

*COLLÈGE NATIONAL  
DES GYNÉCOLOGUES ET OBSTÉTRICIEUS FRANÇAIS  
Président : Professeur M. Tournaire*

**Extrait des  
Mises à jour  
en Gynécologie  
et Obstétrique**

—

**Tome XXII  
publié le 2.12.1998**



*VINGT-DEUXIÈMES JOURNÉES NATIONALES  
Paris, 1998*

# PLACE DE L'IRM ET DES NOUVEAUX SCANNERS EN GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE

V. JUHAN\*, P. CHAMPSAUR, N. GIRARD,  
G. MOULIN, J.-M. BARTOLI

Marseille

## TECHNIQUE ET RADIOANATOMIE

### A. Principes généraux

- *La tomodensitométrie (TDM)*

La tomodensitométrie ou scanner est utilisée en radiologie depuis les années 1975.

Son principe repose sur l'analyse informatique des données recueillies, après la traversée des structures étudiées par les rayons X.

Le tube à rayons X tourne autour du patient qui est allongé sur la table d'examen. Une analyse matricielle des informations obtenues, avec des angles de vue différents pendant la rotation, permet d'obtenir une image numérique. Celle-ci est traduite en échelle de gris en fonction de la densité des tissus traversés. La densité est exprimée en unités Hounsfield (UH). Par convention l'eau a une densité de 0 UH et le calcium de + 1 000 UH.

Jusqu'au début des années 1990 l'acquisition se faisait coupe par coupe (acquisition séquentielle ou incrémentale), avec un temps d'acquisition et de reconstruction qui dépendait des performances de chaque appareil.

\*Service d'Imagerie médicale Adultes  
Hôpital de la Timone – 254 rue St Pierre – 13385 MARSEILLE CEDEX 5

Les « nouveaux scanners » sont représentés par les scanners à acquisition hélicoïdale ou spiralée, qui existent depuis quelques années [9]. Cette technologie associe l'avance continue à vitesse constante de la table d'examen lors de l'acquisition des données, et la rotation concomitante du tube et des détecteurs.

L'exploration de tout un volume est donc réalisée en un temps très court.

Les avantages de l'acquisition spiralée sont multiples :

- Rapidité du temps d'acquisition (exploration rapide pour le patient mais pas forcément pour l'opérateur car les temps de reconstruction et de traitement de l'image ne sont pas réduits);
- Reconstructions multiplanaires et tridimensionnelles possibles;
- Réalisation d'angioscanner.

• ***L'imagerie par résonance magnétique (IRM)***

Les premiers appareils ont été mis sur le marché au début des années 1980.

L'IRM utilise le principe de résonance magnétique nucléaire, appliqué au noyau d'hydrogène. Soumis à un champ magnétique, ces noyaux deviennent excitables. Ils sont ensuite excités par des impulsions de radiofréquence. À l'arrêt de l'excitation, le retour des noyaux à leur état d'équilibre, appelé phénomène de relaxation, crée un signal recueilli par une antenne (antenne corps, de surface ou intracavitaires). Le traitement du signal par un système informatique puissant permet la reconstruction des images sur un mode matriciel.

Le comportement différent des tissus est à l'origine du contraste spontané. Plusieurs paramètres physico-chimiques des tissus participent à la création du signal (temps de relaxation T1, temps de relaxation T2, densité protonique). En fonction du type de relaxation provoquée et du mode de recueil du signal, les images seront dites en pondération T1, T2, ou densité de protons. Le type de signal des principales structures est présenté dans le tableau n° I. Sur l'image, l'hypersignal apparaît blanc, l'hyposignal noir.

L'injection de complexes de gadolinium n'est pas systématique et permet d'accentuer les contrastes. Les séquences dynamiques après injection de

*Tableau I*  
*Type de signal en fonction des principales structures*

	<b>Pondération T1</b>	<b>Pondération T2</b>
Liquide	hyposignal	hypersignal
Graisse	hypersignal	intermédiaire
Muscle	intermédiaire	intermédiaire
Calcification	vide de signal	vide de signal

## IRM ET NOUVEAUX SCANNERS EN GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE

gadolinium (*flash*) sont utilisées pour apprécier le type de vascularisation d'une structure. Les séquences en saturation de graisse permettent, devant un hypersignal en T1, de différencier graisse et liquide.

Les avantages et les inconvénients des deux techniques sont présentés dans le tableau n° II. Le coût approximatif de chaque exploration est indiqué dans le tableau n° III.

*Tableau II*  
*Avantages et inconvénients du scanner et de l'IRM*

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- bonne résolution spatiale</li><li>- exploration abdomino pelvienne en un temps, rapide</li><li>- reconstruction multiplanaire possible</li><li>- gestes interventionnels pelviens (diagnostic et thérapeutique)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- bonne résolution en contraste</li><li>- pas d'irradiation</li><li>- acquisition multiplanaire possible</li><li>- résolution en contraste en constante amélioration</li></ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- examen irradiant</li><li>- injection d'iode</li><li>- grossesse = contre-indication (sauf pelvimétrie)</li><li>- résolution en contraste inférieure</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- coût élevé et faible disponibilité</li><li>- claustrophobie (moins fréquemment avec les nouveaux aimants plus courts et plus ouverts)</li></ul>

*Tableau III*  
*Indications sur les coûts approximatifs du scanner et de l'IRM*

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
Sans injection de produit de contraste	912 F	2 680 F
Examen injecté	980 F	2 820 F

## **B. Protocoles en gynécologie**

L'examen radiologique ne doit être réalisé qu'après avoir pris connaissance du dossier de la patiente et du contexte hormonal. Il est indispensable que le clinicien fournisse les renseignements cliniques, les hypothèses diagnostiques et les examens d'imagerie précédents.

- **TDM**

Une préparation antiallergique doit être faite s'il existe une intolérance connue à l'iode ou des antécédents allergiques. Si la patiente est diabétique et traitée par biguanides, il est prudent de faire une fenêtre thérapeutique de 48 h avant et après l'injection d'iode.

Une opacification par voie orale du tube digestif est souvent réalisée avant l'examen.

Les coupes sans injection de produit de contraste iodé permettent la mise en évidence de calcifications, l'étude de la densité des structures avant injection et le repérage éventuel d'une zone d'intérêt pour l'angioscanner.

Une acquisition spiralée abdomino-pelvienne est ensuite réalisée au cours d'injection de produit de contraste. En cas de masse pelvienne, des clichés d'urographie intraveineuse post-scanner sont intéressants pour apprécier la morphologie des voies urinaires et le niveau d'un éventuel obstacle.

L'angioscanner est un protocole particulier qui peut être utilisé pour apprécier la vascularisation des lésions, notamment au niveau de l'ovaire : une acquisition est réalisée sur un seul plan au niveau de la zone choisie, un cliché est réalisé toutes les dix secondes pendant l'injection de produit de contraste iodé en bolus [13].

- **IRM** [1]

Le respect des contre-indications est indispensable : appareils électroniques implantables (pacemaker...), matériel ferromagnétique chirurgical (et plus particulièrement les clips intracérébraux), fragments ferromagnétiques intra-oculaires. Les prothèses de hanche et les clips chirurgicaux extra-cérébraux ne constituent pas une contre-indication absolue, mais peuvent parfois entraîner des artefacts rendant l'interprétation délicate.

La préparation de la patiente avant l'examen dépend de l'indication clinique et de l'habitude de l'opérateur.

La mise en place d'un tampon vaginal peut aider à repérer la cavité vaginale. En pratique elle est peu utilisée.

L'injection de glucagon intramusculaire avant l'examen diminue le péristaltisme digestif. L'utilisation de contraste oral ou rectal aide à la visualisation de la lumière digestive.

La vessie est en semi-réplétion.

L'insufflation rectale n'est pas utilisée par tous.

Le dispositif intra-utérin n'est pas une contre-indication à l'examen et n'entraîne pas d'artefact.

Le choix des séquences et des plans d'acquisition est fait en fonction de la pathologie explorée.

## C. Radioanatomie

### 1. Sémiologie en TDM [62]

- *L'utérus*

Le tissu utérin est beaucoup moins bien analysable qu'en échographie et qu'en IRM. La zone jonctionnelle n'est pas visible et il est difficile de différencier l'endomètre du myomètre. Avant injection de produit de contraste iodé, l'utérus apparaît homogène. Après injection, au temps artériel le myomètre est plus rehaussé que l'endomètre. Ce dernier est central, hypodense (Figure 1). Sur les coupes tardives, le contraste entre les deux structures redevient identique.

Le col est une structure ovalaire. Ses bords latéraux sont globalement triangulaires à base interne et sommet externe. En cas de latéro-déviations, la condensation du tissu paracervical devient asymétrique. À ne pas confondre avec une extension d'un cancer du col.

L'artère utérine (ses segments pariétal, transversal et marginal) est visible au temps artériel.

Les ligaments ronds et les ligaments utéro-sacrés sont souvent visibles en TDM.

*Figure 1. Coupe TDM de l'utérus après injection de produit iodé. Endomètre et cavité (tête de flèche), hypodense par rapport au myomètre (flèche longue). Vessie (étoile). Artère iliaque externe (flèche creuse).*



- *Les annexes*

Les ovaires ne sont pas toujours visibles. La présence de follicules, comme en IRM, facilite leur détection. Les autres repères utilisés sont la veine iliaque externe et le tronc artériel ombilico-utérin (en arrière).

Les trompes ne sont habituellement pas visualisées. Elles peuvent être vues quand elles sont anormalement épaissies, ou en cas d'ascite.

- *Le péritoine*

Bien que peu sensible, la TDM est le meilleur examen d'imagerie en coupe pour la visualisation du péritoine pathologique épaissi.

- *Autres*

L'uretère pelvien et ses rapports avec les organes gynécologiques avoisinants sont bien visualisés sur des clichés tardifs après injection de produit de contraste.

Les ganglions sont le plus souvent regroupés autour des vaisseaux. Le premier relais ganglionnaire des organes pelviens est le ganglion de Leveuf et Godard, qui appartient à la chaîne iliaque externe. Il est visible sous la veine iliaque externe, sur une coupe passant juste au-dessus du toit des cotyles. Les ganglions iliaques internes et externes se drainent vers les ganglions rétropéritonéaux.

À l'état normal les ganglions sont infracentimétriques (sauf le ganglion de Cloquet, iliaque externe, qui peut mesurer 15 mm). Ils sont visibles de façon inconstante. Seule la taille est actuellement retenue comme critère positif. Un ganglion de plus de 10 mm est une adénomé-galie, mais pas toujours un ganglion métastatique.

## 2. *Sémiologie en IRM* [5, 52]

- *L'utérus*

Sa position est déterminée sur les coupes axiales et sagittales. Ses contours sont bien délimités.

- **Le corps utérin** (Figure 2)

Sur les séquences pondérées en T1, l'utérus présente un signal intermédiaire un peu supérieur à celui des muscles striés. Son aspect est homogène, le myomètre et l'endomètre sont peu différenciables.

En pondération T2, on distingue trois zones différentes au niveau de l'utérus :

– La bande centrale en hypersignal correspond à l'endomètre et à l'éventuel liquide intracavitaire. L'épaisseur de l'endomètre varie de 3 à 12 mm en fonction de la période du cycle. Il est le mieux visible en phase sécrétoire et doit être mesuré sur un plan sagittal ;

– La bande en hyposignal située tout autour de l'endomètre est appelée zone jonctionnelle (ZJ). Cette bande n'a pas de correspondance histologique précise. Elle correspond à la partie interne ou couche basale du myomètre. La couche basale est pauvre en eau et riche en fraction cellulaire, ce qui pourrait expliquer son hyposignal en séquence pondérée T2.

Cette bande mesure en moyenne 5 mm. Son épaisseur varie pendant le cycle;

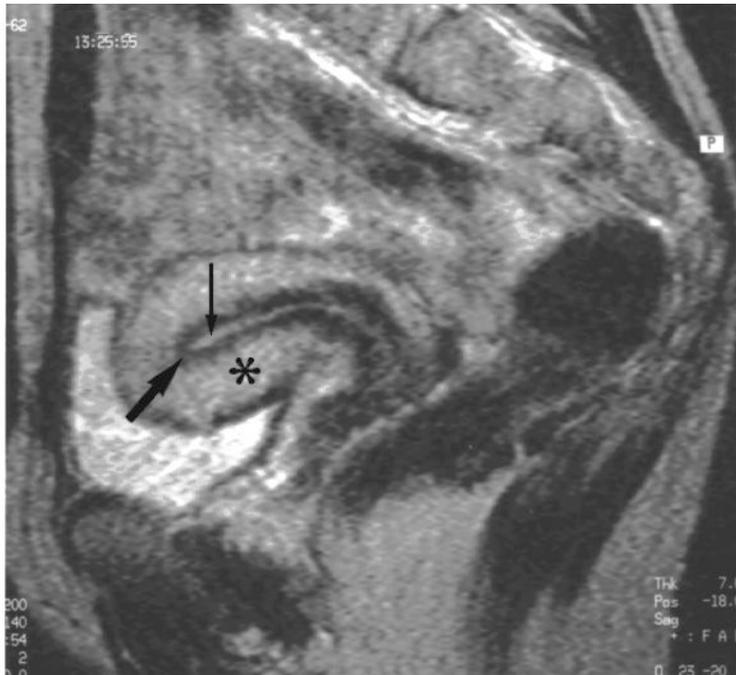
– La partie la plus périphérique apparaît homogène, en signal intermédiaire et correspond au myomètre. On peut distinguer le myomètre proprement dit du myomètre sous-séreux situé au-delà des artères arquées;

Des zones d'hyposignal transitoires au niveau du myomètre peuvent correspondre à des contractions utérines.

La surface séreuse de l'utérus apparaît comme une fine ligne en hyposignal T2.

*Figure 2. IRM. Coupe sagittale en T2.*

*Utérus antéversé. Anatomie zonale de l'utérus, avec la zone jonctionnelle (grande flèche) hypo-intense par rapport au myomètre profond (étoile). L'endomètre est hyperintense, central (flèche longue).*



Sous contraception orale, en particulier sous œstro-progestatif, l'endomètre et la zone jonctionnelle sont moins épais. Chez la femme ménopausée, l'endomètre est fin et la zone jonctionnelle moins apparente voire inexistante.

- **Le col utérin**

Il est composé d'une muqueuse et d'un stroma fibro-musculaire. La couche interne du stroma est plus fibreuse que la couche externe.

En résonance magnétique, les trois zones présentent un signal différent en T2 :

- L'hypersignal central correspond à la muqueuse et aux sécrétions endocervicales. Les replis de la muqueuse sont parfois visibles sous la forme d'éléments branchés, irréguliers (arbre de vie);

- L'hyposignal périphérique, en continuité avec la zone jonctionnelle, représente le stroma dense, fibreux, surtout composé de collagène;

Les kystes de Naboth, liquidiens, sont en hypersignal T2.

- La couche externe est de signal intermédiaire, parfois mal visible.

Les ligaments ronds, et les ligaments utéro-sacrés sont visibles dans le plan axial.

- *Le vagin*

Il est bien identifié en coupes axiales (en forme d'H) ou sagittales, en séquence pondérée T2. La cavité vaginale est virtuelle, ou contient des sécrétions. Comme au niveau de l'utérus, on peut retrouver une anatomie zonale, avec une muqueuse et une lumière en hypersignal, et une zone périphérique en hyposignal correspondant à la paroi musculaire vaginale.

- *Les annexes*

- **Les ovaires**

Le plan axial est le plus intéressant. En période d'activité génitale, les ovaires sont facilement repérables en séquence pondérée T2, par la présence des follicules, structures kystiques, en hypersignal T2. Le stroma apparaît en hyposignal. Il existe parfois un discret hypersignal au niveau du hile et du stroma central.

En séquence pondérée T1, le signal des ovaires est proche de celui du myomètre. Les follicules sont en hyposignal.

Après injection de gadolinium le stroma est rehaussé de façon homogène.

Chez la femme ménopausée, les ovaires ne sont parfois pas visibles en raison de leur petite taille et de l'absence de follicules.

- **Les trompes**

À l'état normal, elles ne sont pas visibles.

- *Autres*

Le signal de l'urine est liquidien, la paroi vésicale est en hyposignal en T2. Après injection de gadolinium il existe un rehaussement homogène de la paroi, l'urine devient opaque, avec un niveau de sédimentation (urine-gadolinium) dû à la position en décubitus pendant l'examen. Les uretères sont visibles en hypersignal en T2.

Les structures digestives ont un aspect variable en fonction de leur contenu. Les rapports des structures génitales avec le rectum et le sigmoïde sont bien analysables sur les coupes axiales et sagittales. Le péristaltisme des anses peut entraîner des artefacts.

## GYNÉCOLOGIE

### **A. Exploration de l'utérus**

#### *I. Pathologie utérine bénigne*

##### *1. Fibromes utérins*

L'IRM est réalisée uniquement quand l'échographie est insuffisante, c'est-à-dire devant des fibromes volumineux ou compliqués. Elle permet de dresser une cartographie lésionnelle précise, et d'apprécier le degré de cellularité des fibromes. Ainsi la topographie sous-séreuse, interstitielle et sous-muqueuse est précisée, et l'acquisition dans plusieurs plans de l'espace permet de différencier un myome sous-séreux pédiculé d'une autre masse pelvienne.

En pondération T2, le fibrome est le plus souvent en hyposignal, homogène. Si l'hyposignal est franc, la composante fibreuse est majoritaire (Figure 3, page suivante). Si l'hyposignal est moins marqué, alors le fibrome est plutôt cellulaire, hypervasculaire.

En pondération T1 il est généralement iso voire hypo-intense par rapport au myomètre.

Les calcifications apparaissent vides de signal sur toutes les séquences.

Après injection de gadolinium le myome cellulaire se rehausse précocement.

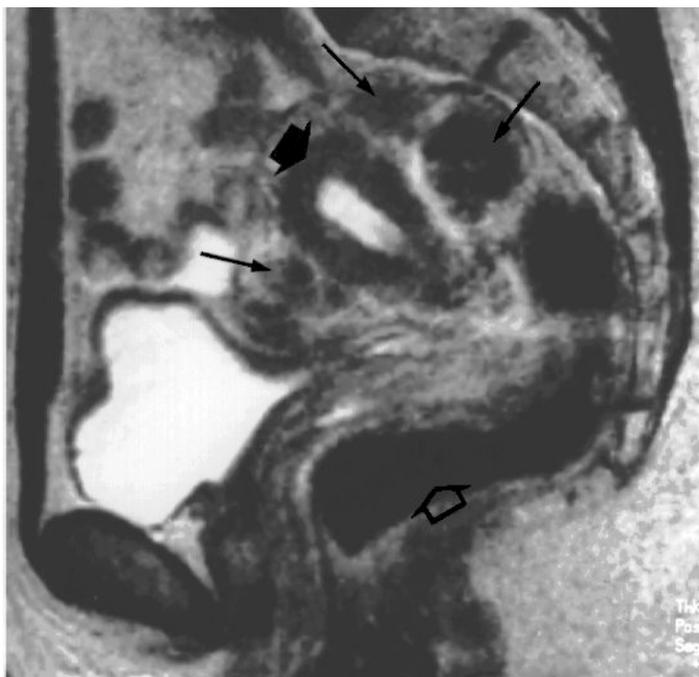
La présence en T2 d'une plage centrale irrégulière en hypersignal est évocatrice de nécrobiose aseptique. Cette zone nécrotique n'est pas rehaussée après injection de gadolinium. La transformation œdémateuse se traduit

par un hypersignal central en T2 en lacis. En T1, le fibrome ne se rehausse généralement pas après injection.

Le diagnostic différentiel avec un sarcome n'est pas toujours évident en IRM. L'aspect volumineux de la lésion et ses contours irréguliers sont plus évocateurs d'une lésion maligne.

*Figure 3. IRM. Coupe sagittale en T2.*

*Plusieurs myomes sous-séreux et interstitiels, antérieurs et postérieurs (flèches longues), en hyposignal par rapport au myomètre. Zone jonctionnelle (flèche carrée). Rectum (flèche creuse).*



## *2. Adénomyose et adénomyome [2, 59, 73]*

Devant une suspicion d'adénomyose, l'échographie endovaginale est le premier examen à réaliser. Des cryptes de 1 à 2 mm peuvent être visualisées.

L'hystérographie donne de nombreux faux négatifs et est donc de moins en moins proposée dans cette indication.

L'IRM est plus sensible que l'échographie endovaginale. Elle est indiquée quand l'échographie est douteuse et permet d'apprécier les signes indirects et les signes directs :

- Utérus globuleux avec épaissement du mur postérieur;
- Épaississement diffus ou localisé de la zone jonctionnelle (> 5 mm);
- Spots hyperintenses en T2 et hypo (liquide) ou hyperintense en T1 (sang). (Figure 4 a et b, page suivante).

L'IRM permet de différencier une adénomyose d'un utérus fibromateux, et un adénomyome d'un fibrome. Cette distinction est importante car le traitement chirurgical de ces deux lésions est différent.

L'adénomyome se traduit en IRM par une plage en hyposignal T1 et T2 (avec ou sans spot hyperintense en T2), mal limitée contrairement au myome.

### 3. Pathologie bénigne de l'endomètre

L'IRM est sensible pour la détection d'une hypertrophie de l'endomètre (épaisseur > 12 mm), mais elle est incapable, comme l'échographie, de distinguer une hyperplasie simple d'un état précancéreux ou d'un cancer muqueux sans extension au myomètre.

Le signal du polype muqueux est le plus souvent égal à celui de l'endomètre en T2. Après injection de gadolinium, le polype se rehausse et l'artère centrale est parfois visible.

Chez les patientes traitées par tamoxifène, il semble que l'IRM permette de différencier les endomètres atrophiques ou prolifératifs des endomètres avec polypes. Dans ce deuxième cas, pour évaluer l'état de l'endomètre, une conduite plus agressive (curetage au lieu de biopsie) pourrait être proposée [3]. Mais d'autres études sont nécessaires pour préciser le rôle de l'IRM dans la surveillance des endomètres sous tamoxifène.

## II. Tumeurs malignes

### 1. Cancer du col de l'utérus

La taille tumorale et le bilan d'extension (classification de la FIGO<sup>1</sup>) sont les principaux facteurs qui conditionnent le traitement et le pronostic du cancer du col. L'exploration radiologique n'a pas de rôle dans le diagnostic positif du cancer et n'est pas utile dans les stades non invasifs (stade 0 et IA).

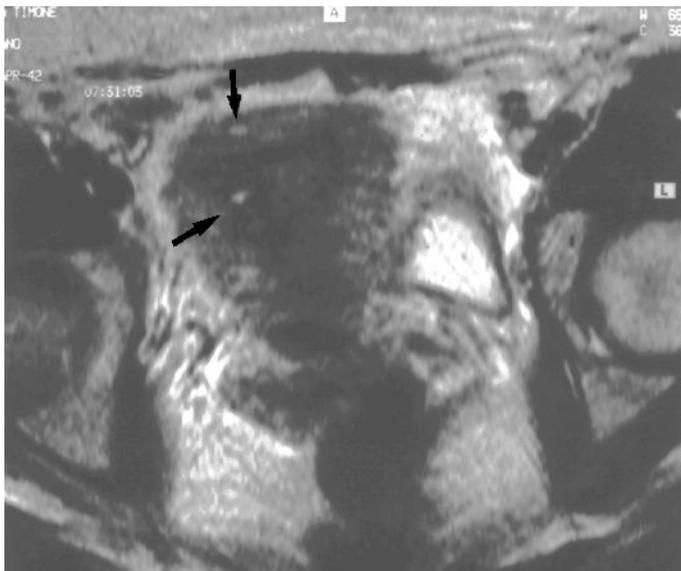
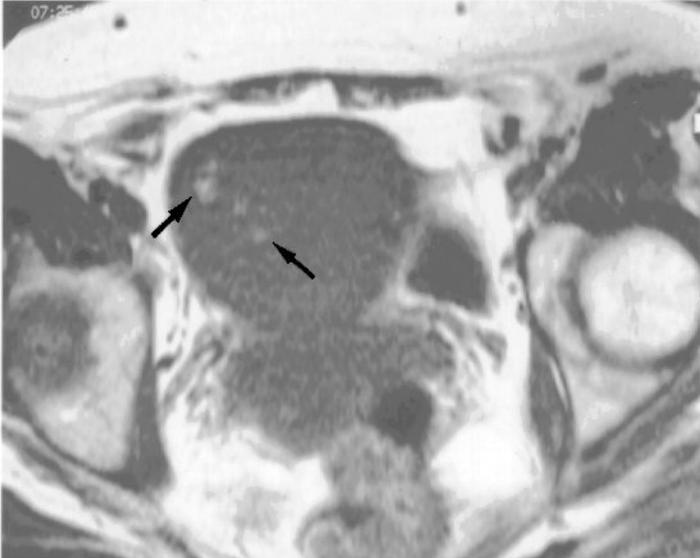
Le but de l'imagerie en coupes est l'évaluation du volume tumoral et le bilan d'extension local, régional et à distance de la tumeur.

L'IRM depuis quelques années représente l'examen de choix pour l'appréciation de l'extension locale et régionale de la tumeur [49].

1. FIGO : Fédération Internationale de Gynécologie et d'Obstétrique

Figures 4a et 4b. IRM. Coupes axiales.

Spots (flèches) hyperintenses en T1 (4a) et hypo-intenses en T2 (4b). Le diagnostic d'adénomyose est posé.



La TDM est réalisée après injection de produit de contraste iodé. Étant donné sa mauvaise résolution en contraste, elle est beaucoup moins fiable pour la détection de la tumeur et pour le bilan d'extension local.

**1a. Évaluation du volume tumoral**

La séquence pondérée en T2 est la plus sensible. Le cancer se traduit par un hypersignal [71]. En T1 la lésion est en signal intermédiaire (Figure 5).

La mise en évidence du liseré en hyposignal tout autour de la lésion, permet d'affirmer que la tumeur est limitée au col (stade IB), avec une bonne fiabilité.

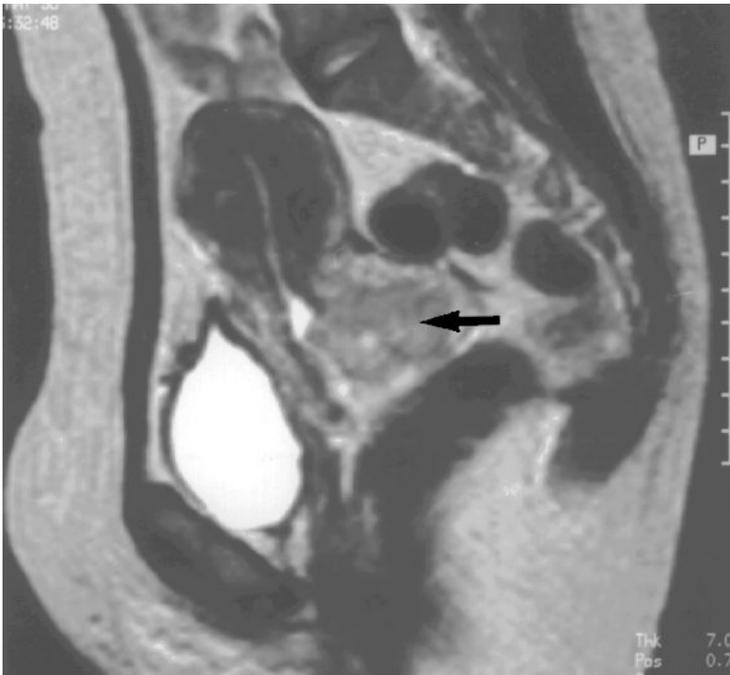
L'utilisation de séquences en acquisition rapide après injection de gadolinium (flash) semble intéressante dans le bilan des cancers micro-invasifs [65, 80].

Les séquences réalisées après injection permettent de différencier la lésion tumorale de l'œdème.

Une éventuelle hématométrie est bien visible en IRM, en coupes sagittales.

*Figure 5. IRM. Coupe sagittale en T2.*

*Volumineuse tumeur du col atteignant l'isthme.*



La TDM est moins sensible que l'IRM pour l'évaluation du volume tumoral [68]. Le col est épaissi, il est homogène, ou hétérogène avec des zones de nécrose, hypodenses.

**1b. Extension aux paramètres et à la paroi**

– L'IRM, avec surtout les séquences en pondération T2, a prouvé son efficacité dans l'évaluation de l'atteinte des paramètres. La précision diagnostique est aux alentours de 90 % pour la plupart des auteurs [38, 44, 74]. Ces résultats semblent améliorés par l'utilisation d'antennes endocavitaires [15, 18] et par la réalisation de séquences dynamiques après injection de gadolinium [80]. Par contre les séquences classiques après injection et les séquences en suppression de graisse ne semblent pas plus fiables que les séquences en T2 [64, 67].

L'atteinte du paramètre proximal se traduit par : l'extension de l'hypersignal tumoral à la région paracervicale, l'aspect irrégulier du col, la disparition des plans graisseux paramétriaux situés entre les parois latérales du col et les vaisseaux iliaques internes, ou la présence d'une masse paramétriale.

Les risques de faux positifs sont représentés par des modifications de signal du paramètre dues à des phénomènes inflammatoires ou œdémateux.

L'atteinte du paramètre distal et de la paroi est définie en IRM par une extension de l'hypersignal tumoral vers les muscles pelviens, et en particulier vers les muscles élévateur de l'anus et obturateur.

Dans les stades IIIB urinaires, la dilatation des cavités urinaires est visible.

– La TDM est moins sensible et moins spécifique que l'IRM, mais la place réelle des scanners à rotation continue dans l'exploration des paramètres reste à définir.

**1c. Extension vaginale, isthmique et corporéale**

L'atteinte vaginale relève surtout de l'examen clinique. Les critères positifs en IRM sont la disparition de l'hyposignal pariétal vaginal, en continuité avec l'hypersignal tumoral.

L'atteinte isthmique et corporéale est recherchée en IRM, sur les coupes sagittales pondérées en T2.

**1d. Atteinte locale antérieure et postérieure**

Elle est appréciée par scanner ou IRM, cette dernière étant plus fiable.

L'envahissement du rectum ou de la vessie se traduit par une perte du liseré graisseux vésico-utérin ou utéro-rectal, par une interruption de l'hyposignal pariétal vésical ou rectal, ou par la présence d'un bourgeon tumoral endoluminal.

**1e. Atteinte ganglionnaire**

La précision diagnostique semble identique en IRM et en scanner [45].

Le critère positif est la présence de ganglions de plus de 10 mm de diamètre. Il semble que la mesure du plus petit diamètre augmente la fiabilité

[46]. Mais il n'existe pas d'élément permettant de différencier une hyperplasie d'une métastase ganglionnaire.

Les micrométastases ne sont pas détectables par scanner comme par IRM.

#### **1f. Métastases**

L'exploration par TDM garde ici toute sa place. Elle permet une exploration rapide et fiable de l'abdomen et du pelvis, à la recherche de lésions hépatiques, pulmonaires ou autres.

#### **1g. Surveillance**

L'échographie, le scanner et l'IRM peuvent intervenir. Leur prescription est faite en fonction de chaque cas. L'IRM est performante (6 mois après la radiothérapie) pour la distinction entre récurrence locale et fibrose post-radique. En cas de doute, des ponctions percutanées radioguidées sous scanner peuvent être proposées.

L'IRM est fiable pour l'appréciation du volume tumoral et pour le bilan d'extension locale. Elle permet aussi la recherche d'adénomégalies pelviennes.

En préthérapeutique elle est indiquée surtout pour les lésions à développement endocervical et pour les tumeurs présumées étendues (> 20 mm) [40].

La TDM, actuellement moins coûteuse et plus facilement disponible, est proposée pour la recherche de métastases ganglionnaires et viscérales, dans le cas de tumeur cervicale à haut potentiel agressif.

## **2. Cancer de l'endomètre**

Le grade histologique et le stade évolutif, avec surtout le degré d'envahissement du myomètre et l'atteinte ganglionnaire sont les principaux facteurs pronostics du cancer de l'endomètre.

L'évaluation clinique et les données hystéroscopiques avec curetage sont souvent insuffisantes pour apprécier l'extension réelle [58]. L'imagerie a un rôle certain, à la fois pour le bilan d'extension et pour la surveillance post-thérapeutique de ces cancers.

Comme pour les néoplasies du col, l'IRM est l'examen le plus fiable pour l'extension locale et surtout pour l'atteinte myométriale, alors que la TDM est préférée pour l'extension régionale et à distance. L'échographie endovaginale et le doppler, non détaillés ici, jouent un rôle pour la détection du cancer (bonne sensibilité) et pour l'invasion du myomètre.

#### **2a. La tumeur**

Elle ne présente pas un signal spécifique en IRM, ce qui rend impossible sa différenciation avec une hyperplasie endométriale.

La lésion tumorale est en hypersignal en T2. Son signal est voisin de celui de l'endomètre.

Après injection de gadolinium, le myomètre se rehausse de façon plus importante que la tumeur. Celle-ci peut apparaître hétérogène, nécrotique.

Les formes volumineuses tendent à souffler la cavité utérine.

**2b. Extension au myomètre** (Figures 6a et 6b, page suivante)

L'extension intramyométriale est définie par la présence d'un hypersignal tumoral au niveau du myomètre, ou par l'interruption de la zone jonctionnelle (ZJ). La précision diagnostique des séquences en T2 est de 71 à 97 % [6, 50, 66, 70, 84].

Cette extension est plus difficilement décelable quand la zone jonctionnelle n'est pas visible, ce qui est souvent le cas chez la femme ménopausée.

D'autre part la difficulté est souvent majorée lorsqu'il s'agit d'un myomètre déjà anormal (myomes, adénomyose...) ou dans le cas de formes soufflantes avec amincissement du myomètre, pouvant entraîner une surestimation de l'extension en profondeur.

L'injection de gadolinium, et surtout l'utilisation de séquences d'angio-IRM semblent améliorer la précision diagnostique par rapport aux séquences en T2 [42, 81] : au temps très précoce après injection, il semble exister normalement une prise de contraste au niveau de la couche interne du myomètre, en dedans de la ZJ. Cette prise de contraste est visualisée même en l'absence de la ZJ. En cas d'atteinte du myomètre, on note une interruption de cette zone.

Par rapport à l'échographie, il semble que l'IRM après injection de gadolinium soit supérieure pour l'appréciation de l'invasion du myomètre [82].

**2c. Envahissement du col utérin**

L'IRM est l'examen le plus sensible. L'atteinte cervicale se traduit par la présence d'hypersignal tumoral à la place du stroma normalement en hyposignal. L'utilisation de gadolinium en séquences classiques ou mieux en séquences dynamiques, semble optimiser l'appréciation de l'extension au col utérin [39, 54].

**2d. Atteinte extra-utérine**

L'interruption des contours externes du myomètre et/ou l'extension à la graisse péri-utérine traduisent un stade III.

Le scanner a les mêmes indications que pour le cancer du col. L'IRM est surtout utilisée pour l'évaluation de l'atteinte du myomètre.

## **B. Exploration des annexes**

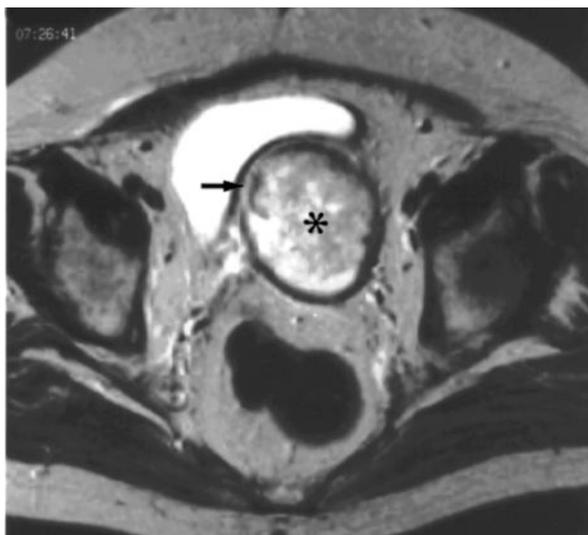
### ***I. Bilan d'une masse annexielle***

L'échographie pelvienne couplée au doppler est la première exploration à réaliser devant une masse ovarienne. Non invasif, cet examen permet d'affirmer le caractère kystique, solide ou mixte de la lésion, d'orienter vers

*Figures 6a et 6b. Cancer de l'endomètre.*

*Coupes en T2 dans les plans sagittal (6a) et axial (6b).*

*La tumeur présente un hypersignal hétérogène (étoile). Les plans profonds du myomètre sont envahis dans la région antérieure où il existe une rupture de l'hyposignal périphérique (flèches).*



une pathologie bénigne ou maligne et d'approcher, voire d'affirmer la nature de la lésion.

La TDM et l'IRM sont réalisées en deuxième intention si l'échographie est insuffisante ou douteuse. Ces explorations tendent à répondre aux questions suivantes :

### 1. Lésion annexielle ?

L'origine des masses pelviennes très volumineuses est parfois difficile à déterminer. L'exploration multiplanaire de l'IRM ou les reconstructions tomodensitométriques peuvent aider à localiser la lésion.

### 2. Lésion tissulaire ou liquidienne ?

Une structure vascularisée, c'est-à-dire présentant un signal doppler ou rehaussée après injection de produit de contraste en scanner ou en IRM, est une masse tissulaire. Une lésion purement anéchogène est liquidienne. Une lésion échogène, sans signal doppler, peut être avasculaire (caillot, mucine...) ou faiblement vascularisée. Dans ces cas, l'injection de produit de contraste permet de faire la différence : la formation tissulaire est rehaussée après injection au temps tardif.

### 3. Lésion bénigne ou maligne ?

Cette question est capitale, le choix de la technique chirurgicale en dépend.

- Une lésion maligne sera suspectée sur :

- Des critères morphologiques particuliers, qui sont sensiblement les mêmes en échographie, en TDM et en IRM : présence de végétations endokystiques, de cloisons irrégulières, de parois épaisses (> 3 mm), d'une portion solide importante [13];

- Un bilan d'extension positif;

- Un angioscanner montrant une hypervascularisation tumorale au temps artériel, avec des vaisseaux fins et irréguliers, une prise de contraste intense au temps parenchymateux, s'effaçant sur les clichés suivants [13].

- Une tumeur bénigne est évoquée en l'absence de signes de malignité, ou devant une forme caractéristique de lésion bénigne comme par exemple un kyste dermoïde ou endométriosique.

En cas de forme indéterminée, la tumeur est considérée a priori comme maligne.

La précision globale pour le diagnostic de masse bénigne versus masse maligne est selon Ghossain de 86 % en IRM et de 92 % en TDM [23].

#### 4. Nature de la lésion ?

Pour l'étude de la caractérisation tissulaire, la masse doit être vue dans sa totalité, ainsi, pour les lésions volumineuses, l'échographie est souvent insuffisante et un examen par TDM ou IRM s'impose [56].

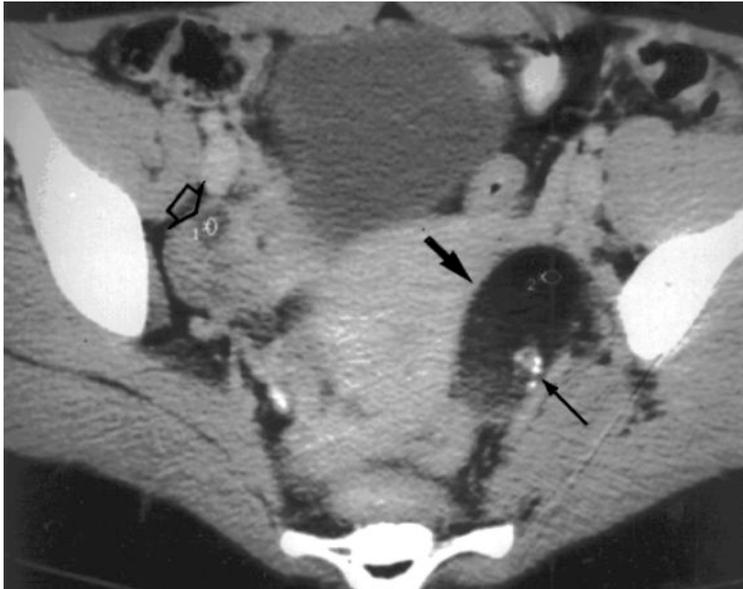
L'aspect radiologique des principales tumeurs ovariennes est décrit ci-dessous :

- **Kyste dermoïde** (Figure 7)

L'échographie fait le diagnostic de tératome mature kystique dans 76 % à 87 % des cas [12, 47]. Le scanner est plus précis et permet un diagnostic de certitude dans 98 % des cas, grâce à la densité graisseuse de la lésion et la visualisation de la protubérance de Rokitanski [12]. L'IRM, avec des séquences en suppression de graisse a une fiabilité à peu près identique.

Figure 7. Coupe TDM.

Kyste dermoïde sur l'ovaire gauche (grande flèche). Aspect typique. La densité est de moins 130 UH. Protubérance de Rokitanski avec calcifications (flèche longue). À droite, petit follicule ovarien (flèche creuse), la densité est liquide.



- **Endométriome**

En dehors de certains aspects échographiques typiques, l'échographie est souvent insuffisante pour le diagnostic d'endométriome.

L'analyse du signal et de la morphologie de la masse, permet d'affirmer le caractère hémorragique de la masse et sa nature endométriosique (Figures 8a et 8b, page suivante). La fiabilité est selon Togashi de 96 % [75].

La présence de signes d'endométriose extra-utérine est en faveur du diagnostic.

- **Fibrome et thécome ovarien**

L'échodoppler et l'angioscanner sont deux techniques qui permettent de différencier les fibromes ovariens des fibromes utérins sous-séreux [7] en mettant en évidence leur vascularisation différente.

En IRM ces lésions sont reconnaissables dans leur forme typique [76]. Elles apparaissent ovalaires, bosselées, en hyposignal T2 et de signal intermédiaire en T1. Après injection de gadolinium le fibrome ovarien est moins vascularisé que le myome utérin.

En cas de tumeur sécrétante, une hyperplasie endométriale peut être visible à l'échographie et à l'IRM.

- **Tumeur de Brenner**

Petite masse arrondie, hypo-intense en T2. La présence de calcifications entraîne parfois un aspect piqueté, fait de petites zones d'hyposignal plus franches.

- **Le caractère séreux**

Dans sa forme typique le contenu du kyste présente un signal liquidien, homogène, avec ou sans cloisons.

- **Le caractère mucoïde**

La lésion est souvent multiloculaire. Les liquides constituant les logettes sont riches en protéines et de nature différente, expliquant ainsi en IRM la différence de signal entre les différentes logettes. Cette différence est plus sensible en IRM qu'en échographie.

- **Tumeur de la granulosa**

Il n'existe pas de signe spécifique. La tumeur est composée de nombreuses logettes périphériques. En T1 la lésion est en hypersignal modéré (graisse intracellulaire) et en hypersignal en T2. Les logettes périphériques ont souvent un contenu hématique (hypersignal en T1 et en T2).

Une hyperplasie de l'endomètre doit être recherchée.

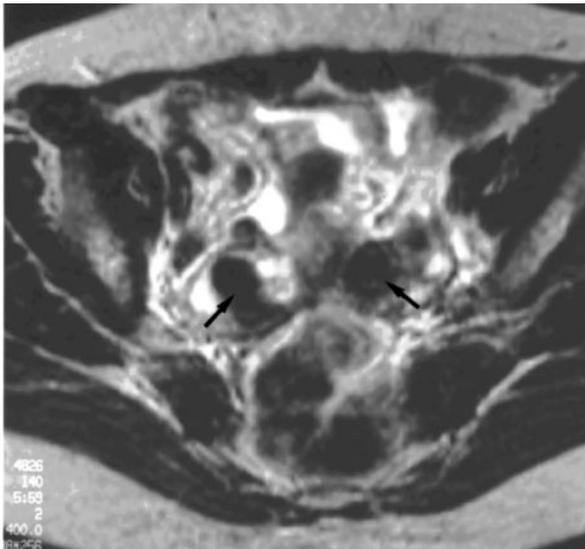
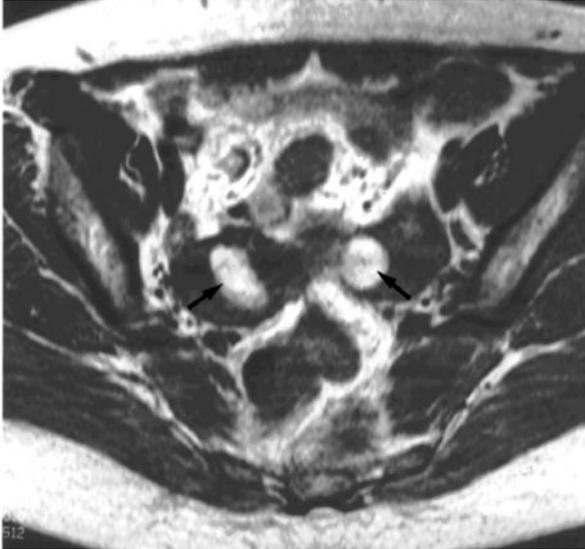
## ***II. Cancer de l'ovaire***

### ***1. Indications***

Devant une masse annexielle fortement évocatrice de lésion maligne (tableau clinique, échographie-doppler), l'imagerie en coupes n'est pas réalisée de façon systématique. Ses indications doivent être discutées en fonction de chaque cas.

Le but de cette imagerie est triple :

Figures 8a et 8b. IRM. Coupes axiales en T1 (8a) et en T2 (8b). Kystes ovariens bilatéraux en hypersignal T1 et en hyposignal hétérogène en T2. La morphologie, la bilatéralité et le signal de ces kystes posent le diagnostic



a. Préciser autant que possible la nature de la lésion. L'IRM grâce à son excellent contraste tissulaire est l'examen de choix.

b. Réaliser un bilan d'extension abdomino-pelvien. Le scanner est la technique la plus adaptée.

c. Surveiller l'évolution néoplasique afin d'adapter la thérapeutique choisie.

## 2. Caractérisation de la lésion

Les signes évocateurs de lésion néoplasique en scanner et en IRM ont été définis précédemment.

## 3. Bilan d'extension

### 3a. Extension péritonéale (Figure 9)

L'exploration radiologique la plus performante pour l'évaluation de l'atteinte péritonéale est le scanner spiralé, grâce à sa très bonne résolution

Figure 9. TDM.

Néoplasie ovarienne métastatique avec ascite (étoile) et épaissement péritonéal (flèche).



spatiale et à la possibilité d'explorer au cours d'un seul examen les étages sus-mésocolique, sous-mésocolique et pelvien.

Sa spécificité est proche de 100 %, par contre sa sensibilité est plus décevante, elle varie de 71 à 83 % [11, 63]. La performance de la TDM dépend de la localisation des lésions péritonéales, de leur taille et de la présence ou pas d'ascite. Ainsi les atteintes les plus difficiles à repérer sont au niveau du mésentère et du pelvis.

L'injection intrapéritonéale de produit de contraste ne semble pas améliorer la sensibilité [55]. L'IRM est beaucoup moins sensible que le scanner pour la détection de petits implants, ce qui réduit donc sa place dans le cadre du bilan d'extension des cancers ovariens.

### **3b. Extension viscérale**

L'extension locale digestive est délicate à apprécier au scanner. La distinction entre sténose, compression, et envahissement sigmoïdien est souvent difficile [61].

L'urètre peut être aussi comprimé ou envahi, entraînant une dilatation du système urinaire en amont bien visible sur les coupes tomodensitométriques. Des clichés urographiques post-scanner peuvent être utiles.

La recherche de localisations hépatiques bénéficie de la confrontation entre l'échographie et le scanner. En cas de doute l'IRM hépatique peut représenter une aide diagnostique précieuse.

Les coupes sus-diaphragmatiques réalisées permettent de révéler un épanchement pleural. Celui-ci est aussi recherché sur la radiographie du thorax, réalisée le plus souvent en préopératoire.

### **3c. Extension ganglionnaire**

L'intérêt et les limites de la TDM sont les mêmes que pour les autres cancers pelviens.

## *4. Surveillance*

Le scanner permet d'évaluer les foyers tumoraux laissés en place, de rechercher des récurrences loco-régionales et de détecter des métastases ganglionnaires et viscérales.

## **III. Pathologie infectieuse et tubaire**

L'hydrosalpinx apparaît en IRM comme une structure tubulée dont la paroi n'est pas visible. Son contenu est de signal liquidien.

Le scanner n'est pas le premier examen à réaliser devant une suspicion de lésion tubaire infectieuse, toutefois la sémiologie de ces lésions est à connaître car, la symptomatologie étant souvent trompeuse (douleur pelvienne), la découverte peut être faite au scanner.

Le scanner permet de réaliser un drainage percutané de l'abcès.

Un abcès tubo-ovarien en TDM, se traduit le plus souvent par une image kystique tubulaire (pyosalpinx) associé à un effacement des plans graisseux entre la lésion et les autres organes pelviens [19]. La trompe, les ligaments utéro-sacrés et les parois digestives au contact sont épaissis. Une compression externe de l'uretère est possible. La vascularisation de la masse ovarienne est très précoce et intense (doppler-angioscanner). L'analyse de l'abcès est plus fiable à l'échographie.

L'IRM est encore plus sensible que la TDM grâce à sa bonne résolution en contraste. L'abcès est hétérogène avec des plages de nécrose en hypersignal T2. La trompe est distendue, son signal est variable en fonction de son contenu (pus, débris...). L'IRM est utile dans les cas atypiques pour différencier une atteinte infectieuse d'une endométriose [33].

L'IRM et le scanner n'ont pas d'indication actuellement dans les torsions d'annexes.

Une grossesse extra-utérine peut être détectée par IRM. Cet examen peut être proposé en cas de discordance clinique, biologique et échographique.

Rappelons toutefois que l'hystérosalpingographie reste le seul examen permettant de visualiser des trompes normales.

## **C. Malformations gynécologiques** [20, 51, 53, 57, 60, 72]

L'IRM, comme l'hystérogographie, est un examen de deuxième intention pour l'exploration des malformations gynécologiques. Elle est réalisée après l'échographie pelvienne.

Elle présente l'avantage de pouvoir étudier l'utérus dans tous les plans de l'espace, avec une très bonne différenciation tissulaire.

### **1. Technique**

L'examen doit être réalisé en deuxième partie de cycle pour une meilleure détection du tissu endométrial, et comporter essentiellement des séquences pondérées en T2 dans différents plans de l'espace, en fonction du type de la malformation. Une étude frontale est indiquée dans les malformations utérines (Figure 10).

L'IRM, non invasive, est particulièrement intéressante chez les patientes vierges, chez qui l'examen clinique est souvent difficile et les autres explorations radiologiques impossibles.

### **2. Résultats**

L'IRM doit permettre de :

– Visualiser une corne rudimentaire et apprécier son caractère fonctionnel (présence d'un endomètre);

- Localiser une zone d'aplasie segmentaire ;
- Mettre en évidence une rétention hématique ;
- Rechercher des lésions endométriosiques de reflux, souvent associées ;
- Déterminer la présence d'un ou de deux cols ;
- Rechercher une communication isthmique ;
- Différencier un utérus bicorne d'un utérus cloisonné :
  - Dans le cas d'un utérus bicorne, la distance entre les deux cornes utérines doit être théoriquement de plus de 4 cm. Chaque endomètre est entouré de sa propre zone jonctionnelle. Les deux cavités sont séparées par une zone de signal intermédiaire en T1 et en T2, identique à celui du myomètre. À la partie inférieure de la jonction entre les deux cavités, une zone fibreuse en hyposignal peut être observée. L'incisure fundique est retrouvée sur les coupes passant par le grand axe de l'utérus.

*Figure 10. IRM. Coupe coronale oblique en T2.*

*Utérus bicorne. Les deux cornes, avec les deux zones jonctionnelles, sont bien distinctes. La corne droite est plus volumineuse, avec probablement une hématométrie.*



- En faveur d'un utérus cloisonné, on retiendra une distance entre les cornes inférieure à 4 cm, un angle de divergence inférieur à 60° mesuré sur une vue frontale vraie et l'absence d'échancrure fundique (fond convexe ou plat ou discrètement concave de moins de 1 cm).

Mais en pratique le diagnostic différentiel entre héli-utérus et utérus cloisonné reste parfois difficile. En effet la cloison peut parfois présenter à sa partie supérieure un signal proche de celui du myomètre. La différenciation avec un utérus bicorné unicervical est délicate, d'autant plus que parfois les zones jonctionnelles des deux héli-matrices apparaissent accolées. L'IRM s'attachera à déterminer le signal, la morphologie et la taille du septum, pour orienter le geste thérapeutique.

À côté de l'échographie et de l'hystérogographie, l'IRM se présente comme un examen de choix pour l'exploration des malformations gynécologiques. Elle permet de classer avec précision le type de malformation en apportant des renseignements à la fois morphologiques et fonctionnels.

## **D. Exploration des prolapsus pelviens [32, 35, 37, 83]**

L'IRM présente plusieurs intérêts dans l'exploration des troubles pelvi-périnéaux de la femme. Contrairement au colpocystogramme, c'est un examen non invasif et sans irradiation. Il permet d'une part une étude anatomique multiplanaire du pelvis, avec une visualisation directe des éléments musculaires, d'autre part une étude dynamique grâce à la comparaison de séquences très courtes réalisées au repos et en poussée.

Étude des différentes structures pelviennes :

Le muscle élévateur de l'anus présente au repos dans le plan coronal une convexité médiale et crâniale. Il a la forme d'un dôme. Pendant la contraction, il devient horizontal, et se creuse au moment de la poussée.

En Valsalva, le col vésical recule et descend (Figures 11, 12). Chez les sujets témoins, la position du col vésical en poussée ne dépasse pas la ligne pubo-sacrée de plus de 10 ou 15 mm.

Le col utérin descend vers l'arrière. Pour Yang, en poussée, le col doit rester à plus de 10 mm au-dessus de la ligne pubo-sacrée.

Une entéroçèle est diagnostiquée quand des anses intestinales ou de la graisse péritonéale sont interposées entre le vagin et le rectum, ou quand les anses dépassent la ligne pubo-coccygienne.

Pour l'étude du compartiment postérieur, il semble exister une réelle corrélation entre la défécographie et l'IRM, pour la mesure de l'angle ano-rectal. En poussée chez les sujets sains l'angle ano-rectal s'ouvre, et la jonction ano-rectale descend de moins de 20 mm au-dessous de la ligne pubo-sacrée. En cas d'incontinence rectale, la jonction ano-rectale s'abaisse de façon plus marquée.

Figure 11a et 11b. Séquences rapides dans le plan sagittal, sujet normal.  
a : au repos. b : en poussée.  
Col vésical (flèche). Kyste de Naboth (tête de flèche).

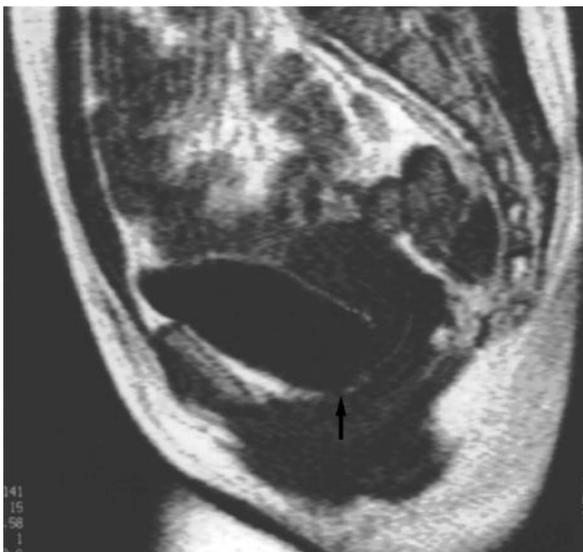
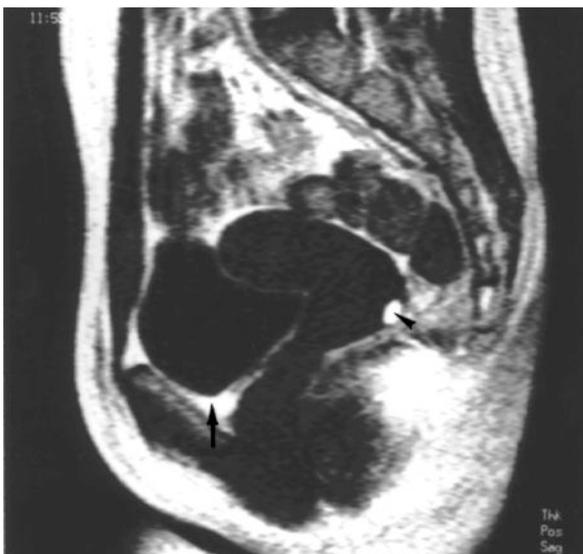
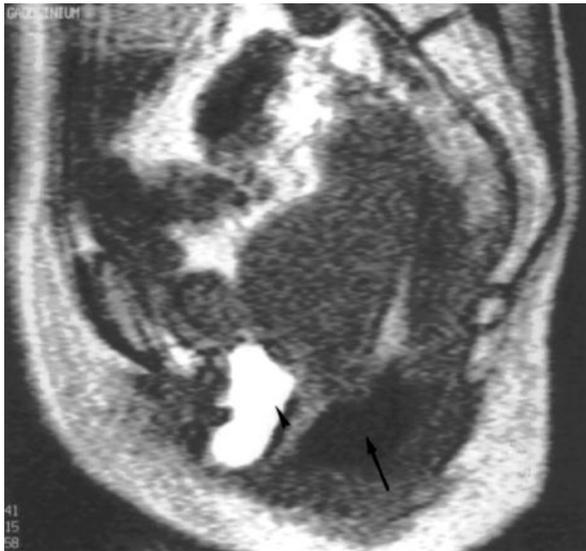


Figure n°12a et 12b. Séquences rapides dans le plan sagittal, prolapsus pelvien.

a: au repos. b: en poussée.

Mobilité anormale de la vessie (tête de flèche). Rectum (flèche longue).



L'IRM est un examen d'avenir pour l'expertise globale des déséquilibres de la statique pelvienne de la femme.

Plusieurs études de faisabilité ont été réalisées, mais des travaux sur des cohortes plus importantes de sujets sont nécessaires pour définir les meilleurs critères d'analyse et pour valider les valeurs considérées comme normales.

Les principales indications proposées dans la littérature sont les suivantes :

- Discordance entre la symptomatologie, l'examen clinique, le bilan urodynamique ;
- Prolapsus débutant ;
- Récidive de prolapsus chez les patientes déjà opérées ;
- Suivi de patientes traitées médicalement ou chirurgicalement ;
- Bilan de prolapsus complexe.

## E. IRM du sein

Les premiers travaux sur l'IRM du sein ont vu le jour au début des années 1980 en Allemagne. Mais c'est 10 ans plus tard que l'IRM a pris vraiment son essor avec l'utilisation conjointe d'une antenne de surface et d'une substance paramagnétique.

L'IRM est indiquée dans les situations où la mammographie, examen maître de l'exploration mammaire, et l'échographie n'apportent pas de solution au problème posé. Il s'agit surtout des seins denses et des seins opérés et radiothérapés.

### 1. Technique

L'examen dure environ 30 minutes. Après avoir éliminé les contre-indications classiques et posé une voie veineuse, la patiente est installée en procubitus, les seins placés dans l'antenne, sans compression. Une antenne « sein » est une antenne de surface dédiée qui permet d'étudier les deux seins.

L'étude est réalisée en séquences pondérées T1 en écho de gradient ou en écho de spin, sans puis après injection de produit de contraste. Pour la séquence dynamique, l'injection de gadolinium se fait en bolus. Il existe plusieurs types de séquences rapides, choisies en fonction de l'indication. Par exemple une séquence type *Flash 2D* permet d'obtenir une série de 11 coupes de 4 à 6 mm d'épaisseur toutes les minutes.

Les séquences pondérées en T2 sont peu utilisées. Elles peuvent mettre en évidence les lésions liquidiennes.

Des reconstructions en MIP (*maximum intensity projection*) sont parfois utiles, notamment pour différencier une prise de contraste tissulaire anormale d'un rehaussement vasculaire.

La détection de la prise de contraste peut être facilitée par des techniques comme la saturation de graisse ou la soustraction d'images. L'analyse de la prise de contraste est qualitative et quantitative. Pour étudier la dynamique de rehaussement de la zone d'intérêt choisie par l'opérateur, une courbe de rehaussement est construite par l'ordinateur. La précision de la zone d'intérêt est importante pour obtenir une courbe correcte.

Selon le principe de l'angiogenèse tumorale, une prise de contraste précoce est évocatrice d'une lésion maligne.

## 2. Résultats

### • Sein normal

En séquence pondérée T1, la graisse est hyperintense, alors que la glande et la fibrose sont hypo-intenses. Le tissu glandulaire se rehausse tardivement après injection (4 min), de façon variable en fonction du cycle.

### • Pathologie

Le point fort de l'IRM est son excellente sensibilité [36, 79].

Ainsi l'absence de prise de contraste 1 à 2 minutes après injection de gadolinium permet d'exclure une lésion maligne avec un taux de faux négatifs inférieur à 5 %.

Par contre la spécificité est moins bonne. Une prise de contraste dans les 2 premières minutes après injection, n'est pas synonyme de lésion maligne, puisqu'il existe 20 à 40 % de faux positifs. Ces faux positifs correspondent surtout à des mastoses proliférantes, à des fibroadénomes cellulaires ou à des ganglions.

Le comportement des lésions bénignes en séquence dynamique est fonction de leur composition vasculaire et hydrique, ainsi les fibromes scléreux et hyalins ne se rehaussent pas, tandis que les fibroadénomes jeunes et vasculaires se rehaussent précocement.

Les lésions malignes sont classiquement mal limitées et spiculées.

La prise de contraste est précoce, souvent concomitante avec l'opacification des vaisseaux. Le plateau se situe entre une minute trente et deux minutes après injection de gadolinium.

La prise de contraste annulaire correspond à l'angiogenèse autour de la nécrose tumorale. Une prise de contraste linéaire apparaît plus spécifique qu'une prise de contraste nodulaire [27].

Les faux négatifs correspondent aux cancers qui ne se rehaussent pas précocement (carcinomes lobulaires, tubulaires...), aux petites lésions et aux microcalcifications.

Une des limites de l'IRM est son incapacité actuelle à visualiser de façon satisfaisante les microcalcifications.

### 3. Indications

Actuellement l'IRM est un examen de troisième intention, réservé aux problèmes diagnostiques difficiles.

La principale indication est *la recherche de récurrence locale* chez les patientes traitées et suivies pour cancer du sein, dont le bilan clinique et radiologique n'est pas concluant. Plusieurs équipes ont montré l'excellente sensibilité et spécificité de l'IRM dans le diagnostic des récidives locales, passé un délai de 12 à 18 mois [16, 25]. Les remaniements inflammatoires 6 mois après un traitement chirurgical, et 18 mois après une radiothérapie rendent difficile l'interprétation d'une prise de contraste avant ces dates.

Devant *une masse palpable* qui n'est pas caractérisée par l'examen clinique, radiologique et échographique et dont la cytologie n'est pas concluante, l'IRM permet d'éliminer une lésion maligne [79].

L'IRM permet *d'évaluer la chimiothérapie préopératoire* dans les volumineuses lésions qui seront ensuite traitées par chirurgie conservatrice ou radiologie exclusive [26, 34].

#### *Les prothèses mammaires*

L'IRM a l'avantage de pouvoir étudier les plans postérieurs de l'implant et la structure interne de la prothèse. Sa fiabilité est bonne et elle est très utilisée aux États-Unis pour la détection de rupture capsulaire. [10, 79].

En France, en raison de son coût, elle est plutôt utilisée dans les cas difficiles, après une mammographie numérisée et une échographie.

### 4. Perspectives

#### *Les tumeurs non palpables*

Les campagnes de dépistage conduisent à la découverte croissante de lésions mammaires non palpables, qui nécessitent un contrôle histologique après repérage radiologique, échographique ou par biopsie chirurgicale. L'IRM peut être proposée pour guider la décision en cas d'incertitude du couple mammographie-échographie, et pour limiter le nombre de biopsies [26].

#### *La recherche de multifocalité dans le bilan préopératoire des cancers du sein*

Cette indication semble intéressante car la multifocalité est un facteur de risque de récidives loco-régionales. Mais la faible spécificité de l'IRM rend nécessaire un contrôle histologique des prises de contraste douteuses.

#### *IRM interventionnelle*

Le développement d'IRM ouverte, de tables dédiées et de matériel de ponction adapté permet de réaliser des ponctions et des biopsies stéréotaxiques sous contrôle IRM [22]. Ces gestes à visée diagnostique et

thérapeutique, qui nécessitent actuellement un temps machine rédhibitoire, sont en cours d'évaluation.

## OBSTÉTRIQUE

### A. Exploration par résonance magnétique

L'IRM, non irradiante, peut être effectuée chez la femme enceinte. Elle peut compléter l'échographie pour l'étude du fœtus et du placenta et permet aussi d'explorer une masse pelvienne chez la mère.

La pelvimétrie peut être réalisée par cette technique.

#### 1. *Technique*

L'IRM est un examen de choix pour l'étude du fœtus étant donné sa très bonne résolution en contraste, l'absence d'irradiation et la possibilité d'étudier le fœtus dans tous les plans de l'espace. Ses limites sont surtout représentées par une résolution spatiale moindre comparée à la période postnatale, et par les artefacts liés aux mouvements du fœtus et à la respiration de la mère.

Pour limiter les mouvements fœtaux, une prémédication maternelle par benzodiazépines peut être effectuée. Cependant, avec les méthodes actuelles (images Haste, séquences pondérées T2), les problèmes dus à l'environnement du fœtus sont pratiquement résolus. Les indications d'IRM fœtale sont donc actuellement larges et ne sont plus limitées aux cas qui nécessitaient une ponction de sang fœtal à but diagnostique suivie d'une curarisation pour pratiquer l'IRM.

La durée de l'examen est d'environ 30 minutes. Les séquences réalisées en pondération T1 et T2 doivent être les plus courtes possibles. L'utilisation de gadolinium est théoriquement interdite pendant la grossesse.

#### 2. *Pathologie maternelle*

L'exploration échographique d'une masse pelvienne pendant la grossesse peut être délicate. L'IRM réalisée en deuxième intention permet d'approcher le diagnostic lésionnel. Elle est indiquée si la masse est suspecte ou douteuse, ou si elle persiste sur un contrôle échographique au deuxième trimestre. Elle semble améliorer le diagnostic de nature dans 50 % des cas [43]. C'est en fonction de la nature de la masse que la chirurgie pourra être différée après l'accouchement.

Les myomes utérins peuvent augmenter de taille pendant la grossesse et devenir douloureux, surtout en cas de nécrobiose. Le fibrome apparaît

alors avec une zone centrale nécrotique à paroi épaisse en hypersignal T2, et en hypersignal (hémorragie) ou hyposignal (liquide) en T1.

Le bilan lésionnel des affections d'origine trophoblastique peut être précisé par résonance magnétique.

L'IRM peut aider à préciser la localisation placentaire par rapport au col, quand l'échographie est insuffisante, en particulier dans les localisations postérieures.

### 3. *Pathologie fœtale* [8]

L'IRM est toujours réalisée en deuxième intention après une échographie douteuse, réalisée par un opérateur expert. La première indication est représentée par la pathologie cérébrale. La seconde comprend les anomalies des étages thoraciques et abdominaux.

#### 3a. *Pathologie cérébrale* [17, 24, 28-31, 48, 69]

La détection d'une anomalie cérébrale impose la connaissance de l'anatomie changeante du fœtus dépendant de la maturation cérébrale.

##### **Indications**

La dilatation ventriculaire est le signe d'appel prédominant (36 % dans notre expérience). Les autres indications comprennent : le bilan d'une maladie familiale ou de malformations familiales, un retard de croissance intra-utérin avec microcéphalie, ou une suspicion de malformation cérébrale.

##### **Résultats**

Dans notre série (246 IRM fœtales), les **malformations** représentent un tiers des résultats. Elles sont dominées par l'agénésie du corps calleux, en sachant qu'il est difficile d'analyser la malformation en totalité. Les autres malformations sont les anomalies de la diverticulation (holoprosencéphalie), les kystes de la fosse postérieure (Dandy-Walker et variantes, en sachant qu'une hydrocéphalie n'est pas forcément présente même si le kyste est non communicant), et les troubles de l'histogenèse : dans notre expérience, les micropolygyries sont d'origine destructive, diagnostiquées précocement dès 24 semaines sur des signes indirects tels que la perte du signal normal du cortex et l'absence de couche intermédiaire correspondant aux cellules migrantes d'origine gliale.

Les hétérotopies (périvericulaires) et la microencéphalie *vera* (difficile car l'aspect du cerveau peut être normal) sont d'autres malformations qui peuvent être détectables en IRM.

##### **Les lésions destructives** (un tiers)

- L'ischémie est rare.
- La détection d'une hémorragie est facile quand il existe un hypersignal en T1, plus difficile quand le seul signe est une irrégularité de la zone germinative.

- L'atteinte de la substance blanche. Elle se manifeste dans les grossesses jeunes, par une perte de la visibilité de la couche intermédiaire (22-28 semaines de grossesse), par une perte du signal normal de la zone germinative, et parfois par une perte de signal normal du ruban cortical (signant une atteinte du cortex).

**Les lésions tumorales** sont rares. Elles sont dominées par les tératomes de la ligne médiane (base, lobes frontaux).

**Les lésions indéterminées.** Ce sont les lésions d'étiologie inconnue. Il s'agit surtout des dilatations ventriculaires dont le cerveau n'est pas vérifié (en post, ou prénatal si une interruption est effectuée).

### *3b. Pathologie thoraco-abdominale*

L'IRM fœtale permet par exemple de faire le bilan précis d'une hernie diaphragmatique [41], de défauts pariétaux. Elle permet de localiser et d'apprécier la nature d'un processus tumoral.

## **B. Pelvimétrie**

La pelvimétrie est un examen qui concerne environ 10 % des accouchements en France. La technique idéale est celle qui permettrait d'obtenir simplement des mesures précises, sans irradiation, pour un coût minimal. Cette technique n'existe pas à l'heure actuelle.

Trois techniques radiologiques sont disponibles : la pelvimétrie conventionnelle de référence, la pelvimétrie par tomodensitométrie, de plus en plus utilisée, et la résonance magnétique qui représente probablement la technique d'avenir.

### ***Pelvimétrie par tomodensitométrie***

#### *Technique*

La méthode la plus utilisée est la méthode de Buthiau présentée en 1987 [14]. Elle nécessite un mode radio de profil, et deux coupes axiales, l'une perpendiculaire au détroit supérieur pour l'étude du diamètre transverse médian, l'autre passant par les épines sciatiques pour la mesure du diamètre bisciatique.

La méthode de Federlé [21] mesure le diamètre transverse maximum grâce à un mode radio de face, et le diamètre promonto-rétropubien (PRP) grâce à un mode radio de profil. Le diamètre bisciatique est obtenu en réalisant une coupe axiale passant par la fossette des ligaments ronds, à partir du mode radio de face.

L'examen dure environ 10 minutes pour la patiente et 20 minutes pour le radiologue. La patiente est installée en décubitus dorsal. Un coussin est placé sous les lombes pour s'approcher de la position de Thoms. Le positionne-

ment méticuleux de la patiente au centre de l'anneau est le temps le plus important de l'examen.

*Interprétation et résultats*

Les mesures sont prises directement sur l'écran avec un curseur. Il n'existe pas de facteur de correction et il n'est donc pas nécessaire d'utiliser une règle isométrique. Si les critères de qualité sont respectés, les valeurs sont mesurées au millimètre près, et il semble que les mesures soient plus précises par rapport à la technique conventionnelle.

Le tableau n°IV rappelle les valeurs normales des principales valeurs mesurées.

*Tableau IV  
Valeurs normales des principales valeurs mesurées*

	Mesures obtenues par	Moyenne normale	Risque de dystocie
diamètre PRP	mode radio de profil	105 mm	< 100 mm
diamètre transverse médian	coupe transversale placée sur le mode radio de profil, perpendiculaire au milieu de la ligne PRP	130 mm	< 100 mm
diamètre bi-sciatique	coupe transversale horizontale placée sur le mode radio de profil, passant par les épines sciatiques ou par le bord inférieur du premier tiers de la tête fémorale	110 mm	< 100 mm
contenu utérin	mode radio de face		

Les indices de Magnin et de Mengert peuvent être calculés à partir de l'exploration tomодensitométrique.

La morphologie du bassin peut être appréciée sur le mode radio de face.

L'étude du contenu utérin ne peut être réalisée qu'à partir d'un mode radio de face abdomino-pelvien.

*Irradiation*

L'irradiation fœtale, lors d'une pelvimétrie conventionnelle, peut être majorée par le manque d'expérience et par une sensibilisation quelquefois insuffisante aux problèmes de radioprotection. L'utilisation de système

numérique (radiologie numérisée ou digitale) permet souvent d'être moins irradiant (le traitement de l'image peut éviter de refaire des clichés).

La pelvimétrie par scanner est moins irradiante que la technique conventionnelle. Certains auteurs notent une irradiation égale au quart de la dose reçue par rapport à la radiologie conventionnelle [4].

La faible irradiation est liée à la collimation du faisceau de rayons X, au faible rayonnement diffusé et à l'emploi de constantes les moins irradiantes.

### ***Pelvimétrie par résonance magnétique***

L'IRM a l'avantage de n'être pas du tout irradiante. La technique est simple, il n'est pas nécessaire de centrer rigoureusement la patiente comme au scanner.

Les paramètres étudiés sont les mêmes qu'avec les autres techniques et la précision des mesures est satisfaisante [77, 78]. Les acquisitions réalisées permettent de visualiser le col et le placenta.

Les avantages et les inconvénients des différentes techniques sont présentés dans le tableau suivant :

*Tableau V*  
*Avantages et inconvénients de la pelvimétrie*  
*en radiologie conventionnelle, en tomodensitométrie et en IRM*

	Avantages	Inconvénients
Conventionnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faible coût</li> <li>- disponibilité</li> <li>- habitude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inconfort</li> <li>- lecture parfois malaisée</li> <li>- nécessité d'une correction des valeurs mesurées (utilisation d'une règle isométrique)</li> </ul>
Scanner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction sensible de l'irradiation</li> <li>- fiabilité des mesures</li> <li>- confort pour la patiente</li> <li>- position en décubitus</li> <li>- visualisation des parties molles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nécessite un positionnement précis</li> <li>- étude du contenu utérin</li> </ul>
IRM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pas d'irradiation</li> <li>- précision équivalente au scanner</li> <li>- simple</li> <li>- visualisation des parties molles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- coût élevé</li> <li>- très faible disponibilité</li> </ul>

## CONCLUSION

En gynécologie comme en obstétrique, l'IRM et le scanner spiralé, réalisés après l'échographie ont prouvé leur utilité. Ces examens, de technologie radicalement différente, apportent des renseignements complémentaires. Ainsi leur indication doit être réfléchiée en fonction de chaque cas. Seule une collaboration étroite entre cliniciens et radiologues peut permettre d'apporter une utilisation optimale de ces techniques.

### *Résumé*

*L'imagerie gynécologique a bénéficié de nombreuses innovations technologiques ces dernières années. L'échographie reste l'examen de première intention, mais l'imagerie par résonance magnétique et le scanner, ont maintenant prouvé leur intérêt. Elles complètent utilement l'échographie parfois insuffisante ou douteuse.*

*L'IRM, technique non irradiante, permet grâce à son excellent contraste tissulaire, une étude anatomique précise. Dans le cadre des lésions utérines bénignes, elle dresse une cartographie des myomes, pose le diagnostic d'adénomyose et précise le type exact de malformation utérine. Dans l'endométriose, l'IRM est nettement supérieure au scanner et permet de visualiser des localisations ovariennes et extra ovariennes. L'exploration des prolapsus pelviens par résonance magnétique est en cours d'évaluation et semble prometteuse. En carcinologie, l'IRM est utile pour apprécier l'extension locale. Ses limites principales restent son coût élevé et sa faible disponibilité.*

*Le scanner, avec une bonne résolution spatiale, est irremplaçable pour la recherche de métastases, permettant une exploration thoracique, abdominale et pelvienne au cours du même examen. Pour le diagnostic de kyste dermoïde, le scanner a une fiabilité excellente.*

*Devant une suspicion d'anomalie cérébrale à l'échographie, l'IRM apporte des informations capitales pour la prise en charge obstétricale.*

*La principale indication de l'IRM du sein reste la surveillance des seins traités, quand il existe un doute mammographique et échographique.*

*La pelvimétrie par tomodensitométrie, grâce à sa fiabilité et à la faible irradiation, est une alternative intéressante de la pelvimétrie classique. La pelvimétrie par résonance magnétique, qui évite l'irradiation fœtale, est sans doute la technique d'avenir.*

*Devant la multiplicité des techniques d'imagerie, la collaboration entre gynécologues et radiologues paraît fondamentale pour une utilisation pertinente et bénéfique de ces techniques.*

**Bibliographie**

1. Ardaens Y, Robert Y, Rouanet JP, Maubon A, Coquen P. IRM en gynécologie. Masson, Paris, 1996.
2. Ascher SM, Arnold LL, Patt RH et al. Adenomyosis : prospective comparison of MR imaging and ultrasound sonography. *Radiology*, 1994; 190: 803-806.
3. Ascher SM, Johnson JC, Barnes WA, Bae CJ, Patt RH, Zeman RK. MR Imaging appearance of the uterus in postmenopausal women receiving Tamoxifen therapy for breast cancer: histopathologic correlation. *Radiology*, 1996; 200: 105-110.
4. Badr I, Thomas SM, Cotterill AD, Pettet A, Oduko JM, Fitzgerald M, Adam EJ. X Ray pelvimetry. Wich is the best technique? *Clinical Radiology*, 1997; 52: 136-141.
5. Bartoli JM, Moulin G, Delannoy L, Chagnaud C, Kasbarian M. The normal uterus on magnetic resonance imaging and variations associated with the hormonal state. *Surg Radiol Anat*, 1991; 13: 213-220.
6. Bartoli JM, Giraudeau CH, Chagnaud CH, Juhan V, Moulin G, Kasbarian M. Peut-on prévoir la non invasion du myomètre dans les cancers de l'endomètre? Valeur de l'IRM. *Rev Fr Gynecol Obstet*, 1998; 93: 41-43.
7. Bazot M, Ghossain MA, Buy JN et al. Fibrothecomas of the ovary. CT and US findings. *J Comput Assist Tomogr*, 1993; 17: 754-759.
8. Benson RC, Coletti PM, Platt LD, Ralls PW. MR imaging of fetal anomalies. *AJR*, 1991; 156: 1205-1207.
9. Blum A, Regent D. Scanner hélicoïdal, principes et modalités pratiques d'utilisation. Masson, Paris, 1995.
10. Brem RF, Tempany CM, Zerhouni EA. MR detection of breast implant rupture. *J Comput Assist Tomogr*, 1992; 16: 157-159.
11. Buy JN, Moss AA, Ghossain MA et al. Peritoneal implants from ovarian tumors: CT findings. *Radiology*, 1988; 169: 691-694.
12. Buy JN, Ghossain MA, Moss AA, Bazot M, Doucet M, Hugol D, Truc JB, Poitout P, Ecoiffier J. Cystic Teratoma of the ovary : CT detection. *Radiology*, 1989; 171: 697-701.
13. Buy JN, Ghossain MA, Sciot C, Bazot M, Guinet C, Prevot S, Hugol D, Laromiguiere M, Truc JB, Poitout P, Vadrot D, Ecoiffier J. Epithelial tumors of the ovary : CT findings and correlation with US. *Radiology*, 1991; 178: 811-819.
14. Camus M, Buthiau D, Vauthier D, Heirtz F, Darbois Y. Pelvimétrie par tomodensitométrie. *J Gynécol Biol Reprod*, 1987; 16: 327-335.
15. Cho KS, Kim YM, Mun CW, Kim ST, Auh YH, Mattrey RF. Endovaginal surface coil MR imaging of uterine cervical carcinoma : comparison with conventional body coil MR imaging. *Radiology*, 1995; 197: 321.
16. Dao T, Ramouni A, Campana F, Laurent M, Asselain B, Fourquet A. Tumor recurrence versus fibrosis in the irradiated breast : differentiation with dynamic Gadolinium-enhanced imaging. *Radiology*, 1993; 187: 751-756.
17. D'Ercole C, Girard N, Boubli L, Potier A, Chagnon C, Raybaud C, Blanc B. Prenatal diagnosis of fetal cerebral abnormalities by ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 1993; 50: 177-184.
18. DeSouza NM, Scoones D, Krausz T, Gilderdate DJ, Soutter W. Use of an intravaginal coil for MR images of stage I carcinoma of the cervix : correlation of imaging and pathological findings. *Radiology*, 1995; 197: 321.
19. Ellis JH, Francis IR, Rhodes M, Kane NM, Fechner K. CT findings in tuboovarian abscess. *J Comput Assist Tomogr*, 1991; 15: 589-592.
20. Fedele L, Dorta M, Brioschi D et al. Magnetic resonance imaging of unicornuate uterus. *Actu Obstet Gynecol Scand*, 1990; 69: 511-513.
21. Federle MP, Cohen HA, Rosen-Wein MF, Brant-Zawadzki MN, Cann CE. *Radiology*, 1982; 143: 733-735.
22. Fischer V, Vossenrich R, Doler W. MR imaging-guided breast intervention : experience with two systems. *Radiology*, 1995; 195: 533-538.
23. Ghossain M, Buy JN, Lignierres C,

- Bazot Marc, Hassen K, Malbec L, Hugol D, Truc JB, Decroix Y, Poitout P, Vadrot D. Epithelial tumors of the ovary: comparison of MR with CT findings. *Radiology*, 1991; 181; 863-870.
24. Gilles FH, Shankle W, Dooling EC. Myelinated tracts: growth patterns. In: Gilles FH, Leviton A, Dooling EC, eds. *The developing human brain growth and epidemiologic neuropathology*. Boston, John Wright PSG Inc; 1983; 117-183.
25. Gilles R, Guinebretiere JM, Shapeero L et al. Assessment of breast cancer recurrences with contrast-enhanced subtraction MR imaging : preliminary results in 26 patients. *Radiology*, 1993; 188: 473-478.
26. Gilles R, Guinebretiere JM, Lucidarme O, Cluzel Ph, Janaud G, Finet JF, Tardivon A, Masselot J, Vanel D. Nonpalpable breast tumors : diagnosis with contrast-enhanced subtraction dynamic MR imaging. *Radiology*, 1994; 191: 625-631.
27. Gilles R, Zafrani B, Guinebretiere JM, Meunier M, Lucidarme O, Tardivon A, Rochard F, Vanel D, Neuenschawander S, Arriagada R. Ductal carcinoma in situ : MR imaging-histopathologic correlation. *Radiology*, 1995; 196: 415-419.
28. Girard N, Raybaud C. In vivo MRI of fetal brain cellular migration. *J Comput Assist Tomogr*, 1992; 16: 265-267.
29. Girard N, Raybaud C, D'Ercole C et al. In vivo MR imaging of the fetal brain. *Neuroradiology*, 1993; 35: 434-436.
30. Girard N, Raybaud C, Poncet M. In vivo MR study of brain maturation in normal fetuses. *Am J Neuroradiol*, 1995; 16: 407-413.
31. Girard N, Raybaud C. Imagerie cérébrale par résonance magnétique nucléaire pendant la période prénatale. *Arch Pediatr*, 1998; 5: 171-174.
32. Goodrich MA, Webb MJ, King BF, Bampton AEH, Campeau NG, Riederer SE. Magnetic resonance imaging of pelvic floor relaxation: dynamic analysis and evaluation of patients before and after surgical repair. *Obstet Gynecol*, 1993; 82: 883-891.
33. Ha HK, Lim GY, Cha ES, Lee HG, Ro HJ, Kim HS, Kim HH, Joo SW, Jee MK. MR imaging of tubo-ovarian abscess. *Acta Radiol*, 1995; 36: 510-514.
34. Harms S, Hampe D, Ellison R, Flamig D. Evaluation of reponse to non surgical therapy with breast MR imaging. *Radiology*, 1994; 193: 122.
35. Healy JC, Halligan S, Rezneck RH, Watson S, Phillips R, Armstrong P. Patterns of prolapse in women with symptoms of pelvic floor weakness : assesment with RM Imaging. *Radiology*, 1997; 203: 77-81
36. Heywang-Köebrunner S. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging of the breast. *Invest Radiol*, 1994; 29: 94-104.
37. Hjartardottir S, Nilsson J, Petersen C, Lingman G. The female pelvic floor: a dome not a basin. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 1997; 76: 567-571.
38. Hricak H, Lacey C, Sandles L, Chang Y, Winkler M, Stern J. Invasive cervical carcinoma: comparison of MR imaging and surgical findings. *Radiology*, 1988; 166: 623-631.
39. Hricak H, Hamm B, Semelka RC, Cann CE, Nauert T, Secaf E, Stern JL, Wolk KJ. Carcinoma of the uterus : use of gadopentate dimeglumine in MR staging. *Radiology*, 1991; 181: 95-106.
40. Hricak H, Powell CB, Yu KK et al. Invasive cervical carcinoma: role of MR imaging in pretreatment work-up. Cost minimization and diagnostic efficacy analysis. *Radiology*, 1996; 198: 403-409.
41. Hubbard AM, Adzick NS, Crombleholme TM, Haselgrovvve JC. Left-sided congenital diaphragmatic hernia: value of prenatal MR imaging in preparation for fetal surgery. *Radiology*, 1997; 203:636-640.
42. Ito K, Matsumoto T, Nekada T, Nakanishi T, Fujita N, Yamashita H. Assessing myometrial invasion by endometrial carcinoma with dynamic MRI. *J Comput Assist Tomogr*, 1994; 18: 77-86.
43. Kier R, MCCarty SM, Scoult LM, Viscarello RR, Schwartz PE. Pelvic masses in pregnancy : MR imaging. *Radiology*, 1990; 176: 709-713.
44. Kim S, Choi B, Lee H, Kang S, Choi M, Han M, Kim C. Uterine cervical carcinoma : comparison of CT and IRM findings. *Radiology*, 1990; 175: 45-51.
45. Kim S, Choi B, Han JK, Kim HD, Lee HP, Kang SB, Lee JY, Han MC. Preoperative staging of uterine cervical carcinoma : comparison of CT and MRI in 99 patients. *J Comput Assist Tomogr*, 1993; 17: 633-640.

46. Kim SM, Kim SC, Choi BI, Han MC. Uterine cervical carcinoma: evaluation of pelvic lymph node metastasis with MR imaging. *Radiology*, 1994; 190: 807-811.
47. Laing FC, Van Dalsem VF, Marks WM, Barton JL, Martinez DA. Dermoide cysts of the ovary : their ultrasonographic appearances. *Obstet Gynecol*, 1981; 57: 99-104.
48. Larroche JC. Development of the central nervous system. In : Larroche JC, ed. *Developmental pathology of the neonate*. Amsterdam, Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 1977: 319-353.
49. Lee J. The role of MR imaging in staging of cervical carcinoma. *Radiology*, 1988; 166: 895-896.
50. Lien HH, Blomlie V, Trope C, Kaern J, Abeler VM. Cancer of the endometrium : value of IRM imaging in determining the depth of invasion into the myometrium. *AJR*, 1991; 157: 1221-1223.
51. Maubon A, Ferru JM, Courtieu C, Mares P, Rouanet JP. Les malformations gynécologiques. Classifications et apport des différentes méthodes d'imagerie. *J Radiol*, 1996; 77: 465-475.
52. McCarthy S. Magnetic resonance imaging of the normal female pelvis. *Radiol. Clin. North Am*, 1992; 30: 769-775.
53. Mintz MC, Thickman DI, Gussman D et al. MR evaluation of uterine anomalies. *AJR*, 1987; 148: 287-290.
54. Murakami T, Nakamura H, Tsuda K, Miyake A, Tomoda K, Hori S, Kozuka T. Cervical invasion of endometrial carcinoma evaluation by parasagittal MR imaging. *Acta Radiol*, 1995; 36: 248-253.
55. Nelson RC, Chezmar JL, hoel MJ. Peritoneal carcinomatosis : preoperative CT with intraperitoneal contrast material. *Radiology*, 1992; 82: 133-138.
56. Outwater EK, Dunton CJ. Imaging of the ovary and adnexa : clinical issues and applications of MR Imaging. *Radiology*, 1995; 194: 1-18.
57. Pellerito J, MCarthy S, Boyle M, Glickman G, Decherney A. Diagnosis of utrine anomalies: relative accuracy of MR imaging, endovaginal sonography and hysterosalpingography. *Radiology*, 1992; 183: 785-800.
58. Posniak H, Olson M, Dudiak C, Cas-telli M, Dolan J, Wisniewski R, Isaacs J, Sharma S, Bychkov V. MR imaging of uterine carcinoma : correlation with clinical and pathologic findings. *Radiographics*, 1990; 10: 15-27.
59. Reinhold C, McCarthy S, Bret PM, Mehio A, Atri M, Zakarian R, Glaude Y, Liang L, Seymour RJ. Diffuse adenomyosis: comparison of endovaginal US and MR imaging with histopathologic correlation. *Radiology*, 1996; 199: 151-158.
60. Reuter KL, Daly DC, Cohen SM. Septate versus bicornuate uteri: errors in imaging diagnosis. *Radiology*, 1989; 172: 749-752.
61. Reuter KL, Griffin T, Hunter RE. Comparison of abdominopelvic computed tomography results and findings at second-look laparotomy in ovarian carcinoma patients. *Cancer*, 1989; 63: 1123-1128.
62. Roy C, Filippi de la Palavesa MM, Gangi A. Tomodensitométrie du pelvis. *Mason, Paris*, 1998.
63. Saadate-Arab M, Troufléau Ph, Stinés J, Netter E, Rauch P, Régent D, Boissel P. Place actuelle de l'examen tomodensitométrique dans la détection des lésions de carcinose péritonéale. *J Radiol*, 1997; 78: 1265-1269.
64. Scheidler J, Heuck AF, Steinborn M, Kimmig R, Reisser MF. Parametrial invasion in cervical carcinoma: evaluation of detection at MR imaging with fat suppression. *Radiology*, 1998; 206: 125-129.
65. Seki H, Azumi R, Kimura M, Sakai K. Stromal invasion by carcinoma of the cervix: assessment with dynamic MR imaging. *AJR*, 1997; 168: 1579-1585.
66. Sironi S, Colombo E, Villa G et al. Myometrial invasion by endometrial carcinoma: assessment with plain and gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology*, 1992; 185: 207-212.
67. Sironi S, Cobelli F, Scarfone G, Colombo E, Bolis G, Ferrari A, Delmaschio A. Carcinoma of the cervix: value of plain and gadolinium-enhanced MR Imaging in assessing degree of invasiveness. *Radiology*, 1993; 188: 797-801.
68. Subak LL, Hricak H, Powell CB, Azizi L, Stern JL. Cervical carcinoma: computed tomography and magnetic resonance imaging for preoperative staging. *Obstetrics*

and gynecology, 1995; 86: 43-49.

69. Sugahara TT, Korogi Y, Hirai TT et al. Comparison of Haste and segmented-HASTE sequences with a T2-weighted fast spin-echo sequence in the screening evaluation of the brain. *AJR*, 1997; 169: 1401-1410.

70. Takahashi S, Murakami T, Narumi Y, Kurachi H, Tsuda K, Kim T, Enomoto T, Tomoda K, Miyake A, Murata Y, Nakamura H. Preoperative staging of endometrial carcinoma: diagnostic effect of T2-weighted fast spin-echo MR Imaging. *Radiology*, 1998; 206: 539-547.

71. Togashi K, Nishimura K, Itoh K, Fujisawa I, Asato R, Nakano Y, Itoh H, Torizuka K, Ozasa H, Mori T. Uterine cervical cancer: assessment with high-field MR imaging. *Radiology*, 1986; 160: 434-435.

72. Togashi K, Nishimura K, Itoh K, Fujisawa I, Nakano Y, Torizuka K, Osaka H, Ohshima M. Vaginal agenesis: classification by RM Imaging. *Radiology*, 1987; 162: 675-677.

73. Togashi K, Ozasa H, Konishi I et al. Enlarged uterus : differentiation between adenomyosis and leiomyoma with MR imaging. *Radiology*, 1989; 171: 531-534.

74. Togashi K, Nishimura K, Sagoh T, Minami S, Noma S, Fujisawa I, Nakano Y, Konishi J, Ozasa H, Konishi I, Mori T. Carcinoma of the cervix: staging with MR imaging. *Radiology*, 1989; 171: 245-251.

75. Togashi K, Nishimura K, Kimura I, Tsuda Y, Yamashita K, Shibata T, Nakano Y, Konishi J, Konishi I, Takahide M. Endometrial cysts : diagnosis with MR Imaging. *Radiology*, 1991; 180: 73-78.

76. Troiano RN, Lazzarini KM, Scoutt LM,

Lange RC, Flynn SD, McCarthy S. Fibroma and fibrothecoma of the ovary : MR imaging findings. *Radiology*, 1997; 204: 795-798.

77. Tukeva TA, Aronen HJ, Karjalainen PT, Makela PJ. Low-field MRI pelvimetry. *European Radiology*, 1997; 7: 230-234.

78. Van Loon AJ, Mantingh A, Thjn CJ, Mooyart EL. Pelvimetry by magnetic resonance imaging in breech presentation. *Am J Obstet Gynecol*, 1990; 163: 1256-1260.

79. Weinreb J, Newstead G. MR imaging of the breast. *Radiology*, 1995; 196: 593-610.

80. Yamashita Y, Takahashi M, Sawada T, Miyazaki K, Okamura. Carcinoma of the cervix: dynamic MR imaging. *Radiology*, 1992; 182: 643-648.

81. Yamashita Y, Harada M, Sawada T, Takahashi M, Miyazaki K, Okamura H. Normal uterus and FIGO stage I endometrial carcinoma : dynamic gadolinium enhanced MR imaging. *Radiology*, 1993; 186: 495-501.

82. Yamashita Y, Mizutani H, Torashima M, Takahashi M, Miyazaki, Okamura H, Ushijima H, Ohtake, Tokunaga T. Assessment of myometrial invasion by endometrial carcinoma : transvaginal sonography vs contrast-enhanced MR imaging. *AJR*, 1993; 161: 595-599.

83. Yang A, Mostwin JL, Rosenhein NB, Zerhouni EA. Pelvic floor descent in women: dynamic evaluation with fast MR imaging and cinematic display. *Radiology*, 1991; 179: 25-33.

84. Yazigi R, Cohen G, Munoz AK. Magnetic resonance imaging determination of myometrial invasion in endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol*, 1989; 34: 94-97.