectivement preuve d'une sensibilité de 5 et 20 %. Néanmoins, force est de constater que le versant radial des 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> têtes métacarpiennes et ulnaire des 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> têtes métacarpiennes sont plus difficiles d'accès en échographie. L'utilisation de petites sondes compactes type « club de golf » faciliteraient l'exploration des articulations métacarpophalangiennes, par comparaison aux sondes linéaires [154].



**(Fig.19)** Coupe échographique longitudinale du versant ulnaire de la 5<sup>ème</sup> tête métacarpienne chez un patient présentant une polyarthrite rhumatoïde débutante [13]. Une érosion osseuse est clairement visible (tête de flèche). Notez les contours irréguliers. **M5** = 5<sup>ème</sup> tête métacarpienne, **P** = base phalangienne.



**(Fig. 20)** Coupe échographique longitudinale du versant radial de la 2<sup>ème</sup> tête métacarpienne chez un autre patient [13] montrant une érosion osseuse (tête de flèche). **M2**= 2<sup>ème</sup> tête métacarpienne, **P**= base phalangienne.



**(Fig. 21)** Echographie de l'articulation MCP chez un patient atteint de PR débutante. Elle montre une érosion de la deuxième tête métacarpienne (flèche) [101].

**Les anomalies échographiques** telles que nous venons de les décrire (**synovites, érosions osseuses**) ne sont cependant pas spécifiques et peuvent s'observer dans d'autres rhumatismes inflammatoires chroniques. Le contexte clinique, la topographie des lésions de même que le bilan biologique demeurent les meilleurs moyens de différencier une polyarthrite rhumatoïde débutante des autres rhumatismes inflammatoires chroniques.

#### **c) La chondrolyse**

L'échographie offre l'avantage indéniable, par rapport à l'IRM, de permettre l'étude du cartilage. Les travaux au cours de la polyarthrite rhumatoïde débutante font cependant défaut. La perte d'une interface normale, bien définie, entre le revêtement cartilagineux et la cavité articulaire [53] précéderait la chondrolyse proprement dite (**fig. 22**).

#### **d) La ténosynovite**

La ténosynovite constitue une éventualité fréquente au cours de la polyarthrite rhumatoïde débutante et prédomine classiquement sur les tendons extenseurs. Elle se traduit par la présence d'un épanchement liquidien, anéchogène, au sein d'une gaine tendineuse (téno-synovite exsudative), d'une prolifération synoviale hypoéchogène (téno-synovite proliférative) (**fig. 23**), ou par l'association des deux. Le plus souvent, le tendon conserve un aspect morphologique normal. En effet, la rupture, partielle ou complète, constitue l'apanage des polyarthrites rhumatoïdes plus évoluées. Néanmoins, l'utilisation

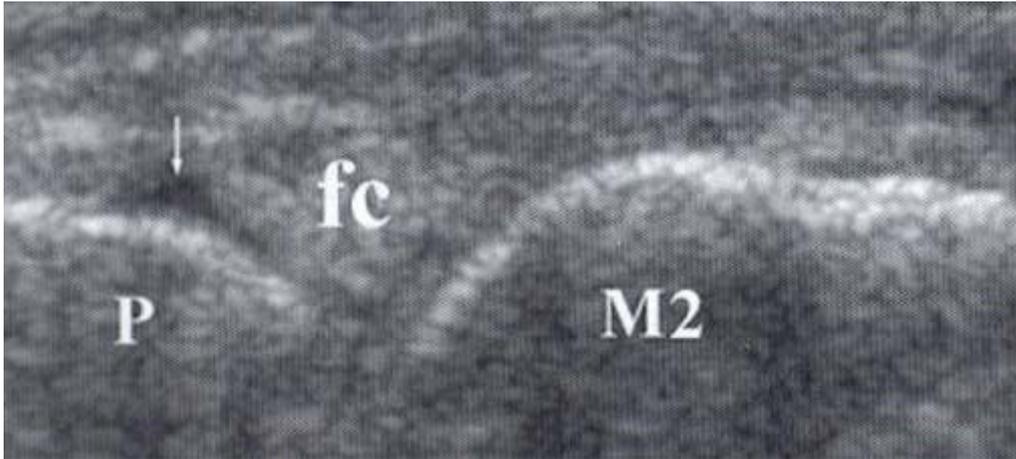
de sondes haute fréquence [54] permet d'appréhender des anomalies morphologiques tendineuses plus subtiles : perte de l'échostructure tendineuse fibrillaire, irrégularités des contours tendineux.

#### e) **Le nodule rhumatoïde**

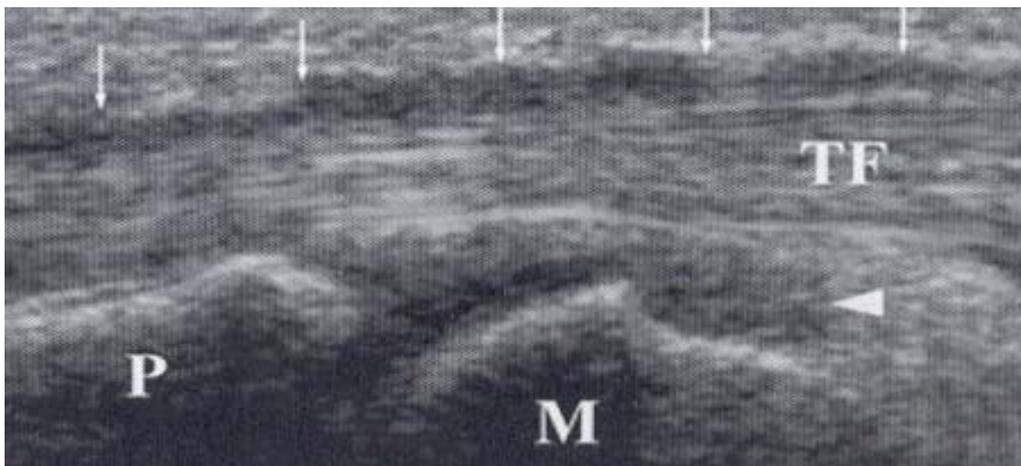
L'échographie permet de détecter la présence de nodules rhumatoïdes développés dans la structure tendineuse même ou au sein des tissus mous sous-cutanés. L'aspect échographique du nodule rhumatoïde est typiquement celui d'une lésion de petite taille (<1 cm de diamètre), ovulaire, bien limitée, hypoéchogène [29, 87].

### **3. Échographie des avant-pieds**

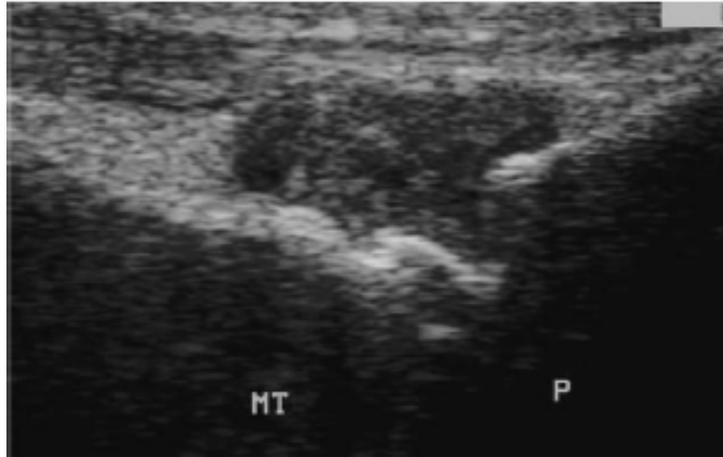
Certaines études [69, 117] ont montré qu'à un stade précoce, 26 à 55 % des patients ayant une polyarthrite rhumatoïde ne présentaient au début des érosions radiographiquement décelables qu'aux avant-pieds. L'échographie permet de mieux détecter les synovites (**fig. 24, 25**) ou les ténosynovites que l'examen clinique. L'étude de Grassi et al [52] est une des rares à avoir étudié les pieds mais elle ne comporte que neuf patients (six PR et trois témoins), l'échographie permet de bien visualiser la 5<sup>ème</sup> articulation métatarsophalangienne dans plusieurs plans de l'espace et ainsi de mettre en évidence des lésions érosives lorsque la radiographie est douteuse ou normale.



**(Fig. 22)** Coupe échographique longitudinale de la 2<sup>ème</sup> articulation métacarpophalangienne chez un patient atteint de polyarthrite rhumatoïde débutante [13]. L'interface entre le cartilage et la cavité articulaire n'est plus visible. Il existe un peu de liquide dans le récessus phalangien (flèche). **M2** = 2<sup>ème</sup> tête métacarpienne, **P** = base phalangienne, **fc** = tissu fibro-conjonctif.



**(Fig. 23)** Coupe échographique longitudinale de la face palmaire d'une articulation métacarpophalangienne chez un patient présentant une polyarthrite rhumatoïde débutante [13]. Il existe une ténosynovite proliférative (flèche) du tendon fléchisseur. Notez la synovite articulaire associée (tête de flèche). **M** = tête métacarpienne, **P** = base phalangienne, **TF** = tendon fléchisseur.



**(Fig. 24) Synovite métatarsophalangienne, luxation P1 (coupe longitudinale) [39].**



**(Fig. 25) Vascularisation synoviale d'une synovite métatarsophalangienne visualisée au Power Doppler (coupe longitudinale) [39].**

#### **4. Avantages et limites**

L'apparition de sondes échographiques haute fréquence risque de modifier considérablement l'approche diagnostique de la polyarthrite rhumatoïde débutante. L'examen échographique permet de détecter les lésions articulaires qui sont la synovite ou l'érosion osseuse. L'échographie est en outre plus performante que les radiographies. Doppler couleur et Doppler énergie fournissent des renseignements quant au caractère actif ou non de la prolifération synoviale. La place exacte de l'échographie par rapport à l'IRM reste encore à définir, d'autant que l'IRM permet, contrairement à l'échographie, d'explorer de manière satisfaisante les poignets à la recherche d'érosions intra-carpiennes. Donc des travaux plus nombreux devront être réalisés pour préciser la place de l'échographie des mains et des pieds par rapport aux autres techniques d'imagerie [13].

## C. APPORT DE L'IRM

L'IRM, de par son contraste tissulaire élevé et sa capacité multiplanaire, apparaît actuellement comme l'imagerie de référence pour le diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde [25].

### 1. Sémiologie IRM de la PR débutante

Synovite, érosion osseuse et œdème de la moelle osseuse constituent les trois principales lésions élémentaires.

#### a) La synovite

Il s'agit de la lésion élémentaire la plus précoce (**fig. 26**). Plusieurs études ont démontré que l'IRM était plus sensible que l'examen clinique dans la détection des synovites [51]. Dans l'étude de McGonagle et al [102] portant sur l'exploration des articulations métacarpophalangiennes de 31 patients présentant une polyarthrite rhumatoïde débutante, une synovite était observée chez 97 % des patients et 60 % des MCP. Elle est parfaitement bien démontrée sur les coupes pondérées en T1 après injection intraveineuse de Gadolinium et saturation du signal de la graisse et se traduit par un manchon péri-articulaire se rehaussant intensément [76, 169]. Son volume et l'importance de son rehaussement sont d'ailleurs considérés par certains auteurs comme des éléments pronostiques de l'évolution érosive [4, 123]. Les ténosynovites sont également parfaitement mises en évidence.



**(Fig. 26)** synovite du carpe [24].

**b) Les érosions osseuses**

La définition des érosions en IRM varie parfois selon les auteurs [28]. Actuellement les auteurs la définissent en général comme une diminution localisée de l'hyposignal de l'os cortical en pondération T1 ou un hypersignal localisé en pondération T2 [31].

Plusieurs études ont montré que l'IRM permettait une détection beaucoup plus précoce des érosions que les clichés radiographiques [76, 125]. Ainsi, dans l'étude de Mc Queen et al [105] portant sur 42 patients présentant une PR de moins de 6 mois, des érosions étaient détectées en IRM dans 45 % des cas alors qu'elles n'étaient décelables que dans 15 % des cas sur les clichés standards. A un an, 74 % des patients présentaient des érosions en IRM contre 29 % sur les clichés standards. La majoration de la taille des érosions dans le temps est également mieux objectivée en IRM. Cette technique est en fait bien supérieure car elle réalise une imagerie en coupe, ce qui est particulièrement adapté à l'étude du carpe où l'obliquité très différente des interlignes articulaires rend difficile la détection radiographique des petites érosions en raison de l'absence de tangence aux rayons X. Les coupes dans le plan axial permettent notamment de bien les visualiser. A l'heure actuelle, ces coupes peuvent être très fine (de l'ordre du millimètre ou moins) et posséder une excellente résolution spatiale et en contraste [24].

**c) L'œdème de la moelle osseuse**

Un œdème de la moelle osseuse peut également être objectivé en IRM (**fig. 27, 28**). Il est considéré comme un stade pré-érosif et apparaît en fait très rapidement après l'apparition de la synovite. Dans l'étude de McGonagle et al [102] l'œdème d'une seule articulation MCP pouvait être observé après une durée des symptômes de seulement 4 semaines, alors qu'un œdème de l'ensemble des articulations MCP (du 2<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup> rayons) n'était visible qu'après une durée d'au moins 12 semaines. Cet œdème n'est pas corrélé à la raréfaction osseuse périarticulaire visible sur les radiographies.

**d) La chondrolyse**

La mise en évidence d'un pincement articulaire ou d'une chondrolyse débutante est par contre plus délicate en IRM, notamment au carpe où la coaptation articulaire est importante. Elle est probablement plus sujette à interprétation que la détection des érosions, ces dernières sont habituellement de survenue plus précoce. Ce critère n'est donc habituellement pas utilisé dans le cadre du diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde [24, 25].



**(Fig. 27) IRM du poignet : coupe coronale pondérée en T1 montrant un oedème de la moelle osseuse (flèche) [105].**



**(Fig. 28) IRM du poignet : coupe coronale pondérée en T1 qui montre un oedème de la moelle osseuse qui est le précurseur des érosions radiographiques (flèches courtes) et une synovite extensive (flèche longue) [5].**

## 2. Place de l'IRM dans le diagnostic positif de la polyarthrite Rhumatoïde débutante

La polyarthrite rhumatoïde débutant souvent aux mains et aux poignets ; c'est sur cette région anatomique que la très grande majorité des publications a porté. Un grand avantage de l'IRM est de permettre la réalisation de coupes frontales, avec étude du carpe jusqu'aux articulations interphalangiennes. Ceci facilite l'analyse de la distribution topographique des lésions, ce qui présente bien sûr un intérêt fondamental pour le diagnostic positif et différentiel de la polyarthrite rhumatoïde [24].

La mise en évidence d'une atteinte bilatérale et symétrique des carpes, MCP (**fig. 29**) et IPP constitue bien évidemment un argument fort en faveur de cette affection. Sugimoto et al [168] ont comparé l'apport de l'IRM (synovite bilatérale et symétrique des carpes, MCP ou IPP) aux critères et arbre décisionnel de l'ARA chez 50 patients suspects de PR débutante et aux radiographies normales. Les sensibilité, spécificité et efficacité diagnostique de l'IRM étaient respectivement de 96 %, 86 % et 94 % contre 69 %, 96 %, 81 % et 77 %, 91 %, 83 % pour les critères et arbre décisionnel de l'ARA. L'IRM apparaît donc comme un outil diagnostique supplémentaire très intéressant à un stade précoce de PR. Une synovite bilatérale des mains et poignets peut cependant s'observer dans d'autres affections et les auteurs rapportaient trois faux positifs dans leur série : une cryoglobulinémie, une arthrose et une arthrite transitoire.

Dans une étude [24] portant sur 41 patients présentant des polyarthralgies inflammatoires à prédominance distale, aux radiographies normales et ne

remplissant pas au moins quatre des critères de l'ARA, l'IRM a permis la mise en évidence de synovites et d'érosions des carpes et/ou métacarpophalangiennes, ce qui a incité le clinicien à prescrire un traitement de fond chez 24 d'entre eux.

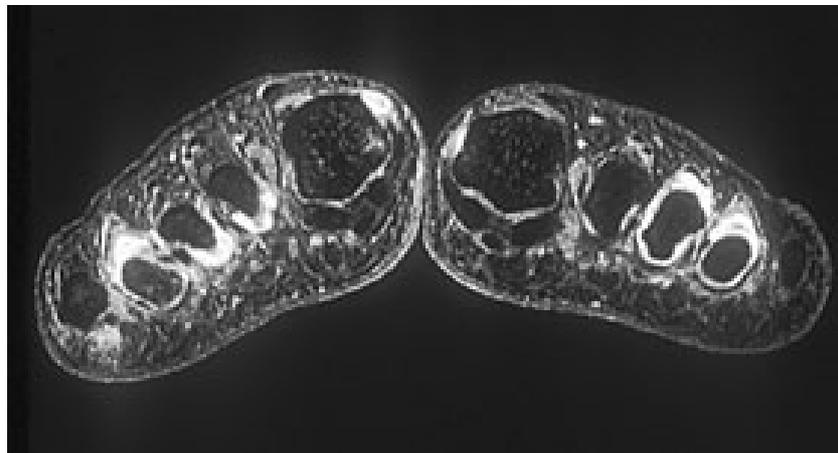
### 3. Exploration IRM des avant-pieds

Certaines études [69, 117] ont montré qu'à un stade précoce, 26 à 55 % des patients ayant une polyarthrite rhumatoïde ne présentaient au début des érosions radiographiquement décelables qu'aux avant-pieds. L'IRM peut également objectiver des synovites, ténosynovites, bursites et des érosions aux articulations métatarsophalangiennes (**fig. 30-A**). L'intérêt de cette exploration, et notamment le caractère potentiellement plus précoce des anomalies détectables en IRM par rapport à celle des mains et poignets, n'a cependant pas encore fait l'objet de publications.

Dans l'étude de Forslind [43] portant sur 23 patients présentant une PR de moins d'un an, des érosions de la 5<sup>ème</sup> articulation métatarsophalangienne étaient détectées en IRM et en radiographie conventionnelle chez 10 patients. Après un an aussi bien qu'après 3 ans (**fig. 30-B**), 15 patients présentaient des érosions de la 5<sup>ème</sup> articulation MTP en IRM contre 16 patients en radiographie conventionnelle. Donc l'IRM n'était pas supérieure à la radiographie conventionnelle en détectant des érosions de la 5<sup>ème</sup> articulation MTP chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde débutante. Les synovites détectées par l'IRM peuvent être un marqueur prédictif de développement des érosions au niveau des articulations métatarsophalangiennes.



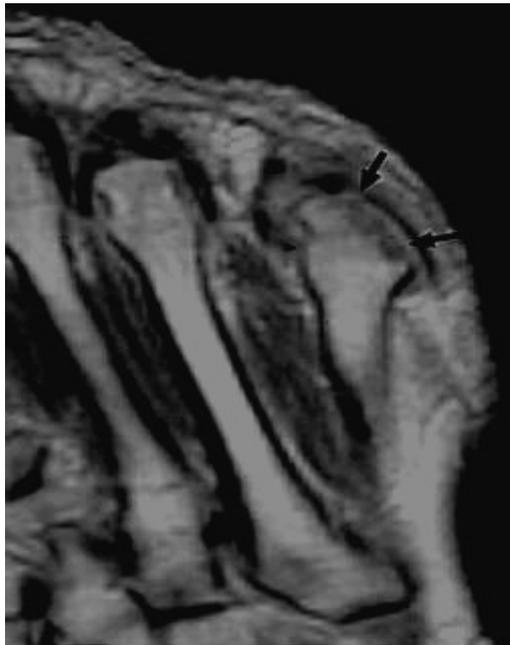
**(Fig. 29) Érosions de plusieurs têtes métacarpiennes [24].**



**(Fig. 30-A) Synovite et érosions de plusieurs articulations métatarsophalangiennes [24].**



**Radiographie conventionnelle d'une des articulations métatarsophalangiennes après 3 ans d'évolution de PR, montrant un certain nombre de petites érosions (flèches).**



**IRM de la même articulation métatarsophalangienne et en même temps, montrant deux grandes érosions (flèches). (Fig. 30-B) [43]**

#### **4. Indications de l'IRM**

L'IRM permet donc une détection plus précoce et spécifique des synovites et érosions que les clichés radiographiques. Cette imagerie présente donc un intérêt lorsqu'il existe une forte suspicion clinique de PR alors que les radiographies sont normales ou non évocatrices. La détection d'érosions marginales infraradiologiques constitue alors un argument de poids pour débiter un traitement de fond. En présence d'une synovite clinique non spécifique des mains, l'IRM peut objectiver des synovites dont la distribution topographique sera susceptible d'orienter ou non vers une PR débutante, ou des érosions marginales déjà beaucoup plus évocatrices.

En cas de lésions radiographiques caractéristiques d'une polyarthrite rhumatoïde, l'IRM ne présente plus d'intérêt diagnostique [24].

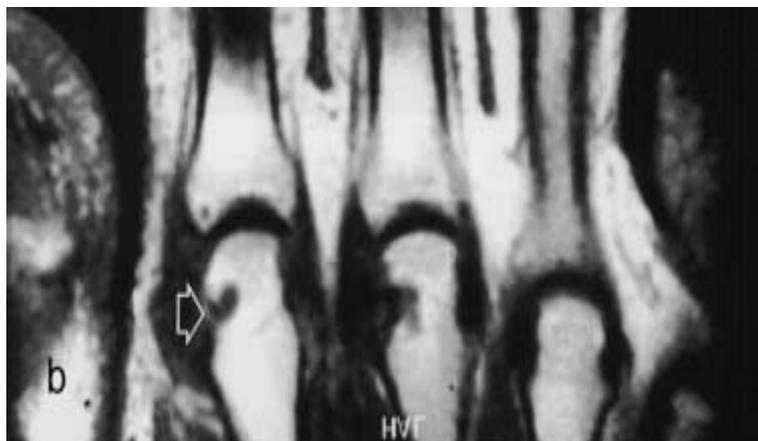
#### **5. Avantages et limites**

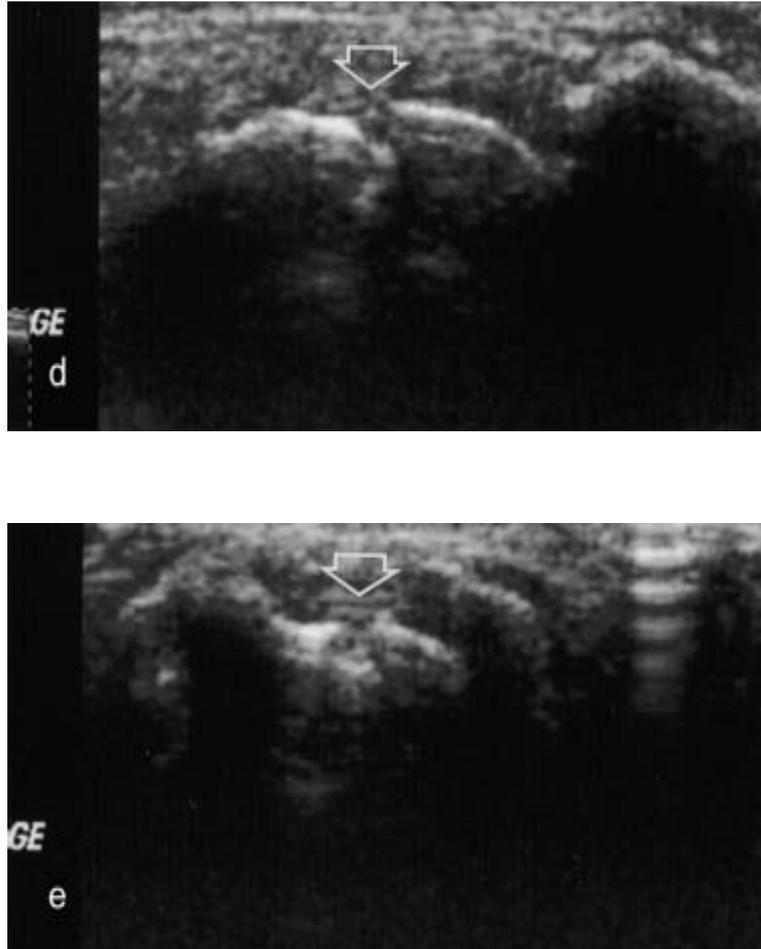
Le coût élevé de l'IRM et la disponibilité encore faible en appareils représentent, encore à l'heure actuelle, un obstacle à la diffusion de cette technique dans cette indication. Les problèmes non encore résolus concernent les conditions techniques incluant le type d'appareil utilisé (conventionnel avec antenne de surface ou machine dédiée), le type de séquences et de fenêtres (T1, T2, en spin écho ou en écho de gradient, avec ou sans suppression du signal de la graisse, avec ou sans injection de produit de contraste), l'épaisseur des coupes (1,5 à 4 mm), le temps de réalisation des images après l'injection du produit de contraste. La sémiologie de ces rhumatismes inflammatoires débutants reste encore délicate, notamment en ce qui concerne la différenciation entre les

érosions et les kystes mucoïdes aux carpes, la définition de la frontière entre une synoviale normale et une synovite modérée, la différenciation entre les différentes étiologies d'arthropathies inflammatoires de la main [24, 31]. Il faut par ailleurs souligner l'intérêt de l'IRM dans la détection de lésions pré-érosives (œdème focal ou plus diffus), à la différence de l'échographie.

**Tableau. V** - Avantages et inconvénients de l'échographie et de l'IRM [25].

	Échographie	IRM
Synovite : détection	+++	+++
Volume/Épaisseur	0/+++	++/++
Quantification de l'hyperhémie	+	+++
Ténosynovite	+++	++
Érosions	++	+++
Œdème	0	+++
Cartilage	++	+
Évaluation mains + poignets	+	+++





**(Fig. 31) Radiographie conventionnelle, IRM et échographie chez un patient atteint de PR débutante. (a): Les Radiographies conventionnelles des mains et des pieds (cette image montre les 2<sup>ème</sup>-5<sup>ème</sup> articulations MCP) sont normales. (b – c): IRM en écho de spin en pondération T1 coupe coronale (b) et axiale (c) montrent des érosions osseuses du versant radial de la 2<sup>ème</sup> (flèche) et la 3<sup>ème</sup> tête métacarpienne. (d – e): Coupe échographique longitudinale (d) et transversale (e) du versant radial de la 2<sup>ème</sup> tête métacarpienne montrent la même érosion osseuse que l'IRM [120].**

## **D. APPORT DE LA TOMODENSITOMETRIE**

L'analyse de la littérature ne permet pas actuellement, de démontrer l'utilité du scanner dans la polyarthrite rhumatoïde débutante. La plupart des études scanographiques concernent les grosses articulations telles que les épaules et les genoux.

### **1. Valeur diagnostique de la TDM**

L'étude de Alasaarela et al [1] concernant 26 patients atteints de PR certaines et anciennes trouve une meilleure sensibilité du scanner par rapport à la radiographie pour visualiser les érosions des épaules. La seule étude exploitable concernant les articulations des poignets est celle de Yu et al [195]. Elle retrouve aussi une meilleure sensibilité du scanner dans la détection des érosions comparativement à la radiographie chez 30 patients atteints de PR certaines.

La sensibilité du scanner aux changements des tissus mous au cours de la PR est nettement inférieure à l'IRM et à l'échographie [1, 47]. En conséquence, la TDM des articulations des poignets, des doigts et des orteils n'a cependant pas encore fait l'objet de publications (sauf une seule étude sur le poignet) et elle est très rarement employée dans la pratique clinique. Etant donné les avantages des autres modalités d'imagerie, le potentiel de la TDM dans la gestion clinique des patients atteints de PR semble minimal. Cependant, la TDM peut être une méthode de référence valable pour la validation des destructions osseuses observées dans l'IRM et l'échographie [50].

## **E. APPORT DE L'IMAGERIE DANS LE RACHIS CERVICAL RHUMATOÏDE**

Le « rachis cervical » est atteint chez plus de la moitié des patients souffrant de polyarthrite rhumatoïde (PR) : luxation atloïdo-axoïdienne principalement, arthrite occipito-atloïdienne à l'origine d'une impression basilaire, atteintes cervicales inférieures. Cette localisation est généralement le reflet de formes sévères. Les signes cliniques sont dominés par la douleur et les signes de souffrance médullaire, sans qu'il n'existe de parallélisme entre leur existence et l'atteinte radiologique. Les moyens d'imagerie les plus récents (scanner et imagerie par résonance magnétique) permettent une analyse très précise des lésions osseuses et médullaires. L'évolution est imprévisible et impose donc une surveillance régulière de la majorité des sujets pour qui l'abstention chirurgicale est décidée [11].

On admet que 25 % des PR se compliquent de luxation atloïdo-axoïdienne (LAA) [9, 15, 99], associée ou non à une arthrite occipito-atloïdienne entraînant une luxation ascendante de la dent (processus odontoïde) encore appelée impression basilaire. Les atteintes cervicales inférieures réalisent des subluxations antérieures étagées plus rares et plus tardives. Au total, 43 à 86 % des patients atteints de PR développeraient des lésions du rachis cervical [7, 9, 60].

## 1. Subluxations atloïdo-axoïdiennes (LAA)

### a) Subluxation atloïdo-axoïdienne antérieure (SLAAA)

Winfield et al observent une fréquence de survenue de SLAAA chez 12 % des PR suivies pendant sept ans [191]. Elle représente 75 % de l'ensemble des SLAA. Les SLAAA sont dues à une atteinte ligamentaire plus ou moins associée à des lésions de l'odontoïde : les études expérimentales montrent que la section du ligament transverse est indispensable au déplacement antérieur de C1 sur C2. Elle permet un déplacement de 5 mm au plus, 6,5 à 10 mm si la section des ligaments alaires est associée, 7 mm après section du ligament transverse et des deux ligaments en Y, et 12 mm après section du ligament transverse, des deux ligaments alaires et des deux ligaments en Y [21]. La SLAA se caractérise par un diastasis entre l'odontoïde et le corps antérieur de l'atlas supérieur à 2,5 mm chez la femme et 3 mm chez l'homme sur un cliché de profil standard ou en flexion [157] (**fig. 32**). Les clichés en extension apprécient la réductibilité totale, partielle ou nulle [68]. Boden et al montrent sur une série de 73 patients suivis en moyenne pendant sept ans que la distance entre le bord *postérieur* de l'odontoïde et le bord *antérieur* de l'arc postérieur de C1 (PADI : *posterior atlantodental interval*) est bien mieux corrélée avec la survenue d'une atteinte neurologique que le diastasis atloïdo-axoïdien habituellement mesuré [9]. Tous les patients ayant un PADI d'une valeur inférieure à 14 mm avaient une atteinte neurologique ; si d'autres études confirmaient ces données, il serait possible de mieux évaluer le risque neurologique selon les images radiologiques.



**(Fig. 32) PR – Atteinte cervicale : Radiographie standard du rachis cervical (profil) qui met en évidence, en flexion, un diastasis C1-C2 témoin d'une luxation atloïdo-axoïdienne antérieure [11].**

**b) SLAA latérales**

Vingt pour cent des SLAA sont latérales [93]. Halla et Hardin trouvent une fréquence de 9 % de SLAA latérales dans une cohorte de 606 polyarthrites rhumatoïdes [61]. Ces formes entraînent une posture vicieuse de la tête. Elles sont dues à une atteinte articulaire latérale atloïdo-axoïdienne asymétrique, au moins unilatérale. La disparition du cartilage et une résorption osseuse de moins de 1 mm d'épaisseur de la masse latérale de C1 ou de l'apophyse articulaire de C2 autorisent un déplacement latéral de C1 de 2,5 mm, limité par la direction ascendante de l'apophyse articulaire supérieure de C2. Si la résorption osseuse dépasse 1 mm, ce déplacement atteint 5 mm. Il est limité par le contact entre la masse latérale de C1 et l'odontoïde. Parallèlement, la masse latérale de C1 vient au contact de C2 ce qui explique l'inclinaison de C1 associée à son déplacement latéral. Le diagnostic est porté sur la radiographie de face bouche ouverte, par l'atteinte articulaire C1–C2 au moins unilatérale avec un déplacement latéral de C1 sur C2 de plus de 2 mm, sans SLAA antérieure sur le cliché de profil. Il existe également une inclinaison de C1 sur C2 sur le cliché de face, d'autant plus grande que la destruction du massif articulaire de C2 est importante.

**c) Subluxation rotatoire**

Elle est mal estimée car peu de patients bénéficient de clichés tomodensitométriques dynamiques en rotation. Cliniquement, elle est évoquée devant une attitude en rotation–inclinaison de la tête réductible ou non. Ce torticolis s'accompagne souvent de cervicalgies ou de névralgies du grand nerf d'Arnold (dont les racines et le tronc sont contigus à C1–C2) [36]. Elle est due à

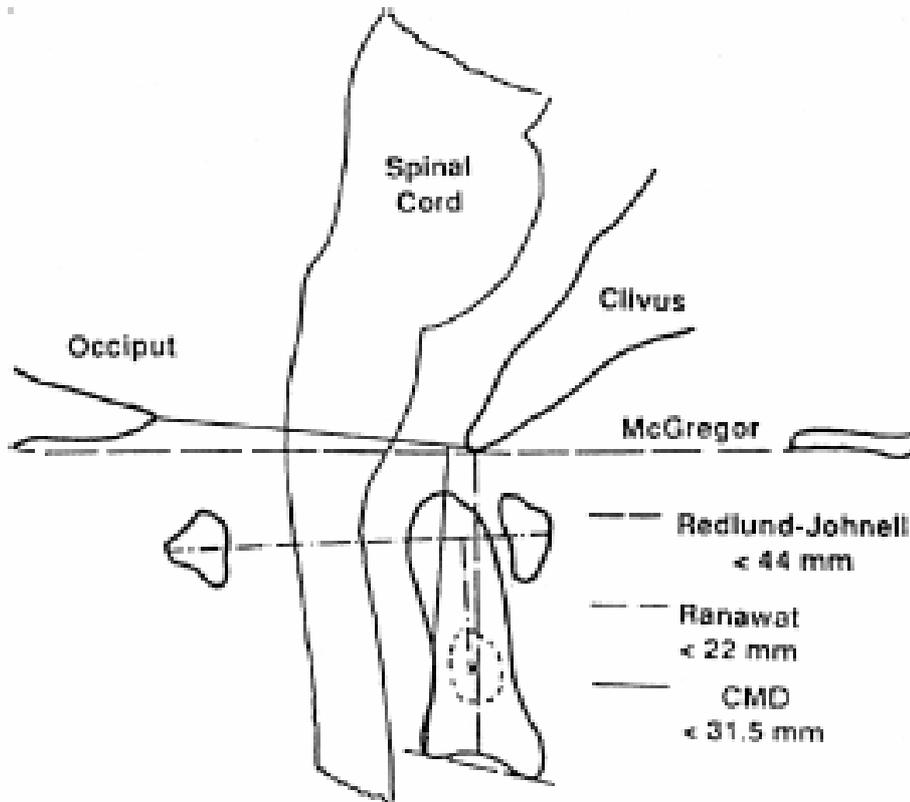
une atteinte articulaire C1–C2 unilatérale avec rupture du ligament transverse, autorisant un déplacement rotatoire de C1. L'incidence standard la plus performante est le cliché trans-buccal, qui montre la latéralité de l'odontoïde, l'asymétrie des masses latérales de l'atlas par rapport à la dent, la dysmorphie des masses latérales (celle qui se trouve en situation antérieure est large et proche de la dent alors que l'autre en recul s'en éloigne et apparaît moins volumineuse). La persistance des anomalies en rotation confirme le diagnostic. La tomodensitométrie est actuellement l'examen de choix, car elle permet d'étudier la luxation en rotation de l'atlas sur l'axis, et de faire des clichés en rotation inverse maximale.

#### **d) Subluxations postérieures**

Les subluxations postérieures sont rares (6 à 7 %) [94]. Le mécanisme repose sur la destruction de l'odontoïde par le pannus qui autorise le déplacement postérieur de C1. S'y associe une bascule supérieure de l'arc antérieur de C1 suivie d'une bascule inférieure de l'arc postérieur qui vient se loger en avant du processus épineux de C2. Un déficit neurologique est fréquent : cinq cas sur 18 pour Lipson [94]. Radiologiquement, le bord postérieur de l'arc antérieur de C1 se trouve en arrière du bord antérieur du corps vertébral de C2.



**(Fig. 33) Subluxation verticale ou impression basilaire démontrant la compression bulbomédullaire (têtes de flèche). Examen en IRM. Coupe sagittale pondérée en T2 [11].**



**(Fig. 34) Critères radiologiques d'impression basilaire [11].**

**L'indice de Ranawat (A)** est la distance séparant la ligne-centre de l'arc antérieur-centre de l'arc postérieur au centre du pédicule de l'axis. Il est pathologique s'il est inférieur à 13 mm.

**L'indice de Redlund--JohneI (B)** mesure la distance séparant la ligne passant par le bord inférieur du corps de l'axis à la ligne de MacGregor. Il est pathologique s'il est inférieur à 33 mm chez l'homme et 27 mm chez la femme.

**e) SLAA ascendante ou verticale : impression basilaire**

La forme ascendante survient chez 4 à 35 % des patients et est présente dans 20 % des SLAA [20, 93]. L'impression basilaire est due à une arthrite occipito-atloïdienne qui érode les condyles occipitaux, les apophyses articulaires supérieures de C2 et les masses latérales de C1. L'atlas se déforme progressivement ce qui entraîne une impaction du crâne sur le rachis cervical supérieur du fait des destructions articulaires (**fig. 33**). Les repères habituels de profil (lignes de MacGregor ou de Chamberlain) et de face (lignes bimastoïdienne et digastrique de Fischgold et Metzger utilisant le sommet de l'odontoïde comme repère) ne sont pas fiables en raison de la fréquente érosion de l'odontoïde. Les mesures de Ranawat et al [141] et de Redlund-Johnel effectuées sur le cliché de profil sont plus reproductibles (**fig. 34**) [34]. Un index de Redlund-Johnel inférieur à 33 mm, ou de Ranawat inférieur à 13 mm s'accompagne de signes neurologiques avec signes de compression en IRM.

**2. Atteinte du rachis cervical inférieur**

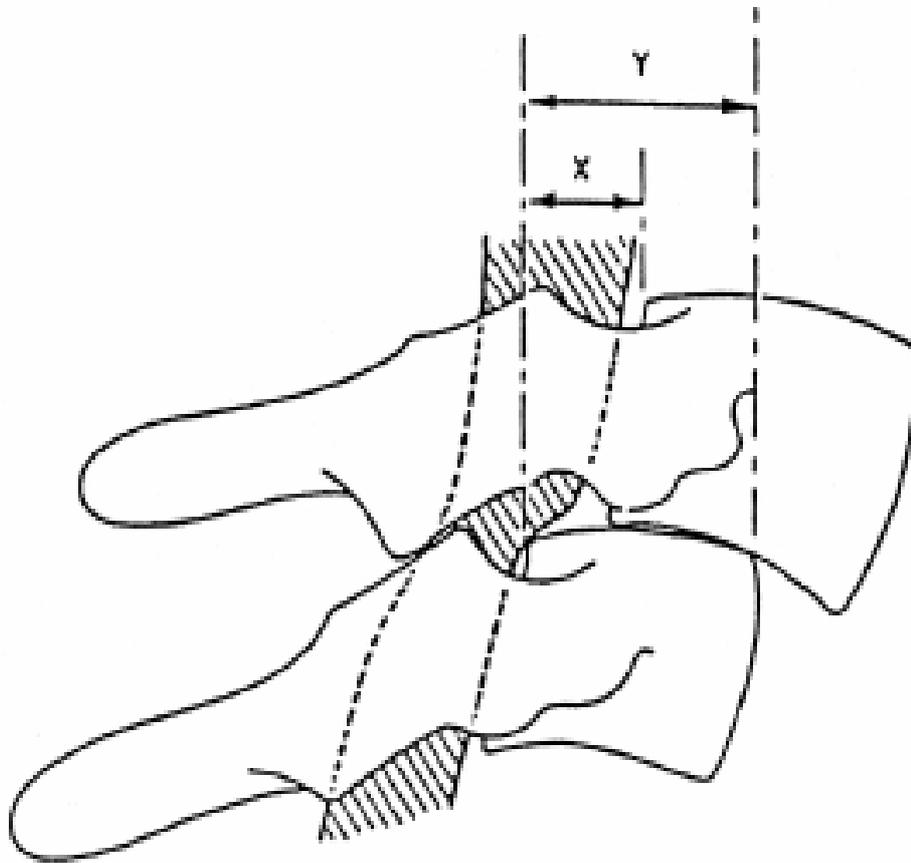
Le rachis cervical inférieur peut être atteint à un ou plusieurs étages avec une fréquence comprise entre 7 et 29 %. Le retentissement médullaire paraît moindre, mais peut survenir si la dislocation est importante [20, 93, 155]. Différents mécanismes de lésion médullaire ont été proposés :

- ▶ *Compression médullaire* par le corps vertébral, en raison de l'angulation ;
- ▶ Arthrite des *articulations uncovertébrales de Luschka* par le pannus, notion réfutée par une étude autopsique sur 171 patients, où l'atteinte de cette articulation n'a pas été mise en évidence [8] ;

- ▶ *Compression directe* de la moelle par le pannus ;
- ▶ *spondylodiscite rhumatismale*, touchant le plus souvent l'étage C4–C5, qui peut évoluer vers un antélisthesis avec un retentissement médullaire [149, 155, 186]. Le diagnostic repose sur la perte de l'alignement normal des murs postérieurs des corps vertébraux (**fig. 35**).

### 3. Associations lésionnelles

Elles sont très fréquentes : subluxations C1–C2 multidirectionnelles (surtout antérieure et verticale) ou subluxations étagées. Dans une étude longitudinale portant sur un suivi moyen de sept ans, Paimela et al [128] ont montré qu'un tiers des polyarthrites développait une atteinte cervicale, avec la survenue successive d'une atteinte antérieure puis verticale et enfin des lésions du rachis cervical inférieur. La synovite rhumatoïde touche en effet l'ensemble des articulations et des ligaments du rachis et leur destruction et rend compte des instabilités observées. La souffrance médullaire s'explique par plusieurs mécanismes [35] : *lésion des articulations C1–C2 et de l'appareil ligamentaire* : compression directe de la moelle lors des LAA latérales et des impressions basilaires ; *fracture ou destruction de l'odontoïde* : déstabilisation de l'atlas ; *compression médullaire par le pannus synovial*, soit rétro-odontoïdien, soit pré-odontoïdien (gênant alors la réduction d'une luxation antérieure) ; *compression médullaire par le corps vertébral* en raison de l'angulation dans les atteintes du rachis cervical inférieur.



**(Fig. 35) Représentation schématique de l'atteinte rhumatoïde du rachis cervical inférieur [11].**

#### 4. Place des examens radiologiques

a- **Les clichés standards** du rachis restent l'examen de première intention dans le dépistage des luxations cervicales. Les clichés en flexion et en extension maximales (en l'absence de douleur) permettent de dépister certaines lésions inapparentes en position indifférente et d'apprécier la réductibilité des lésions. De nombreux critères radiologiques sont décrits et utilisés pour évaluer l'importance des différentes luxations [11].

b- **La tomodensitométrie** permet de faire une analyse précise des structures osseuses et de leur éventuelle destruction grâce aux coupes axiales et aux reconstructions sagittales et coronales. Sur les fenêtres étudiant les parties molles, elle permet d'apprécier l'existence d'un éventuel pannus [15, 178, 187] (**fig. 36**). Elle est très utile pour l'étude des subluxations rotatoires [61].

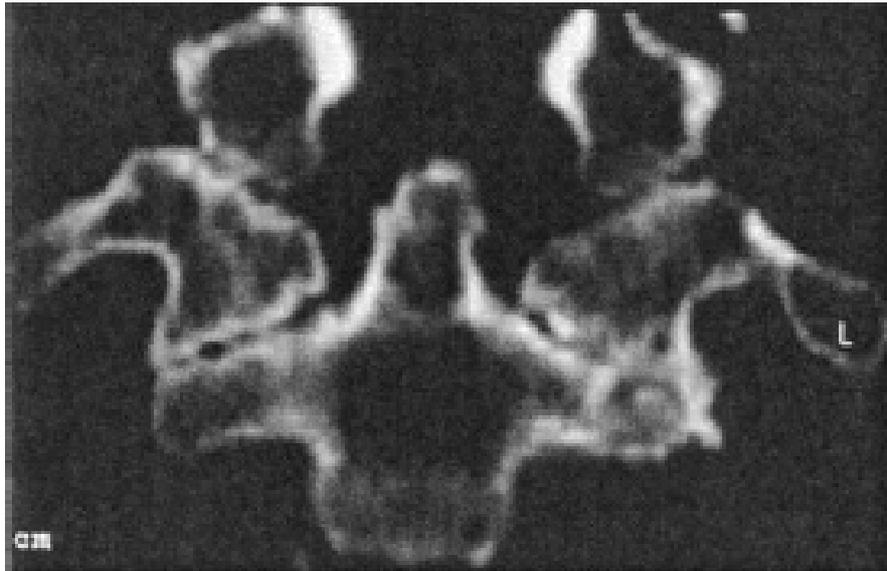
c- **L'IRM** a révolutionné la prise en charge des patients grâce aux coupes sagittales qui analysent les rapports entre les structures osseuses et médullaires. Elle permet aussi d'identifier l'étage responsable dans les atteintes étagées. Elle est particulièrement intéressante dans les subluxations verticales. Elle est plus démonstrative que la tomodensitométrie pour l'analyse du pannus mais n'est pas aussi précise pour l'interprétation des structures osseuses (**fig. 37**). En mode T1 l'hyposignal émis par les tissus pathologiques est peu différent de celui des tissus mous normaux. Il est donc difficile d'apprécier la limite entre ces tissus mais en revanche on peut apprécier le volume du pannus. En mode T2 l'hypersignal des tissus pathologiques permet de les différencier du faible signal des tissus mous normaux. On peut de plus apprécier l'évolutivité du pannus selon qu'il est en formation ou qu'il est devenu fibreux [37]. L'IRM montre

parfois des signes de souffrance médullaire (bandes d'hyposignal centromédullaire). Enfin, les séquences dynamiques permettent d'évaluer la réductibilité des lésions en extension et l'importance de la compression médullaire en flexion [16, 34, 78, 187]. Il semble cependant que l'IRM en flexion ne dépiste pas de lésions inapparentes en position neutre [144].

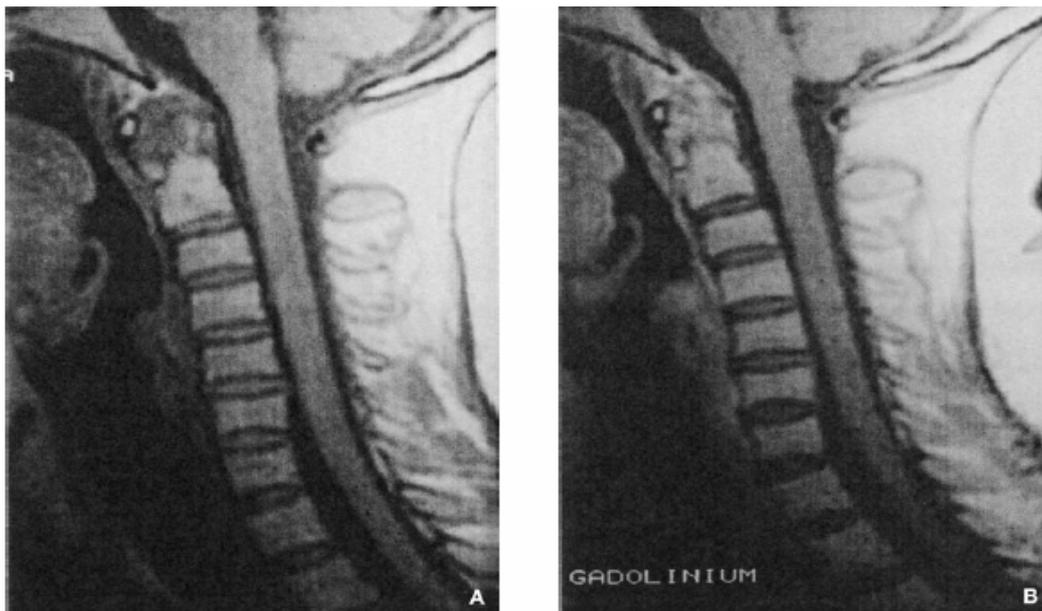
## 5. Conclusion

L'atteinte du rachis cervical au cours de la polyarthrite rhumatoïde est fréquente. Avec les techniques d'imagerie récentes (scanner et IRM), la décision thérapeutique (qu'elle soit médicale ou chirurgicale) repose sur une analyse fine des lésions et des signes cliniques. L'évolution est imprévisible, ce qui impose une surveillance régulière de la majorité des sujets pour qui l'abstention chirurgicale est décidée [11].

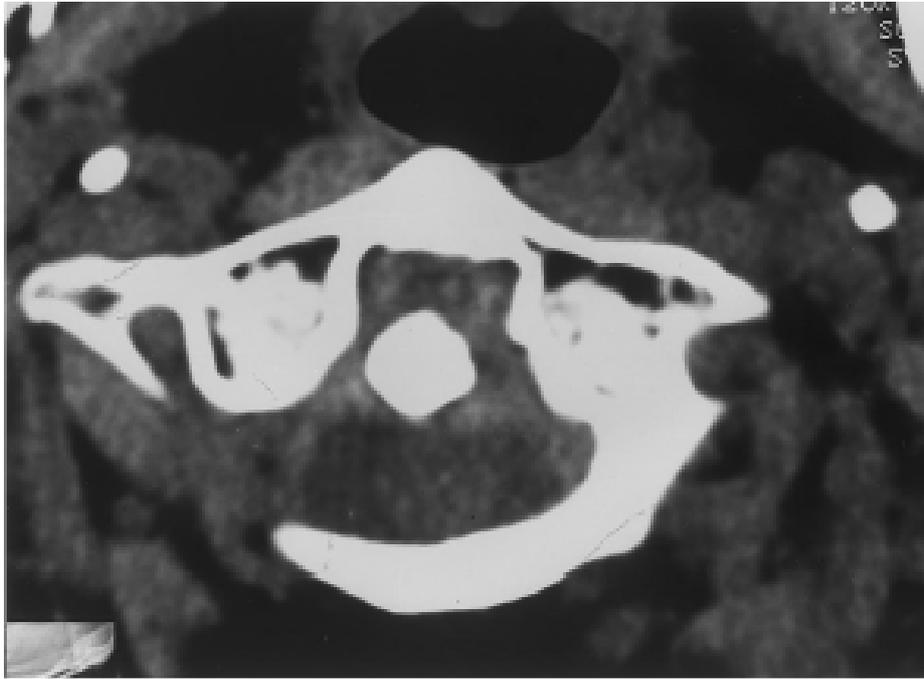
L'intervention s'impose chaque fois qu'il existe une aggravation neurologique brutale ou une symptomatologie douloureuse invalidante ou enfin devant des critères radiologiques et IRM précis : luxation verticale ou impression basilaire, interligne atloïdo-axoïdien  $\geq 6$  mm (10 mm selon certaines équipes) [194].



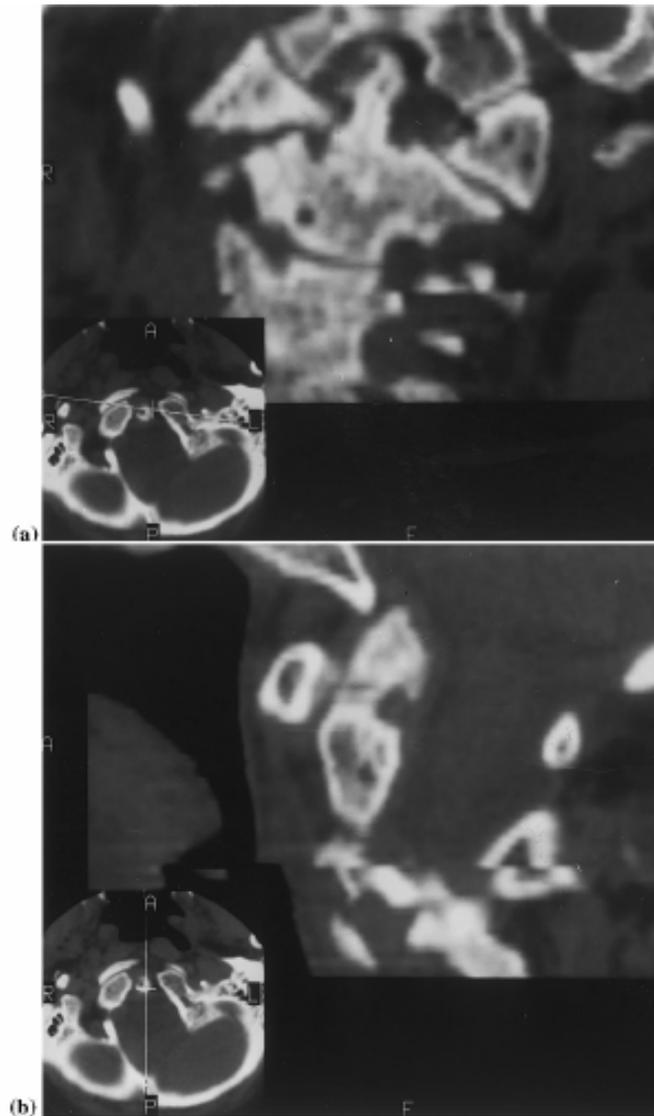
**(Fig. 36)** Arthrites latérales C1–occiput et C1–C2 (reconstruction frontale en scanner) [11].



**(Fig. 37)** IRM cervico-occipitale en coupe sagittale sans (A) et après injection de gadolinium (B). Le pannus synovial apparaît en hyposignal T1 et se rehausse avec le produit de contraste [11].



**(Fig. 38) TDM de l'articulation atloïdo-axoïdienne: la subluxation antérieure de C1-C2 provoque la compression du cordon médullaire par l'odontoïde [134].**



**(Fig. 39) TDM de l'articulation atloïdo-axoïdienne, reconstructions coronale et sagittale: érosions osseuses du processus odontoïde et des articulations synoviales, associées à une instabilité articulaire (subluxation latérale). Notez les érosions à la base de l'odontoïde et des anomalies dans les masses latérales de l'atlas [134].**

## **IX. STRATEGIE D'EXPLORATION**

### **A. POLYARTHRITE RHUMATOÏDE DEBUTANTE**

La stratégie d'utilisation des différentes méthodes d'imagerie disponibles pour le diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde débutante n'est pas établie [31].

Le diagnostic de certitude de la polyarthrite rhumatoïde débutante reste dans la pratique quotidienne centré sur la découverte d'érosions osseuses radiologiques. En première intention la réalisation de radiographies standards des mains reste nécessaire même si leur valeur diagnostique en matière de PR débutante est modeste selon l'étude de Devauchelle et al [32]. C'est dans le cas où ces radiographies seraient normales que l'on voit tout l'intérêt d'une technique d'imagerie permettant de mettre en évidence ces érosions. Les problèmes non encore résolus concernent le choix de l'incidence de face comparée à celle de 3/4 des mains et l'utilité de la radiographie des avant-pieds de face et de profil avant toute autre investigation complémentaire aux mains [31].

L'IRM apparaît actuellement comme l'imagerie de choix pour le diagnostic précoce de la PR, elle présente un intérêt lorsqu'il existe une forte suspicion clinique de PR alors que les radiographies standards sont normales ou non évocatrices. La détection d'érosions marginales infra-radiologiques constitue alors un argument de poids pour débiter un traitement de fond. En présence d'une synovite clinique non spécifique des mains, l'IRM peut objectiver des synovites dont la distribution topographique (atteinte bilatérale et

symétrique des carpes, MCP et IPP) sera susceptible d'orienter ou non vers une PR débutante, ou des érosions marginales déjà beaucoup plus évocatrices [24].

L'échographie semble être un examen très prometteur en terme de détection précoce de lésions évocatrices de PR. La place exacte de l'échographie par rapport aux autres techniques d'imagerie reste encore à définir [13].

## B. RACHIS CERVICAL RHUMATOÏDE

La stratégie d'exploration et de surveillance radioclinique du rachis cervical dès le diagnostic de la polyarthrite rhumatoïde **tableau VI** [11].

Rachis cervical de face bouche ouverte, de profil neutre et en flexion lors du diagnostic.

### ◆ En l'absence de signes cliniques

- PR érosive et évolutive : répéter les mêmes clichés tous les ans ou tous les 2ans.

- PR peu évolutive : répéter les mêmes clichés tous les 5 ans.

- En cas d'évolutivité radiographique : obtenir une IRM de référence.

- En cas d'impression basilaire : discussion médicochirurgicale d'une arthrodeèse.

### ◆ En présence de signes cliniques

Iconographie complète et discussion médicochirurgicale.

# CONCLUSION

La polyarthrite rhumatoïde est une maladie inflammatoire chronique responsable d'une destruction et d'une déformation de l'articulation qui contribue à une impotence fonctionnelle parfois majeure. C'est le rhumatisme inflammatoire le plus fréquent avec de lourdes conséquences socioéconomiques. Le développement de nouvelles thérapeutiques susceptibles de prévenir, ou tout au moins de réduire la vitesse de progression des lésions ostéo-articulaires au cours de la polyarthrite rhumatoïde rend indispensable le diagnostic précoce de cette affection en vue d'instaurer un traitement de fond le plus précocement possible avant que des lésions définitives ne se soient développées.

L'imagerie joue un rôle essentiel dans le diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde, d'autant qu'à la phase initiale de la maladie, le bilan biologique est le plus souvent normal (absence de facteur rhumatoïde).

Les radiographies standards font généralement partie du bilan initial réalisé mais vu le délai d'apparition des anomalies radiologiques, celles-ci n'auront qu'une faible valeur ajoutée en ce qui concerne le diagnostic précoce de polyarthrite rhumatoïde. L'IRM, de part son contraste tissulaire élevé, apparaît actuellement comme l'imagerie de choix pour le diagnostic précoce de la PR. Son introduction dans les critères diagnostiques de la polyarthrite rhumatoïde débutante peut contribuer à un diagnostic plus précis chez les patients suspects et permettre ainsi une décision précoce de commencer le médicament approprié. L'échographie permet de fournir des informations pertinentes pour le diagnostic précoce et la prise en charge de la polyarthrite rhumatoïde. La formation des rhumatologues à cette technique est indispensable, mais ils devront maîtriser parfaitement l'anatomie morphologique, fonctionnelle

et échographique. Des travaux plus nombreux devront être réalisés pour préciser la place de l'échographie par rapport aux autres techniques d'imagerie.

En ce qui concerne le rachis cervical rhumatoïde, l'apport de l'imagerie au diagnostic précoce et aux indications thérapeutiques est important. Les radiographies standards du rachis restent l'examen de première intention dans le dépistage des luxations cervicales. La TDM permet de faire une analyse précise des structures osseuses et de leur éventuelle destruction grâce aux coupes axiales et aux reconstructions sagittales et coronales. L'IRM permet d'analyser les rapports entre les structures osseuses et médullaires grâce aux coupes sagittales, elle est plus démonstrative que la TDM pour l'analyse du panus, mais n'est pas aussi précise pour l'interprétation des structures osseuses.

# RÉSUMÉS

## **RÉSUMÉ**

Notre étude bibliographique intitulée « apport de l'imagerie dans le diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde et dans le rachis cervical rhumatoïde » s'est basée sur 197 articles. Elle a été consacrée aux radiographies conventionnelles, à l'imagerie par résonance magnétique, à l'échographie et à la tomodensitométrie.

En ce qui concerne la polyarthrite rhumatoïde débutante au niveau des mains et des pieds, nous avons commencé par un rappel anatomique des articulations sus-citées et après avoir détaillé les techniques des différents examens radiologiques, on a fait un passage en revue des principales manifestations de la polyarthrite rhumatoïde débutante aux radiographies conventionnelles, à l'échographie et à l'imagerie par résonance magnétique.

De ce qui précède il ressort que :

- Les radiographies conventionnelles n'ont qu'une faible valeur ajoutée en ce qui concerne le diagnostic précoce de la PR.
- L'IRM est l'imagerie de choix pour le diagnostic précoce de la PR.
- L'échographie paraît séduisante dans l'établissement du diagnostic précoce mais sa place réelle par rapport à l'IRM reste encore à définir.

En ce qui concerne le rachis cervical rhumatoïde, après un rappel anatomique et détail des techniques d'imagerie, nous avons fait un passage en revue des manifestations de la polyarthrite rhumatoïde au niveau du rachis

cervical, ainsi que l'apport de l'imagerie dans le diagnostic précoce de l'atteinte du rachis cervical.

L'apport de l'imagerie dans l'atteinte du rachis cervical est primordial, elle permet de faire le diagnostic précoce des lésions, permettant ainsi un traitement précis, précoce et adapté.

## **SUMMARY**

Our bibliographical study entitled "contribution of the imaging in the early diagnosis of the rheumatoid arthritis and in the cervical spine involvement in rheumatoid arthritis was based on 197 articles. It was devoted to conventional radiography, magnetic resonance imaging, echography and computed tomography.

With regard to the early rheumatoid arthritis of the hands and feet, one started with an anatomical recall of the caused articulations and after having detailed the techniques of the various radiological examinations, one made a passage in review of the principal manifestations of the early rheumatoid arthritis to conventional radiography, echography and magnetic resonance imaging.

By what precedes it arises:

- Conventional radiography have only one low value added with regard to the early diagnosis of RA.
- The IRM is the imaging of choice for the early diagnosis of RA.
- Echography appears tempting in the establishment of the early diagnosis but its real place compared to the IRM still remains to be defined.

With regard to the cervical spine involvement in rheumatoid arthritis, after an anatomical recall and details techniques of imaging, one made a passage in review of the manifestations of the rheumatoid arthritis on the level of the cervical spine, as well as the contribution of the imaging. The imaging plays

a role determining in the early diagnosis and the therapeutic indications of the cervical spine involvement in rheumatoid arthritis.

## ملخص

اعتمدت دراستنا الخاصة بمراجعة النصوص الطبية تحت عنوان «مساهمة التصوير في التشخيص المبكر لالتهاب المفاصل الرتياني وفي العمود الفقري العنقي الرتياني» على 197 نصا. خصصت هذه الدراسة للتصوير بالأشعة الاعتيادية, التصوير بالرنين المغنطيسي, التصوير بالصدى الصوتي ثم التصوير بالأشعة المقطعية.

فيما يخص التهاب المفاصل الرتياني المبكر على مستوى الأيدي و الأقدام, بدأنا بتذكير تشريحي للمفاصل المذكورة أعلاه و بعد الإسهاب في شرح تقنيات مختلف الفحوصات الإشعاعية, عملنا على عرض التجليات الرئيسية لالتهاب المفاصل الرتياني المبكر في التصوير بالأشعة الاعتيادية, التصوير بالصدى الصوتي ثم التصوير بالرنين المغنطيسي.

بما سبق يظهر:

- لدى التصوير بالأشعة الاعتيادية فقط قيمة مضافة ضعيفة فيما يخص التشخيص المبكر لالتهاب المفاصل الرتياني.

- التصوير بالرنين المغنطيسي هو التصوير الأمثل للتشخيص المبكر لالتهاب المفاصل الرتياني .

- يبدو التصوير بالصدى الصوتي أداة واعدة في تأسيس التشخيص المبكر لكن مكانته الحقيقية بالمقارنة مع التصوير بالرنين المغنطيسي مازالت مطروحة للتعريف.

فيما يخص العمود الفقري العنقي الرتياني, بعد تذكير تشريحي و شرح مفصل لتقنيات التصوير, عملنا على عرض تجليات التهاب المفاصل الرتياني على مستوى العمود الفقري العنقي بالإضافة لمساهمة التصوير.

يتبين مما سبق أن التصوير يلعب دورا أساسيا في التشخيص المبكر و في التوجيهات العلاجية للعمود الفقري العنقي الرتياني.

# **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] **ALASAARELA. E, SURAMO. I, TERVONEN. O, LAHDE. S, TAKALO. R, HAKALA. M ET AL.**  
Evaluation of humeral head erosions in rheumatoid arthritis: a comparison of ultrasonography, magnetic resonance imaging, computed tomography and plain radiography.  
Br J Rheumatol 1998; 37: 1152-6
- [2] **BABIC-NAGLIC. D, NESEK-MADARIC. V, POTOCKI. K, LELAS-BAHUN. N, CURKOVIC. B.**  
Early diagnosis of rheumatoid cervical myelopathy.  
Scand J Rheumatol 1997; 26: 247-52
- [3] **BACKHAUS. M, BURMESTER. G R, SANDROCK. D, LORECK. D, HESS. D, SCHOLZ. A ET AL.**  
Prospective two year follow up study comparing novel and conventional imaging procedures in patients with arthritic finger joints.  
Ann Rheum Dis 2002; 61: 895-904
- [4] **BACKHAUS. M, KAMRADT. T, SANDROCK. D, LORECK. D, FRITZ. J, WOLF. KJ ET AL.**  
Arthritis of the finger joints: a comprehensive approach comparing conventional radiography, scintigraphy, ultrasound and contrast-enhanced magnetic resonance imaging.  
Arthritis Rheum 1999; 42: 1232-45
- [5] **BENTON. N, STEWART. N, CRABBE. J, ROBINSON. E, YEOMAN. S, MC QUEEN. F M ET AL.**  
Magnetic resonance imaging of the wrist in early rheumatoid arthritis can be used to predict functional outcome at 6 years.  
Ann Rheum Dis 2004; 63: 555-561

- [6] **BIRKETT. V, RING. E F J, ELVINS. D M, TAYLOR. G, BHALLA. A**  
A comparison of bone loss in early and late rheumatoid arthritis using quantitative phalangeal ultrasound.  
Clin Rheumatol 2003; 22: 203-207
- [7] **BLAND. J**  
Rheumatoid subluxation of the cervical spine.  
J Rheumatol 1990; 17: 134–137.
- [8] **BLAND. J, BOUSHEY. D**  
Anatomy and physiology of the cervical spine.  
Semin Arthritis Rheum 1990; 20: 1–20.
- [9] **BODEN. S, DODGE. L, BOHLMANN. H, RECHTINE. G**  
Rheumatoid arthritis of the cervical spine.  
J Bone Joint Surg 1993; 75A: 1282–1297
- [10] **BOINI S, GUILLEMIN F**  
Radiographic scoring methods as outcome measures in rheumatoid arthritis: properties and advantages.  
Ann Rheum Dis 2001; 60: 817-827
- [11] **BOUCHAUD-CHABOT AGNES, FREDERIC LIOTE**  
Le rachis cervical rhumatoïde.  
Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur, 31-673-D-20, 2005
- [12] **BOUTRY. N, FLIPO. R M, COTTEN. A**  
Magnetic resonance imaging appearance of rheumatoid arthritis in the foot.  
Semin Musculoskelet Radiol 2005; 9: 199-209

- [13] **BOUTRY. N, LARDE. A, DEMONDION. X, FLIPO. R M, VAN HOLSBEECK. M, COTTEN. A ET AL.**  
Polyarthrite rhumatoïde débutante: Apport de l'échographie des articulations métacarpophalangiennes.  
J Radiol 2003; 84: 659-65
- [14] **BOUTRY. N, LARDE. A, LAPEGUE. F, SOLAU-GERVAIS. E, FLIPO. RM, COTTEN. A ET AL.**  
Magnetic resonance imaging appearance of the hands and feet in patients with early rheumatoid arthritis.  
J Rheumatol 2003; 30: 671-9
- [15] **BRAUNSTEIN. E, WEISSMAN. B, SELTZER. S, SOSMAN. J, WANG. A, ZAMANI. A ET AL.**  
Computed tomography and conventional radiographs of the craniocervical region in rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1984; 27: 26–31.
- [16] **BREEDVELD. F, ALGRA. P, JAN VIELVOYE. C, CATS. A**  
Magnetic resonance imaging in the evaluation of patients with rheumatoid arthritis and subluxations of the cervical spine.  
Arthritis Rheum 1987; 30: 624–629.
- [17] **BRESNIHAN B, KANE D**  
Sonography and subclinical synovitis.  
Ann Rheum Dis 2004; 63: 333-334
- [18] **BREWERTON. DA**  
Instrumental and technical notes. A tangential radiographic projection for demonstrating involvement of the metacarpal heads in RA.  
Br J Radiol 1967; 40: 233-4
- [19] **BROOK. A, CORBETT. M**

Radiographic changes in early rheumatoid disease.  
Ann Rheum Dis 1977; 36: 71-3

**[20] CABOT. A, BECKER. A**

The cervical spine in rheumatoid arthritis.  
Clin Orthop 1978; 131: 130-140.

**[21] CAFFINIÈRE. J Y, SERINGE. R, ROY-CAMILLE. R**

Étude physiopathologique des lésions ligamentaires graves dans les traumatismes de la charnière occipito-rachidienne.  
Rev Chir Orthop 1972; 58: 11-19.

**[22] CIMMINO MARCO. A, CHRISTOS BOUNTIS, ENZO SILVESTRI, GIACOMO GARLASCHI, SILVANO ACCARDO**

An Appraisal of Magnetic Resonance Imaging of the Wrist in Rheumatoid Arthritis.  
Semin Arthritis Rheum 2000; 30: 180-195

**[23] CLARK. D G, WATSON. Y, HUTCHINSON. C E**

Magnetic resonance imaging of the wrist in patients with early rheumatoid arthritis: technical note-patient comfort.  
Radiography 2001; 7: 203-207

**[24] COTTEN. A**

Diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde par IRM.  
Synoviale mars 2002 n° 109

**[25] COTTEN. A**

Diagnostic précoce de la polyarthrite rhumatoïde.  
Synoviale juin 2004 n° 132

**[26] CRIM JULIA. R, BASSETT LAWRENCE. W**

La cheville et le pied.

Atlas IRM du système ostéo-articulaire et des muscles (FLAMMARION 1989) p : 266

**[27] CYTEVAL. C, SARRABERE-BARON. M P, ASSI. C, COTTIN. A, BENIS. J, BONNEL.F**

Radioanatomie du pied.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal, 30-400-A-10, 2001.

**[28] DAWES. P**

MRI abnormalities in rheumatoid arthritis.

Lancet 1999; 354: 1051-2

**[29] DE FLAVIIS. L, SCAGLIONE. P, NESSI. R, VENTURA. R, CALORI. G**

Ultrasonography of the hand in rheumatoid arthritis.

Acta Radiol 1988; 29: 457-60

**[30] DEVAUCHELLE-PENSEC V, ALAIN SARAUX, SABINE ALAPETITE, DANIELE COLIN, PAUL LE GOFF**

Les radiographies des mains et pieds sont-elles un bon critère de diagnostic de la polyarthrite rhumatoïde débutante?

Revue du Rhumatisme 2002; 69: 859-67

**[31] DEVAUCHELLE P V, ANNE COTTEN, FREDERIC LIOTE**

Apport de l'imagerie au diagnostic d'une polyarthrite débutante.

Revue du Rhumatisme 2002; 69: 170-6

**[32] DEVAUCHELLE PENSEC. V, SARAUX. A, BERTHELOT. JM, ALAPETITE. S, CHARLES. G, LE HENAFF. C ET AL.**

Ability of the hand radiographs for predicting a further diagnosis of rheumatoid arthritis in patients with early arthritis.

J Rheumatol 2001; 28: 2603-7

- [33] **DRAPE. J L, LEBLEVEC. G, GODEFROY. D, PESSIS. E, MOUTOUNET. L, CHEVROT. A ET AL.**

Imagerie normale du poignet et de la main. Radiographies, arthrographie, échographie.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-squelette normal, 30-320-A-10, 1999.

- [34] **DRAPE. J L, BENACERRAF. R, KAHN. M F**

Polyarthrite rhumatoïde de l'adulte.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic. Neuroradiologie 31-306-A-10 1995

- [35] **DREYFUS. P, GHEZAIL. M, BOISSIER. M C**

Pathologie de l'apophyse odontoïde.

L'actualité rhumatologique, Expansion scientifique française, Paris 1992, pp : 88–99.

- [36] **DREYFUS. P, FERNET. M**

La rotation fixée atloïdo-axoïdienne.

L'actualité rhumatologique, Expansion scientifique française, Paris 1991, pp : 50–61.

- [37] **DVORAK. J, GROB. D, BAUMGARTNER. H**

Functionnal evaluation of the spinal cord by magnetic resonance imaging in patients with rheumatoid arthritis and instability of the upper cervical spine.

Spine 1989; 14: 1057-1064

- [38] **EMERY. P, BREEDVELD. FC, DOUGADOS. M, KALDEN. JR, SCHIFF. MH, SMOLEN. JS ET AL.**

Early referral recommendation for newly diagnosed rheumatoid arthritis: evidence based development of a clinical guide.

Ann Rheum Dis 2002; 6: 290-7

- [39] **ETCHEPARE. F, D'AGOSTINO. M.A**  
Apport de l'échographie dans les rhumatismes inflammatoires.  
Revue du Rhumatisme 2002 ; 69 : 992-6
- [40] **EVANGELISTO. A, WAKEFIELD. R, EMERY. P**  
Imaging in early arthritis.  
Best Pract Res Clin Rheumatol 2004; 18: 927-43
- [41] **FLETCHER. DE, ROWLEY. KA**  
The radiologic features of rheumatoid arthritis.  
Br J Rheumatol 1952; 25: 282-95
- [42] **FORRE. O**  
Radiologic evidence of the disease modification in rheumatoid arthritis patients treated with cyclosporine.  
Arthritis Rheum 1994; 37: 1509-12
- [43] **FORSLIND. K, JOHANSON. A, LARSSON. E M, SVENSSON. B**  
Magnetic resonance imaging of the fifth metatarsophalangeal joint compared with conventional radiography in patients with early rheumatoid arthritis.  
Scand J Rheumatology 2003; 32: 131-137
- [44] **FORSLIND. K, LARSSON. E M, JOHANSSON. A, SVENSSON. B**  
Detection of joint pathology by magnetic resonance imaging in patients with early rheumatoid arthritis.  
Br J Rheumatol 1997; 36: 683-688
- [45] **FRIES. JF, BLOCH. DA, SHARP. JT, MC SHANE. DJ, SPITZ. P, BLUHM. GB ET AL.**  
Assessment of radiological progression in rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1986; 29: 1-15
- [46] **GASSON. J, GANDY. S J, HUTTON. C W, JACOBY. R K, SUMMERS. I R, VENNART. W ET AL.**

Magnetic resonance imaging of rheumatoid arthritis in metacarpophalangeal joints.  
Skeletal Radiol 2000; 29:324-334

**[47] GHOZLAN. R, VACHER. H**

Where is imaging going in rheumatology?  
Best Pract Res Clin Rheumatol 2000; 14: 617-33

**[48] GIOVAGNONI ANDREA, GIANLUCA VALERI, ELISABETTA BURRONI, FRANCESCO AMICI**

Rheumatoid arthritis: follow-up and response to treatment.  
European Journal of Radiology 1998; 27: S25-S30

**[49] GIOVAGNORIO. F, MARTINOLI. C, COARI. G**

Power Doppler sonography in knee arthritis a pilot study.  
Rheumatol Int 2001; 2: 101-4

**[50] GOLDBACH-MANSKY. RT, MURPHEY. M, FLEMMING. D, HILL. S, MORRISON. K, WILSON. M ET AL.**

T2 weighted MRI may define “active” carpal bone erosions in patients with early rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 2002; 46: S595 (abstract)

**[51] GOUPILLE. P, ROULOT. B, AKOKA. S**

Magnetic resonance imaging: a valuable method for the detection of synovial inflammation in rheumatoid arthritis.  
J Rheumatol 2001; 28: 35-40

**[52] GRASSI. W, FILIPPUCCI. E, FARINA. A, SALAFFI. F, CERVINI. C**

Ultrasonography in the evaluation of bone erosions.  
Ann Rheum Dis 2001; 60: 98-104

**[53] GRASSI. W, TITTARELLI. E, PIRANI. O, AVALTRONI. D, CERVINI. C**

Ultrasound examination of metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis.

Scand J Rheumatol 1993; 22:243-7

**[54] GRASSI. W, TITTARELLI. E, BLASETTI. P, PIRANI. O, CERVINI. C**

Finger tendon involvement in rheumatoid arthritis. Evaluation with high-frequency sonography.

Arthritis Rheum 1995; 38:786-94

**[55] GRASSI. W, ROSSELLA DE ANGELIS, GIANNI LAMANNA, CLAUDIO CERVINI**

The clinical features of rheumatoid arthritis.

European Journal of Radiology 1998; 27: S18-S24

**[56] GREEN. MICHAEL J, DEODHAR. ATUL A**

Bone changes in early rheumatoid arthritis.

Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2001; 15: 105-123

**[57] GRINDULIS. KA, SCOTT. DL, STRUTHERS. GR**

The assessment of radiological changes in the hands and wrists in rheumatoid arthritis.

Rheumatol Int 1983; 3: 39-42.

**[58] GUERMAZI ALI, TAOULI BACHIR, LYNCH JOHN A, CHARLES G PETERFY**

Imaging of bone erosion in rheumatoid arthritis.

Semin Musculoskelet Radiol 2004; 8: 269-285

**[59] HADJ-RABIA. M, DOYON. D, BENOUDIBA. F, IFFENECKER. C, TASSART. M**

Imagerie par résonance magnétique de la jonction crâniocervicale normale.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal, 30-785-A-10, 1999.

**[60] HALLA. J, HARDIN. J, VITEK. J, ALARCON. G**

Involvement of the cervical spine in rheumatoid arthritis.

Arthritis Rheum 1989; 32: 652-658.

**[61] HALLA. J, HARDIN. J**

The spectrum of atlantoaxial facet joint involvement in rheumatoid arthritis.

Arthritis Rheum 1990; 33: 325–329.

**[62] HAU. M, SCHULTZ. H, TONY. HP**

Evaluation of pannus and vascularization of the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints in rheumatoid arthritis by high-resolution ultrasound (multidimensional linear array).

Arthritis Rheum 1999; 42: 2303-8

**[63] HAU. M, KNEITZ. C, TONY. HP, KEBERLE. M, JAHNS. R, JENETT. M ET AL.**

High resolution ultrasound detect a decrease in pannus vascularisation of small finger joints in patients with rheumatoid arthritis receiving treatment with soluble tumour necrosis factor alpha receptor.

Ann Rheum Dis 2002; 61: 55-8

**[64] HEIKKILA. S, ISOMAKI. H**

Long-term outcome of rheumatoid arthritis has improved.

Scand J Rheum 1994; 23: 13-5

**[65] HENK VISSER M D, PHD**

Early diagnosis of rheumatoid arthritis.

Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2005; 19: 55-72

**[66] HERMANN. K G, BOLLOW. M**

Magnetic resonance imaging of the axial skeleton in rheumatoid disease.

Best Pract Res Clin Rheumatol 2004; 18:881-907

**[67] HUANG. J, STEWART. N, CRABBE. J, ROBINSON. E, MC LEAN. L, YEOMAN. S ET AL.**

A 1-year follow-up study of dynamic magnetic resonance imaging in early rheumatoid arthritis reveals synovitis to be increased in shared epitope-positive patients and predictive of erosions at 1 year.

Rheumatology 2000; 39: 407-416

**[68] HUTEN. D, NORDIN. J Y**

Chirurgie du rachis rhumatoïde.

L'actualité rhumatologique, Expansion scientifique française, Paris 1986 ;  
pp : 325–344.

**[69] ISOMAKI. H, KAARELA. K, MARTIO. J**

Are hand radiographs the most suitable for the diagnosis of rheumatoid arthritis?

Arthritis Rheum 1988; 31: 1452-3

**[70] JACQUES. C, BOGORIN. A, VARGAS. M I, LENS. V, GERGIS. L, ZOLINER. G ET AL.**

Techniques d'étude d'imagerie par résonance magnétique et anatomie normale du rachis cervical, thoracique et lombaire.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal, 30-551-A-10, 2002.

**[71] JAMSHID TEHRANZADEH. M D, OGANES ASHIKYAN. B S, JANE DASCALOS. B A**

Magnetic resonance imaging in early detection of rheumatoid arthritis.

Seminars in Musculoskeletal Radiology 2003; 7: 79-94

**[72] JANSEN. L M A, I E. VAN DER HORST-BRUIJNSMA, D. VAN SCHAARDENBURG, P D. BEZEMER, B A C. DIJKMANS**

Predictors of radiographic joint damage in patients with early rheumatoid arthritis.

Ann rheum Dis 2001; 60: 924-927

**[73] JEAN FRANCIS MAILLEFERT, PASCAL DARDEL, ANNE CHERASSE, RAMI MISTRIH, DENIS KRAUSE, CHRISTIAN TAVERNIER ET AL.**

Magnetic resonance imaging in the assessment of synovial inflammation of the hind foot in patients with rheumatoid arthritis and other polyarthritis.

European Journal of Radiology 2003; 47: 1-5

**[74] JEAN-MARIE BERTHELOT, DANIEL WENDLING, BERNARD COMBE, XAVIER LE LOET, ALAIN SARAUX**

Performances des critères 1987 de polyarthrite rhumatoïde de l'American College of Rheumatology dans le contexte des arthrites débutantes : étude de la littérature.

Revue du Rhumatisme 2002; 69: 128-34

**[75] JEAN ROUDIER**

Évènements initiaux dans la polyarthrite rhumatoïde?

Revue du Rhumatisme 2004 ; 71 : 10s-13s

**[76] JORGENSEN. C, CYTEVAL. C, ANAYA. JM, BARON. MP, LAMARQUE. JL, SANY. J ET AL.**

Sensitivity of magnetic resonance imaging of the wrist in very early rheumatoid arthritis.

Clin Exp Rheumatol 1993; 11: 163-168

**[77] KARL GAFFNEY, JOHN COOKSON, SELINA BLADES, ADAM COUMBE, DAVID BLAKE**

Quantitative assessment of the rheumatoid synovial microvascular bed by gadolinium-DTPA enhanced magnetic resonance imaging.

Ann Rheum Dis 1998; 57: 152-157

**[78] KAWAIDA. H, SAKOU. T, MORIZONO. Y, YOSHIKUNI. N**

Magnetic resonance imaging of upper cervical disorders in rheumatoid arthritis.

Spine 1989; 14: 1144-1148.

**[79] KELLGREN. JH, LAWRENCE. JS**

Radiological assessment of rheumatoid arthritis.

Ann Rheum Dis 1957; 16: 485-93

**[80] KING. T T**

Editorial rheumatoid subluxations of the cervical spine.  
Ann Rheum Dis 1985; 44: 807–808.

**[81] KLARLUND METTE, MIKKEL OSTERGAARD, EGILL  
ROSTRUP, HENRIK SKJUDT, I B LORENZEN**

Dynamic magnetic resonance imaging of the metacarpophalangeal joints  
in rheumatoid arthritis, early unclassified polyarthritis, and healthy  
controls.  
Scand J Rheumatology 2000; 29: 108-115

**[82] KLARLUND. M, OSTERGAARD. M, JENSEN. K E, LYSGARD  
MADSEN. J, SKJODT. H, LORENZEN. I ET AL.**

Magnetic resonance imaging, radiography, and scintigraphy of the finger  
joints: one year follow up of patients with early arthritis.  
Ann Rheum Dis 2000; 59: 521-528

**[83] KLARLUND. M, OSTERGAARD. M, LORENZEN. I**

Finger joint synovitis in rheumatoid arthritis: quantitative assessment by  
magnetic resonance imaging.  
Rheumatology 1999; 38: 66-72

**[84] KLAUSER. A, FRAUSCHER. F, SCHIRMER. M**

The value of contrast-enhanced color Doppler ultrasound in the detection of  
vascularization of finger joints in patients with rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 2002; 46: 647-53

**[85] KLAUS LERCH, NICOLA BORISCH, CHRISTIAN PAETZEL,  
JOACHIM GRIFKA, WOLFGANG HARTUNG**

Sonographic evaluation of the elbow in rheumatoid arthritis: a  
classification of joint destruction.  
Ultrasound in Med & Biol 2003; 29: 1131-1135

- [86] **KLAUS LERCH, NICOLA BORISCH, CHRISTIAN PAETZEL, JOACHIM GRIFKA, WOLFGANG HARTUNG**  
Proposal for a sonographic classification of target joints in rheumatoid arthritis.  
Ultrasound in Med & Biol 2003
- [87] **KOTOB. H, KAMEL. M**  
Identification and prevalence of rheumatoid nodules in the finger tendons using high frequency ultrasonography.  
J Rheumatol 1999; 26: 1264-8
- [88] **KROFT LUCIA. J M, MONIQUE REIJNIERSE, MARGREET KLOPPENBURG, VERBIST BERIT. M, BLOEM JOHAN. L, VAN BUCHEM MARK. A ET AL.**  
Rheumatoid arthritis: Epidural Enhancement as an Underestimated Cause of Subaxial Cervical Spinal Stenosis.  
Radiology 2004; 231: 57-63
- [89] **LARSEN. A, DALE. K, EEK. M**  
Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films.  
Acta Radiol Diagn 1977; 18: 481-91
- [90] **LARSEN. A**  
How to apply Larsen score in evaluating radiographs of rheumatoid arthritis in longterm studies?  
J Rheumatol 1995; 22: 1974-5
- [91] **LINDEGAARD. H, VALLO. J, HORSLEV-PETERSEN. K, JUNKER. P, OSTERGAARD. M**  
Low field dedicated magnetic resonance imaging in untreated rheumatoid arthritis of recent onset.  
Ann Rheum Dis 2001; 60: 770-776

- [92] LINDQVIST E, K JONSSON, T SAXNE, K EBERHARDT**  
Course of radiographic damage over 10 years in a cohort with early rheumatoid arthritis.  
Ann Rheum Dis 2003; 61: 867-869
- [93] LIPSON. S**  
Rheumatoid arthritis of the cervical spine.  
Clin Orthop 1984; 182: 143–149.
- [94] LIPSON. S**  
Cervical myelopathy and posterior atlanto-axial subluxations in patients with rheumatoid arthritis.  
J. Bone Joint Surg 1985; 67A: 593–597.
- [95] LUFKIN ROBERT. B**  
Le rachis.  
Atlas IRM du système ostéo-articulaire et des muscles (FLAMMARION 1989) P : 25.
- [96] MAGARELLI NICOLA, GIUSEPPE GUGLIELMI, LUIGI DI MATTEO, ARMANDO TARTARO, PETER A. MATTEI, LORENZO BONOMO ET AL.**  
Diagnostic utility of an echo-contrast agent in patients with synovitis using power Doppler ultrasound: a preliminary study with comparison to contrast-enhanced MRI.  
Eur Radiol 2001; 11:1039-1046
- [97] MARCO. A, BOUNTIS. C, SILVESTRI. E, GARLASCHI. G, ACCARDO. S**  
An appraisal of magnetic resonance imaging of the wrist in rheumatoid arthritis.  
Semin Arthritis Rheum 2000; 30: 180-95

- [98] MARIA ANTONIETTA D'AGOSTINO, MAXIME BREBAN**  
Pourquoi les rhumatologues doivent-ils s'intéresser à l'échographie dans les rhumatismes inflammatoires ?  
Revue du Rhumatisme 2002; 69: 473-7
- [99] MATHEWS. J**  
Atlanto-axial subluxation in rheumatoid arthritis. A five years follow-up study.  
Ann Rheum Dis 1974; 33: 526-531.
- [100] MC GONAGLE. D, W. GIBBON, P. O'CONNOR, D. BLYTHE, R. WAKEFIELD, M. GREEN ET AL.**  
A preliminary study of ultrasound aspiration of bone erosion in early rheumatoid arthritis.  
Rheumatology 1999; 38: 329-331
- [101] MC GONAGLE. D, CONAGHAN. P, WAKEFIELD. R, EMERY. P**  
Imaging the joints in early rheumatoid arthritis.  
Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2001; 15: 91-104
- [102] MC GONAGLE.D, CONAGHAN. P, O'CONNOR. P**  
The relationship between synovitis and bone changes in early untreated rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1999; 42: 1706-11
- [103] MC QUEEN. F M**  
Magnetic resonance imaging in early inflammatory arthritis: what is its role?  
Rheumatology 2000; 39: 700-706
- [104] MC QUEEN. F M, BENTON. N, CRABBE. J, ROBINSON. E, YEOMAN. S, MC LEAN. L ET AL.**  
What is the fate of erosions in early rheumatoid arthritis? Tracking individual lesions using x rays and magnetic resonance imaging over the first two years of disease.

Ann Rheum Dis 2001; 60: 859-868

- [105] MC QUEEN. F M, STEWART. N, CRABBE. J, ROBINSON. E, YEOMAN. S, TAN. P L ET AL.**

Magnetic resonance imaging of the wrist in early rheumatoid arthritis reveals progression of erosions despite clinical improvement.

Ann Rheum Dis 1999; 58: 156-163

- [106] MC QUEEN. F M, STEWART. N, CRABBE. J, ROBINSON. E, YEOMAN. S, TAN. PL ET AL.**

Magnetic resonance imaging of the wrist in early rheumatoid arthritis reveals a high prevalence of erosions at four months after symptom onset.

Ann Rheum Dis 1998; 57: 350-356

- [107] MEIJERS. K, CATS. A, KREMER. H, LUYENDIJK. W, ONVLEE. G, THOMEER. R ET AL.**

Cervical myelopathy in rheumatoid arthritis.

Clin Exp Rheumatol 1984; 2: 239-245.

- [108] MESGARZADEH MAMED, SCHNECK CARSON. D, BONAKDARPOUR AKBAR**

Le poignet et la main.

Atlas IRM du système ostéo-articulaire et des muscles (FLAMMARION 1989) P : 139.

- [109] MOREL. J, MIOSSEC. P, COMBE. B**

Immunopathologie de la polyarthrite rhumatoïde.

Encycl Med Chir, Appareil locomoteur, 14-220-A-15, 2004

- [110] MORVAN. G, BRASSEUR. J L, SANS. N**

Échographie de la surface du squelette.

J Radiologie 2005 ; 86 : 1892-1903

- [111] MORVAN. G**

Imagerie du rachis cervical: Anatomie du rachis cervical appliquée à l'imagerie.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur : 30-550-A-10, 1989

**[112] MORVAN. G**

Imagerie du rachis cervical: Examen radiologique conventionnel.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur : 30-550-A-30, 1989

**[113] MORVAN. G**

Imagerie du rachis cervical: Exploration tomodensitométrique normale.

Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur : 30-550-A-60, 1989

**[114] NARVAEZ. JOSE A, NARVAEZ JAVIER, ROCA YOLANDA, AGUILERA CARLOS**

Magnetic resonance imaging assessment of clinical problems in rheumatoid arthritis.

Eur Radiol 2002; 12: 1819-1828

**[115] NOBUO MATSUI, YUKO WAGURI-NAGAYA, YOICHI TANEDA**

Diagnosis and therapy of rheumatoid arthritis in the future.

Mod Rheumatol 2001; 11: 286-291

**[116] NOBUYUKI TANAKA, HISASHI SAKAHASHI, SEIICHI ISHII, EIICHI SATO, KAZUYA HIROSE, TAKUMI ISHIMA ET AL.**

Synovial membrane enhancement and bone erosion by magnetic resonance imaging for prediction of radiologic progression in patients with early rheumatoid arthritis.

Rheumatol Int 2005; 25: 103-7

**[117] OKUBO. S, LEHTINEN. K, ISOMAKI. H**

Sensitivity of radiographic changes of hand and foot joints as a diagnostic criterion in patients with rheumatoid arthritis.  
Scand J Rheumatol 1992; 21: 145-7

**[118] OSTERGAARD MIKKEL, DUER A, MOLLER U, EBJJERG B**

Magnetic resonance imaging of peripheral joints in rheumatic diseases.  
Best Pract Res Clin Rheumatol 2004; 18: 861-879

**[119] OSTERGAARD MIKKEL, EBJJERG B, SZKUDLAREK M**

Imaging in early rheumatoid arthritis: roles of magnetic resonance imaging, ultrasonography, conventional radiography and computed tomography.  
Best Pract Res Clin Rheumatol 2005; 19: 91-116

**[120] OSTERGAARD MIKKEL, MARCIN SZKUDLAREK**

Imaging in rheumatoid arthritis – why MRI and ultrasonography can no longer be ignored.  
Scand J Rheumatology 2003; 32: 63-73

**[121] OSTERGAARD MIKKEL, MARCIN SZKUDLAREK**

Magnetic resonance imaging of soft tissue changes in rheumatoid arthritis wrist joints.  
Seminars in Musculoskeletal Radiology 2001; 5: 257-74

**[122] OSTERGAARD M, EBJJERG B**

Magnetic resonance imaging of the synovium in rheumatoid arthritis.  
Semin Musculoskelet Radiol 2004; 8: 287-299

**[123] OSTERGAARD MIKKEL, MICHAEL STOLTENBERG, PREBEN LOVGREEN-NIELSEN, BIRGITTE VOLCK, STIG-SONNEHOLM, I B LORENZEN ET AL.**

Quantification of synovitis by MRI: correlation between dynamic and static gadolinium-enhanced MRI and microscopic and macroscopic signs of synovial inflammation.

Magnetic Resonance Imaging 1998; 16: 743-754

**[124] OSTERGAARD MIKKEL, M KLARLUND**

Importance of timing of post-contrast MRI in rheumatoid arthritis: what happens during the first 60 minutes after IV gadolinium-DTPA?  
Ann Rheum Dis 2001; 60: 1050-1054

**[125] OSTERGAARD. M, HANSEN. M, STOLTENBERG. M, GIDEON. P, KLARLUND. M, JENSEN. KE ET AL**

Magnetic resonance imaging determined synovial membrane volume as a marker of disease activity and a predictor of progressive joint destruction in the wrist of patients with rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1999; 48: 918-29

**[126] OZGOCMEN SALIH, ADEM KIRIS, ERCAN KOCAKOC, OZGE ARDICOGLU, AYHAN KAMANLI**

Évaluation de la synovite rhumatoïde des articulations métacarpophalangiennes par écho Doppler pulsé: relations entre vascularisation synoviale et densité osseuse périarticulaire.  
Revue du Rhumatisme 2004; 71: 763-767

**[127] PAIMELA. L**

The radiographic criterion in the revised criteria for rheumatoid arthritis. Reassessment in a prospective study of early disease.  
Arthritis Rheum 1992; 35:255-8

**[128] PAIMELA. L, LAASONEN. L, KANKAANPAA. E, LERISALO-REPO. M**

Progression of cervical spine changes in patients with early rheumatoid arthritis.  
J Rheumatol 1997; 24: 1280–1284.

**[129] PETERFY CHARLES. G**

New developments in imaging in rheumatoid arthritis.  
Current Opinion in Rheumatology 2003; 15:288-295

**[130] PETERFY CHARLES. G**

Magnetic resonance imaging of the wrist in rheumatoid arthritis.  
Seminars in Musculoskeletal Radiology 2001; 5: 275-88

**[131] PETERFY CHARLES. G**

Magnetic Resonance Imaging of Rheumatoid Arthritis: The Evolution of  
Clinical Applications through Clinical Trials.  
Semin Arthritis Rheum 2001; 30: 375-396

**[132] PETERFY CHARLES. G**

Magnetic resonance imaging of the wrist in early rheumatoid arthritis.  
Ann Rheum Dis 2004; 63: 473-7

**[133] PETERFY CHARLES. G**

Is there a role for extremity magnetic resonance imaging in routine  
clinical management of rheumatoid arthritis?  
J Rheumatol 2004; 31: 640-644

**[134] PIER NUCCIO SCUTELLARI, CARLO ORZINCOLO**

Rheumatoid arthritis: sequences.  
European Journal of Radiology 1998; 27: S31-S38

**[135] PLANT. MJ, JONES. PW, SAKLATVALA. J, OLLIER. W E R,  
DAWES. PT**

Patterns of radiological progression in early rheumatoid arthritis: results  
of an 8-year prospective study.  
J Rheumatol 1998; 25: 417-26

**[136] PLANT. MJ, SAKLATVALA. J, BORG. AA, JONES. PW, DAWES.  
PT**

Measurement and prediction of radiological progression in early  
rheumatoid arthritis.  
J Rheumatol 1994; 21: 1808-13.

**[137] QUINN.M, GREEN.M, CONAGHAN.P, EMERY.P**

How do you diagnose rheumatoid arthritis early?

Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2001; 15: 49-66

- [138] **QVISTGAARD. E, ROGIND. H, TORP-PEDERSEN. S, TERSLEV. L, DANNESKIOLD-SAMSOE. B, BLIDDAL. H ET AL.**

Quantitative ultrasonography in rheumatoid arthritis: evaluation of inflammation by Doppler technique.

Ann Rheum Dis 2001; 60: 690-693

- [139] **RAISSOUNI NOUHA, LAURE GOSSEC, XAVIER AVRAL, MAXIME DOUGADOS**

Quelles nouveautés dans le diagnostic et le traitement d'une polyarthrite rhumatoïde récente.

Revue du Rhumatisme 2005 ; 72 : 195-200

- [140] **RANA. N A, HANCOCK. D O, TAYLOR. A R, HILL. A G S**

Atlantoaxial subluxation in rheumatoid arthritis.

J Bone Joint Surg 1973 ; 55B : 195–198.

- [141] **RANAWAT. C, O'LEARY. P, PELLICI. P, TSAIRIS. P, MARCHISELLO. P, DORR. L ET AL.**

Cervical fusion in rheumatoid arthritis.

J Bone Joint Surg 1979; 61A: 1003–1010.

- [142] **RAND. T, H. IMHOF, C. CZERNY, M. BREITENSEHER, K. MACHOLD, K. TURETSCHKE ET AL.**

Discrimination between fluid, synovium and cartilage in patients with rheumatoid arthritis: contrast enhanced spin echo versus non-contrast-enhanced fat-suppressed gradient echo MRI.

Clinical Radiology 1999; 54: 107-110

- [143] **RAND. T, HEALY. J, BROSSMANN. A, MUHLE. K, CLOPTON. P, RESNICK. D ET AL.**

Atlantoaxial joints: patterns of gadolinium enhancement with MRI in normal subjects.

European Journal of Radiology 2001; 37: 26-30

- [144] **REIJNIERSE. M, BREEDVELD. F, KROON. H, HANSEN. B, POPE. T, BLOEM. J ET AL.**

Are magnetic resonance flexion views useful in evaluating the cervical spine of patients with rheumatoid arthritis?

Skeletal Radiol 2000; 29: 85–89.

- [145] **RICHARD A. D, JOHN A. LYNCH, JANOS REDEI, SUSANNE OSTROWITZKI, YVES MIAUX, SOUHIL ZAIM ET AL.**

Multispectral analysis of bone lesions in the hands of patients with rheumatoid arthritis.

Magnetic Resonance Imaging 2004; 22: 505-514

- [146] **RICHI. P, BALSÀ. A, MUNOZ-FERNANDEZ. S, VILLAVERDE. V, FERNANDEZ-PRADA. M, VICARIO. J L ET AL.**

Factors related to radiological damage in 61 Spaniards with early rheumatoid arthritis.

Ann Rheum Dis 2002; 61: 270-272

- [147] **RÖBEN. P, R. BARKMANN, S. ULLRICH, A. GAUSE, M. HELLER, C-C.GLÜER ET AL.**

Assessment of phalangeal bone loss in patients with rheumatoid arthritis by quantitative ultrasound.

Ann Rheum Dis 2001; 60: 670-677

- [148] **ROBERT LOPEZ-BEN, WANDA K. BERNREUTER, LARRY W. MORELAND, GRACIELA S. ALARCON**

Ultrasound detection of bone erosions in rheumatoid arthritis: a comparison to routine radiographs of the hands and feet.

Skeletal Radiol 2004; 33: 80-84

- [149] **SANY. J, COMBE. B, JORGENSEN. C**

- Polyarthrite rhumatoïde de l'adulte (I). Aspects cliniques.  
Encycl Med Chir, Appareil locomoteur, 14-220-A-10, 1997
- [150] **SARAZIN. L, GODEFROY. D, ROUSSELIN. B, DRAPE. J L, CHEVROT. A**  
Imagerie par résonance magnétique du poignet et de la main dans les situations normales. Atlas anatomique.  
Encycl Med Chir, Radiodiagnostic-squelette normal, 30-323-A-10, 2003.
- [151] **SAVNIK ANETTE, HANNE MALMSKOV, HENRIK S. THOMSEN, THOMAS BRETLAU, LYKKE BJERGLUND GRAFF, HENRIK NIELSEN ET AL.**  
Magnetic resonance imaging of the arthritic small joints: comparison of extremity MRI (0, 2 T) vs high-field MRI (1, 5 T).  
Eur Radiol 2001; 11: 1030-1038
- [152] **SAVNIK ANETTE, HANNE MALMSKOV, HENRIK S. THOMSEN, LYKKE B. GRAFF, HENRIK NIELSEN, BENTE DANNESKIOLD-SAMSOE ET AL.**  
MRI of the wrist and finger joints in inflammatory joint diseases at 1-year interval: MRI features to predict bone erosions.  
Eur Radiol 2002; 12: 1203-1210
- [153] **SCHMIDT. WA, VOLKER. L, ZACHER. J, SCHLAFKE. M, RUHNKE. M, IHLE-GROMNICA. E ET AL.**  
Colour Doppler ultrasonography to detect pannus in knee joint synovitis.  
Clin Exp Rheumatol 2000; 18: 439-44
- [154] **SCHMIDT. WA**  
Value of sonography in diagnosis of rheumatoid arthritis  
Lancet 2001; 357: 1056-7
- [155] **SEIGNON. B, TELLART-CHAUDEUR. M O, GOUGEON. J**

Les lésions destructrices du rachis cervical moyen et inférieur au cours de la polyarthrite rhumatoïde.  
Sem Hôp Paris 1975; 51: 1157–1166.

**[156] SELTZER. SE, WEISSMAN. BN, BRAUNSTEIN. EM, ADAMS. DF, THOMAS. WH**

Computed tomography of the hindfoot with rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1985; 28: 1234-42

**[157] SÈZE. S, DJIAN. A, DEBEYRE. N**

Luxations atloïdo-axoïdiennes au cours de la polyarthrite rhumatoïde.  
Rev Rhum Mal Ostéoartic 1963; 30: 560–565.

**[158] SHARP. JT**

Radiological assessment as an outcome measure in rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1989; 32: 221-9.

**[159] SHARP. JT, LIDSKY. MD, COLLINS. LC, MORELAND. J**

Methods of scoring the progression of radiologic changes in rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1971; 14: 706-20

**[160] SHARP. J, PURSER. W**

Spontaneous atlanto-axial dislocation in ankylosing spondylitis and rheumatoid arthritis.  
Ann Rheum Dis 1961; 20: 47–77.

**[161] SHARP. JT, GARDNER. JC, BENNETT. EM**

Computer based methods for measuring joint space and estimating erosion volume in the finger and wrist joints of patients with rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 2000; 43: 1378-86

**[162] SMITH. P H, BENN. R T, SHARP. J**

Natural history of rheumatoid cervical luxations.

Ann Rheum Dis 1972; 31: 431–439.

**[163] SPIEGEL. T, KING. W, WEINER. SR, PAULUS. HE**

Measuring disease activity: comparison of joint tenderness, swelling and ultrasonography in rheumatoid arthritis.

Arthritis Rheum 1987; 30: 1283-8

**[164] STEUER. A, BUSH. J, DESOUZA. NM**

Power Doppler ultrasound in early rheumatoid arthritis: a comparative study with contrast-enhanced MRI.

Radiology 2001: p561 (abstract)

**[165] STEWART NEAL. R, MCQUEEN FIONA. M, CRABBE JEFFREY. P**

Magnetic resonance imaging of the wrist in early rheumatoid arthritis: A pictorial essay.

Australasian Radiology 2001; 45: 268-273

**[166] STONE. M, BERGIN. D, WHELAN. B, MAHER. M, MURRAY. J, MC CARTHY. C ET AL.**

Power Doppler ultrasound assessment of rheumatoid hand synovitis.

J Rheumatol 2001; 28: 1979-82

**[167] SUGIMOTO. H, TAKEDA. A, HYODOH. K**

Magnetic resonance imaging for evaluation of early rheumatoid arthritis.

Seminars in Musculoskeletal Radiology 2001; 5: 159-65

**[168] SUGIMOTO. H, TAKEDA. A, HYODOH. K**

Early-stage rheumatoid arthritis: Prospective study of the effectiveness of MRI for diagnosis.

Radiology 2000; 216: 569-575

**[169] SUGIMOTO. H, TAKEDA. A, MASUYAMA. J, FURUSE. M**

Early-stage rheumatoid arthritis: Diagnostic accuracy of MRI.

Radiology 1996; 198: 185-192

- [170] **SWEN. WAA, JACOBS. JWG, HUBACH. PCG, KLASSENS. JH, ALGRA. PR, BIJLSMA. JWJ ET AL.**

Comparison of sonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of partial tears of finger extensor tendons in rheumatoid arthritis.

Rheumatology 2000; 39: 55-62

- [171] **SZKUDLAREK MARCIN, MICHEL COURT-PAYEN, CHARLOTTE STRANDBERG, METTE KLARLUND, TOM KLAUSEN, MIKKEL OSTERGAARD ET AL.**

Contrast-enhanced power Doppler ultrasonography of the metacarpophalangeal joints in rheumatoid arthritis.

Eur Radiol 2003; 13: 163-168

- [172] **TAK. PAUL P**

Is early rheumatoid arthritis the same disease process as late rheumatoid arthritis?

Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2001; 15: 17-26

- [173] **TAOULI B, A GUERMAZI, K E SACK, H K GENANT**

Imaging of the hand and wrist in rheumatoid arthritis.

Ann Rheum Dis 2002; 61: 867-869

- [174] **TEH.J, STEVENS. K, MC NALLY. EG**

Quantitative assessment of therapeutic response in rheumatoid arthritis using Doppler ultrasound: preliminary findings.

Radiology 2001; p561(abstract)

- [175] **TERSLEV. L, S. TORP-PEDERSEN, E. QVISTGAARD, H. BLIDDAL**

Spectral Doppler and resistive index a promising tool in ultrasonographic evaluation of inflammation in rheumatoid arthritis.

Acta Radiologica 2003; 44: 645-652

**[176] THOULD. AK, SIMON. G**

Assessment of radiological changes in the hands and in the feet in rheumatoid arthritis.

Ann Rheum Dis 1966; 25: 220-8

**[177] TOMOKO MATSUMOTO, TOSHIYUKI TSURUMOTO, HIROYUKI SHINDO, MASATAKA UETANI**

Comparative study of fat-suppressed Gd-enhanced MRI of hands in the early stage of rheumatoid arthritis (RA) and non-RA.

Mod Rheumatol 2001; 11: 56-60

**[178] TOOLANEN. G, LARSSON. S E, FAGERLUND. M**

Medullary compression in rheumatoid atlantoaxial subluxation evaluated by computerized tomography.

Spine 1986; 11: 191-194.

**[179] VAN DER HEIJDE. M D**

Plain X-rays in rheumatoid arthritis: overview of scoring methods, their reliability and applicability.

Baillieres Clin Rheumatol 1996; 10: 435-53

**[180] VAN DER HEIJDE. M D**

Impact of imaging in established rheumatoid arthritis.

Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2003; 17: 783-790

**[181] VAN DER HEIJDE. M D**

Radiographic progression in rheumatoid arthritis: Does it reflect outcome? Does it reflect treatment?

Ann Rheum Dis 2001; 60: iii47-iii50

**[182] VAN DER HEIJDE. M D**

Radiographic imaging: the 'gold standard' for assessment of disease progression in rheumatoid arthritis.  
Rheumatology 2000; 39: 9-16

**[183] VAN DER HEIJDE. MD, VAN LEEUWEN. MA, VAN RIEL. PL**  
Biannual radiographic assessments of hands and feet in a three-year prospective follow-up of patients with early rheumatoid arthritis.  
Arthritis Rheum 1992; 35: 26-34

**[184] VAN DER HEIJDE. MD, DANKERT. T, NIEMAN. F, RAU. R, BOERS. M**  
Reliability and sensitivity to change of a simplification of the Sharp/Van der Heijde radiological assessment in rheumatoid arthritis  
Br Society for Rheumatol 1999; 38: 941-7

**[185] VAN DER JAGT. E J, HOFMAN. S, KRAFT. B M, VAN LEEUWEN. M A**  
Can we see enough? A comparative study of film-screen vs digital radiographs in small lesions in rheumatoid arthritis.  
Eur Radiol 2000; 10: 304-307

**[186] VERHAEGHE. A, LESAGE. R, DELCAMBRE. B, GOSSELIN. B**  
Spondylodiscites chroniques au cours de la polyarthrite rhumatoïde.  
Rev Rhum Mal Ostéoartic 1969; 36: 124-130.

**[187] VILLIAUMEY. J, ZEITOUN. M, BRUGIERES. P**  
Apports de la tomodensitométrie et de la résonance magnétique nucléaire au diagnostic et aux indications thérapeutiques des luxations cervico-occipitales de la polyarthrite rhumatoïde.  
Actualités en Physiopathologie et Pharmacologie Articulaires, Éditions Masson, Paris 1993 ; pp: 224-231.

**[188] WAKEFIELD. RJ, GIBBON. WW, CONAGHAN. PG, O'CONNOR. P, MC GONAGLE. D, PEASE. C ET AL.**

The value of sonography in the detection of bone erosions in patients with rheumatoid arthritis: a comparison with conventional radiography. *Arthritis Rheum* 2000; 43: 2762-70

**[189] WALTHER. M, HARMS. H, KRENN. V, RADKE. S, FAEHNDRICH. TP, GOHLKE. F ET AL.**

Correlation of power Doppler sonography with vascularity of the synovial tissue of the knee joint in patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 2001; 44: 331-8

**[190] WICK M, P PELOSCHEK, K BOGL, W GRANINGER, J S SMOLEN, F KAINBERGER ET AL.**

The "X-Ray Rheum Coach" software: a novel tool for enhancing the efficacy and accelerating radiological quantification in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 2003; 62: 579-582

**[191] WINFIELD. J, YOUNG. A, WILLIAMS. P, CORBETT. M**

Prospective study of the radiologic changes in hands, feet, and cervical spine in adult rheumatoid disease. *Ann Rheum Dis* 1983; 42: 613-618.

**[192] WOLFE. F, VAN DER HEIJDE. MD, LARSEN.A**

Assessing radiographic status of rheumatoid arthritis: Introduction of a short erosion scale. *J Rheumatol* 2000; 27: 2090-9

**[193] XAVIER LE LOET**

Intérêt de définir un pronostic précoce dans la polyarthrite rhumatoïde. *Revue du Rhumatisme* 2004; 71 : 28s-33s

- [194] **XUAN-VIET PHAM, PHILIPPE BANCEL, CHARLES-JOEL MENKES, ANDRE KAHAN**  
Chirurgie du rachis cervical supérieur dans la PR : étude rétrospective d'une série de 30 patients opérés par Cotrel-Dubousset avec un recul minimum de deux ans.  
Revue du Rhumatisme 2000 ; 67 : 520-527
- [195] **YU. W, XIE. YZ, JIANG. M, ZHENG. WF, WANG. LH, WONG. YZ ET AL.**  
Computed tomography detection of the wrist bone erosions in rheumatoid arthritis.  
Chin Med J 1993; 106: 509-13
- [196] **ZANGGER PHILIPPE, JOHN R. KACHURA, CLAIRE BOMBARDIER, DONALD A. REDELMEIR, ELISABETH M. BADLEY, EARL R. BOGOCH ET AL.**  
Évaluation des destructions dans les articulations analysées individuellement au cours de la polyarthrite rhumatoïde : une nouvelle méthode fondée sur celle de Larsen.  
Revue du Rhumatisme 2004 ; 71 : 768-776
- [197] **ZOLI. A, PRIOLO. F, GALOSSI. A, ALTOMONTE. L, DI GREGORIO. F, CERASE. A ET AL.**  
Cranio-cervical junction involvement in rheumatoid arthritis: a clinical and radiological study.  
J Rheumatol 2000; 27: 1178-82