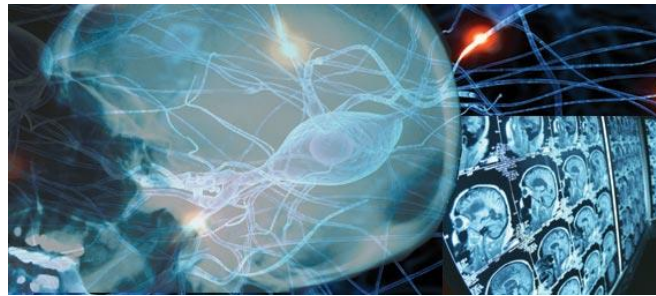


République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Constantine 03 SALAH BOUBNIDER - Algérie
Faculté de médecine
Département de médecine
Cours destinés aux étudiants en 3^{ème} année



Unité d'enseignement intégrée 2 : Radiologie



- I. Imagerie cérébrale en urgence (DR HE. BENMAMAR)
- II. Imagerie ostéo-articulaire (DR A. ACHEUK-YOUCF)

Imagerie ostéo-articulaire

PLAN

- I. Introduction
- II. Rappel
- III. Examens d'imagerie
Avantages/limites/indications
- IV. Sémiologie élémentaire
 - Sémiologie osseuse
 - Sémiologie articulaire
- V. Principales pathologies

Objectifs pédagogiques du cours :

- Connaître les différents examens radiologiques en pathologie ostéo-articulaire : radiographies, échographie, TDM, IRM, scintigraphie et tomoscintigraphies, TEP.
- Connaître les avantages et les limites de chaque technique
- Connaître les indications et les contre-indications
- Argumenter et hiérarchiser l'apport des principales techniques d'imagerie
- Evaluer le bénéfice, le risque et le coût
- Savoir reconnaître les signes fondamentaux de l'imagerie de l'appareil locomoteur :
 - Une fracture/une luxation
 - Une anomalie de l'interligne articulaire
 - Un syndrome tumoral
 - Une augmentation/diminution de densité en radiographie/TDM,
 - Une anomalie de l'os médullaire.



I. Introduction

Le diagnostic des pathologies de l'appareil locomoteur fait appel à plusieurs techniques d'imagerie : radiographies standards (examen de première intention), la TDM, l'IRM et l'échographie.

La confrontation des données radiologiques avec les données épidémiologiques ; cliniques et biologiques permet de décider de la meilleure stratégie diagnostique et thérapeutique.

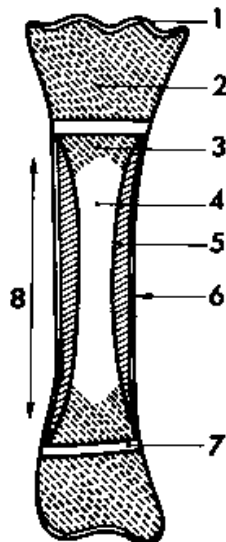
II. Rappel

1) TISSU OSSEUX

- Le tissu osseux est un tissu vivant en perpétuel remaniement.
- A l'état normal l'ostéo-formation (effet des ostéoblastes) et la résorption osseuse (effet des ostéoclastes) s'équilibrent

2) ARCHITECTURE OSSEUSE

a) Os longs



Os long chez un adolescent

1. cartilage artéculaire ;
2. épiphyse ;
3. métaphyse ;
4. canal médullaire ;
5. os compact ;
6. périoste ;
7. cartilage de conjugaison ;
8. diaphyse

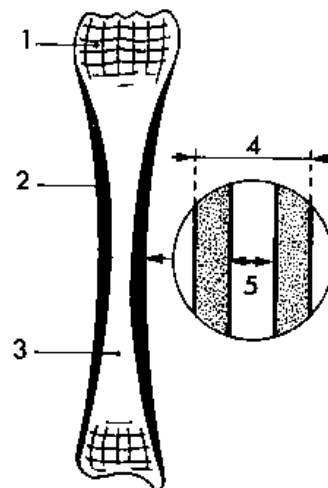
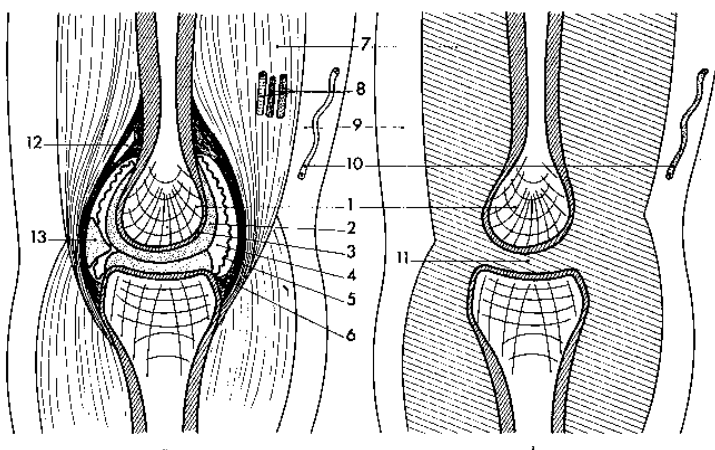


Schéma radiologique os long adulte

1. tissu spongieux ;
 2. corticale diaphysaire ;
 3. médullaire ;
 4. D : diamètre de la diaphyse ;
 5. M : diamètre du canal médullaire.
- index cortico-médullaire : $D-M / D =$

b) Os courts et os plats : tissu spongieux + corticale compacte

c) Articulations



- 1-épiphyse ,
2. cartilage artéculaire ,
3. lame ou plaque osseuse sous-chondrale
4. cavité artéculaire ;
5. membrane synoviale
6. capsule et ligament artéculaire ;
7. Muscle
8. pédicule vasculo-nerveux ;
9. graisse sous-cutanée ;
10. veine sous-cutanée
11. interligne artéculaire ;
12. bourse séreuse péri-artéculaire ;
13. ménisque

a) Schéma anatomique b) Image radiologique correspondante

III. Examens d'imagerie : Avantages/limites/indications

1) RADIOGRAPHIES STANDARDS

Indications

Toujours réalisées en première intention dans toutes les affections de l'appareil locomoteur

Une exception notable est le patient polytraumatisé pour laquelle une TDM sera réalisée en première intention

L'aspect des lésions peut :

- soit être pathognomonique assurant un diagnostic formel qui clôt le bilan
- soit nécessiter la réalisation d'un examen complémentaire et le plus souvent une imagerie en coupes, à la recherche d'autres arguments diagnostiques.

Incidences

Au moins 2 Incidences orthogonales (face/profil) : bien localiser la lésion

Radiographie des deux articulations paires et symétriques pour pouvoir faire une comparaison avec le coté sain

Autres

Articulation	Clichés à demander	Éventuellement
Épaule	<ul style="list-style-type: none"> • 2 épaules de face en rotation indifférente + clichés en rotations interne et externe • profil de coiffe des 2 épaules 	
Coude	2 coudes face et profil	
Mains	2 mains de face sur la même plaque	cliché recentré sur les poignets
Rachis cervical	face + profil (mais la face a peu d'intérêt) Les clichés de 3/4 ne sont pas indiqués en première intention.	cliché de face centré sur C1-C2, bouche ouverte
Rachis dorsal	face + profil	
Rachis lombaire	face + profil debout Les clichés de 3/4 ne sont pas indiqués en première intention.	cliché centré sur la charnière lombo-sacrée
Sacro-iliaque	cliché de face, centré, en compression	
Hanche	bassin de face (pieds en rotation interne pour dérouler les cols fémoraux en « effaçant » leur antéversion) 2 hanches de profil médical couché	Le faux profil de Lequesne permet de voir un pincement discret, invisible sur le cliché de face en cas de coxarthrose postérieure débutante.
Genou	2 genoux de face debout + profil couché, genou fléchi à 30° Défilés fémoro-patellaires des 2 genoux à 30° de flexion (± 60°, 90°)	Le cliché genou de face, en charge, fléchi à 30° (« schuss ») permet une meilleure analyse de l'interligne dans des formes débutantes d'arthrose.
Cheville	2 tibio-tarsiennes de face en charge 2 pieds de profil en charge	
Pied	2 avant-pieds de face 2 pieds de profil en charge	Déroulé des 2 pieds (cliché de ¾) : dégage mieux les métatarsiens.

ORDONNANCE DE PREMIERE INTENTION SELON LA REGION ARTICULAIRE A EXPLORER

Aspect radiologique normal

- Radio-transparent (gris) : périoste, cartilage, graisse, parties molles
- Radio-opaque :
 - os compact de la corticale : blanc très dense
 - travées médullaires de l'os spongieux : densité inférieure à l'os cortical



ASPECT COMPARATIF D'UNE ARTICULATION (GENOU) EN RADIOGRAPHIE (A), COUPE FRONTALE TDM (B) ET COUPE FRONTALE IRM EN PONDERATION T1 (C).

L'os cortical (flèche blanche) apparaît blanc en radiographie et TDM mais noir en IRM. La moelle osseuse (astérisque) est analysable en IRM. En radiographie et TDM, c'est l'os spongieux « trabéculaire » qui est analysable. Seule la hauteur de l'interligne articulaire (crochet) est analysable en TDM et en radiographie. En revanche, l'IRM permet d'analyser les ménisques (têtes de flèche), les ligaments (flèches larges) et les cartilages (#).

Anomalies :

- Anomalies osseuses :

On peut détecter 3 types de modifications osseuses en radiographie

- position : luxation
- forme : fracture, tumeur
- densité/structure : augmentation (ostéocondensation/sclérose) ou diminution (déméralisation/ostéolyse)

- Anomalies des tissus musculo-squelettiques non calcifiés (tendons, ligaments, muscles, ménisques) :

- Les radiographies ne permettent pas de voir directement les anomalies des tissus mous non osseux tq une rupture ligamentaire
- Deux anomalies peuvent être décelées :
 - calcifications ou ossifications des tissus mous
 - épaissement des tissus mous (gonflement d'une articulation)

- Cas particulier du Cartilage :

- Les radiographies restent peu sensibles pour son analyse
- L'atteinte du cartilage est évaluée indirectement par l'étude de l'épaisseur de l'interligne : l'épaisseur diminue on parle de pincement

Pour une lecture méthodique des clichés radiographiques, il faut ainsi analyser:

- **Le contour osseux (la corticale est visible, le périoste est invisible)**
- **La trame osseuse: travées osseuses de l'os trabéculaire**
- **L'interligne articulaire: normalement limitée par l'os sous-chondral car le cartilage et toutes les autres structures intra-articulaires sont radio-transparents**
- **Les parties molles.**

Système EOS

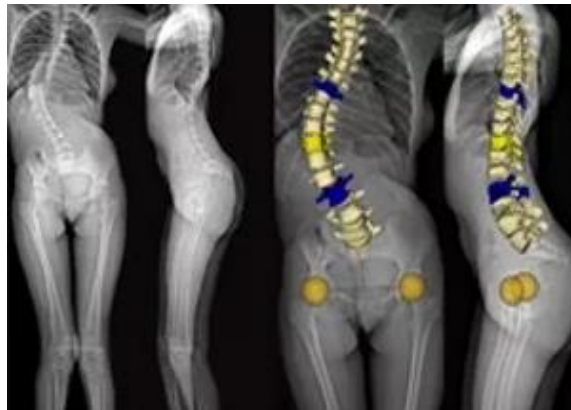
- Ce système est également fondé sur les rayons X, permet de réduire les doses délivrées de 50 à 80 %
- Particulièrement intéressant chez l'enfant.
- Donne deux images simultanées de face et de profil
- Permet de visualiser la totalité du rachis ou des membres inférieurs
- Permet de calculer différents angles (angle de Cobb pour scoliose, valgus ou varus d'un genou).

Arthrographie

- Cet examen consiste à injecter dans la cavité articulaire un produit de contraste radio-opaque qui viendra silhouetter les surfaces articulaires et l'ensemble des structures intra-articulaires en opacifiant la cavité articulaire.
- Permet de visualiser
 - les cartilages articulaires : diagnostic précoce d'arthrose
 - une lésion méniscale (pathologie méniscale du genou),
 - la synoviale (pathologie inflammatoire ou tumorale),
 - des corps étrangers intra-articulaires radio-transparents.
- Technique invasive ; ne peut être répétée
- Elle est souvent couplée à la tomодensitométrie (arthro-scanner).
- Elle permet un geste thérapeutique : infiltration, distension articulaire



Arthrographie de L'épaule



Système EOS

2) TDM

- Volumique ; reconstructions fines, 2D et 3D, Lecture en Double fenêtrage : os et PM
- **Avantages/Intérêt**
 - Excellent pour étudier la trame osseuse, la corticale
 - Analyse les Parties molles (mais < IRM)
 - Densité des lésions et matrice des tumeurs : grasseuse, tissulaire, calcifiée
 - Etude des vaisseaux et du rehaussement des lésions après injection de PC
- **Indications:**
 - Lésions infra radiologiques
 - Traumatismes +++
 - Pathologie infectieuse
 - Bilan d'extension des tumeurs
 - Doute diagnostic

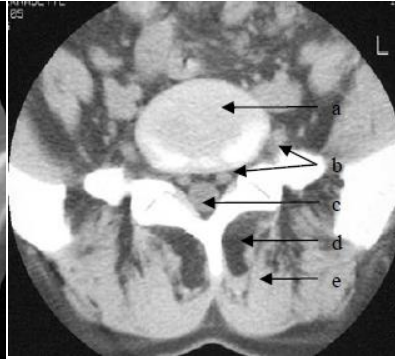
• **Arthroscanner :**

- Injection intra-articulaire de PCI +TDM avec reconstructions multiplanaires
- Analyse : Capsule ; Cartilage et fibro-cartilages, Tendons
- Recherche : corps étrangers



TDM du rachis lombosacré

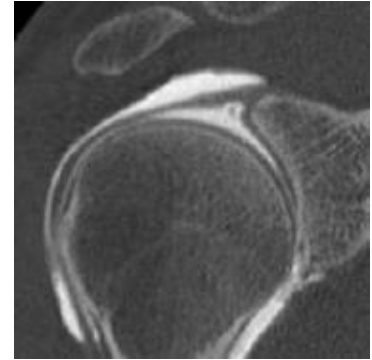
Fenêtre osseuse



TDM du rachis lombosacré

Fenêtre molle

- a-DIV b-racines nerveuses
- c- fourreau dural d- graisse
- e- muscle



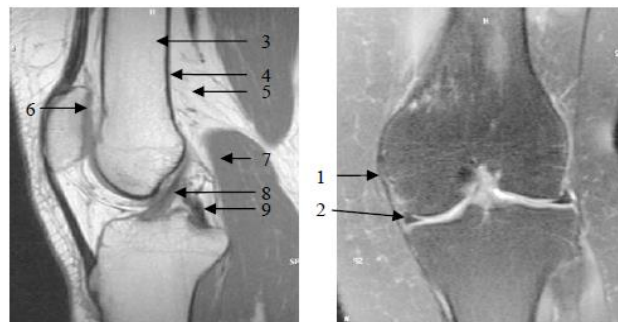
Arthroscanner de l'épaule

3) IRM

- Etude multiplanaire / T1, T2, suppression de graisse, +/- gado
- **Avantages :** Méthode de choix pour explorer :
 - os médullaire (MO) : recherche d'œdème ou d'infiltration tumorale
 - Parties molles : muscles ; tendons, ligaments
 - Fibrocartilages ; DIV
- **Indications**
 - Tumeurs
 - Infection osseuses
 - Dg précoce des rhumatismes, des arthroses
 - Lésions ligamentaires et tendineuses : épaule; genou
- **Signal osseux normal**
 - Corticale : Hypo T1 / hypo T2 (mieux analysable en radiographie)
 - (Ligaments, tendons, ménisques) : hyposignal
 - Spongieux (adulte = graisse) : Hyper T1 / Hyper T2 /Hypo T1T2 FatSat



IRM du rachis

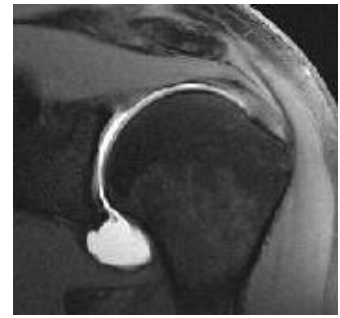


IRM du genou (a : T1, b : T2FS)

- 1. Ligament (LLI) ; 2. ménisque ; 3. diaphyse ; 4. corticale osseuse ;
- 5. graisse ; 6. cartilage rotulien ; 7. muscle ;
- 8. ligament croisé antérieur ; 9. ligament croisé postérieur

ARTHRO IRM

- Injection de GADO dilué en intra articulaire
- Lésions cartilagineuses focales
- Lésions capsulo-tendineuses complexes dégénératives ; post-traumatiques

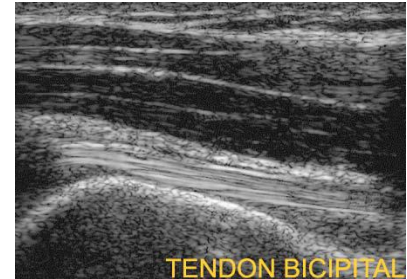
**4) ECHOGRAPHIE**

- **Généralités**

- Technique indolore, non irradiante, sans contre-indication
- Sonde superficielle 7.5 – 18 MHz
- Opérateur dépendant
- Exploration des structures superficielles

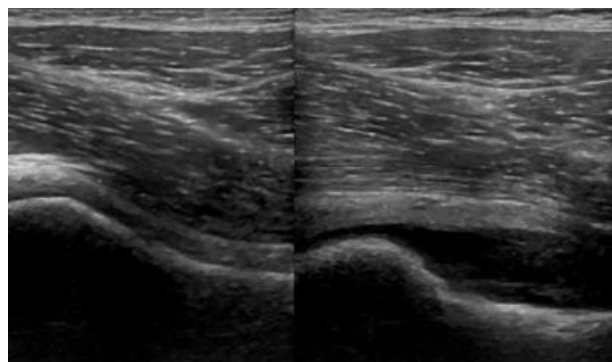
- **Indications**

- Traumatismes aigus : tendons ; muscles
- Infections
- Pathologie inflammatoire : synovites, maladie des bourses
- Pathologie tumorale



- **Analyse**

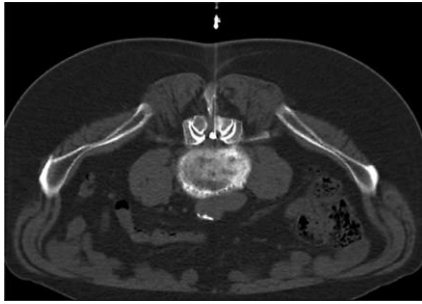
- Epanchement intra-articulaire : particulièrement efficace
- Lésions focales : abcès, tumeurs
- Muscles : déchirures, hématomes
- Lésions tendineuses et ligamentaires : tendinopathies, ruptures
- Enthèses
- Nerfs
- Les os ne peuvent être analysés que pour leur surface corticale
- Doppler : vaisseaux; vascularisation des lésions, synoviales
- Guide les ponctions, biopsies, infiltrations



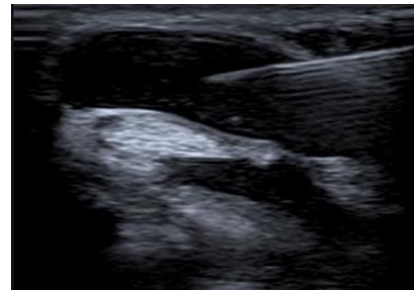
Epanchement articulaire de la hanche

5) RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

- Sous guidage radiographie ; échographie ou TDM
- BUTS:
 - Diagnostique : prélèvement collection ou épanchement, biopsie osseuse ou des parties molles
 - Thérapeutique : infiltration de corticoïdes, cimentoplastie,



Infiltration de corticoïdes en épidual sous TDM



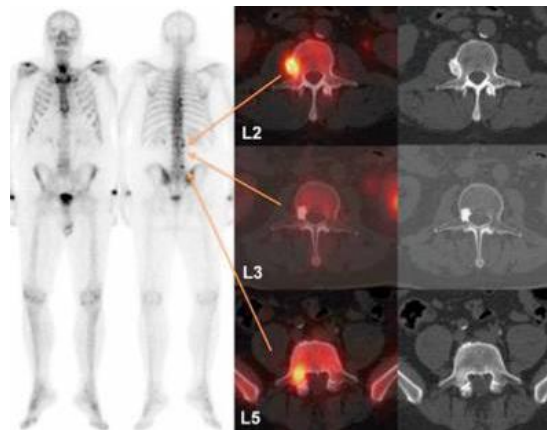
Ponction d'un kyste sous échographie

6) SCINTIGRAPHIE

- Injection d'un produit radioactif :technicium 99
- Toute agression osseuse induit une réaction qui se manifeste par une **hyperfixation**
- Caractère unique ou multiple de la lésion tq les métastases
- Méthode sensible mais non spécifique

7) PET-SCAN (tomographie en émission de positons couplée à la TDM)

- Explore le métabolisme glucidique (au glucose marqué au fluor18) des tissus
- Met en évidence les processus osseux pathologiques notamment tumoraux : métastases, myélome.



Techniques	Tissus			
	Os	Synoviale	Cartilage	Tendons, ligaments
Rx standard	+++	—	+	—
Arthrographie	—	++	++	—
Scanner	+++	+	+	—
Arthro-scanner	—	++	++	—
Scintigraphie	+++	—	—	—
IRM	+++	++	+	+++
Échographie	+	++	+	+++

Tissu non vu (—); peu ou indirectement vu (+); vu correctement (++); très bien vu (+++).

DIFFERENTES TECHNIQUES D'IMAGERIE POUR VISUALISER LES DIFFERENTS TISSUS

IV. Sémiologie élémentaire

1) Sémiologie osseuse

Anomalies de forme

- Elles sont d'origines diverses :
 - déformation post-traumatique (angulation, déviation) :
 - les radiographies sont généralement suffisantes une TDM complémentaire est indiquée dans les fractures complexes
 - les fractures n'atteignant que l'os spongieux ne sont détectées qu'en IRM ou en scintigraphie
 - déformation par une lésion intra-osseuse (infections, dystrophie, tumeur)
 - os soufflé par une tumeur
 - os déformé, incurvé : Maladie de PAGET
 - tassement vertébral sur rachis ostéoporotique



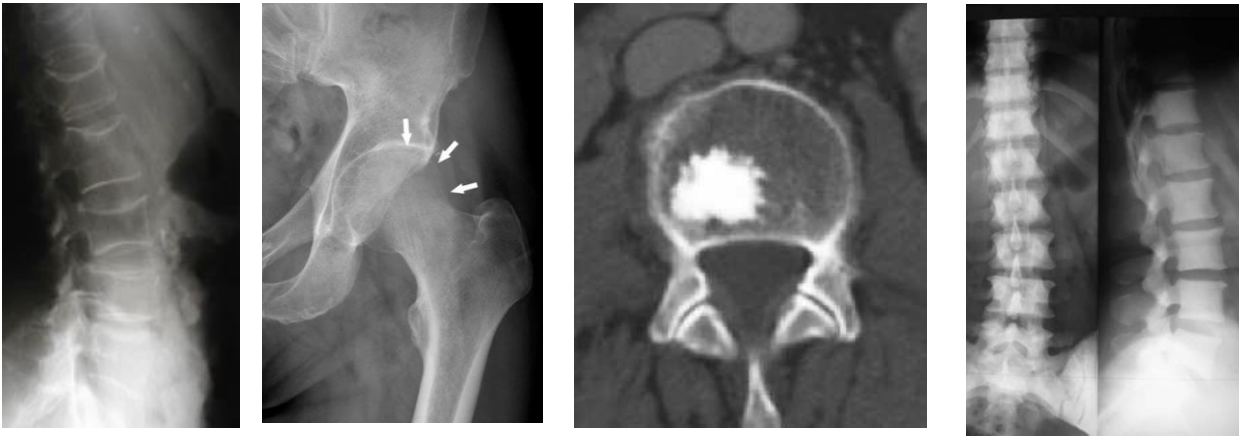
*Maladie de PAGET
Os hypertrophié déformé*



*Fracture horizontale du fémur
déplacée avec angulation*

Anomalies de densité

- **OSTEOPENIE** : diminution de la densité osseuse:
 - perceptible radiologiquement lorsque la perte calcique est d'au moins 30 %.
 - déminéralisation de l'os avec hypertransparence de l'os et amincissement de la corticale
 - peut-être :
 - diffuse :
 - tumorale : infiltration de la MO : myélome, métastases
 - non tumorale : ostéoporose, ostéomalacie, hyperparathyroïdie
 - localisée : immobilisation prolongée ; arthrite
- **OSTEOCONDENSATION OU OSTEOSCLEROSE** : Augmentation de la densité osseuse, peut-être :
 - généralisée : tumorale, dystrophique, métabolique
 - localisée: tumorale B ou M ; dystrophique, ostéonécrose



Ostéoporose

Algodystrophie
(tête fémorale déminéralisée)

Ilot condensant bénin

Métastases condensantes
d'un Kc de la prostate

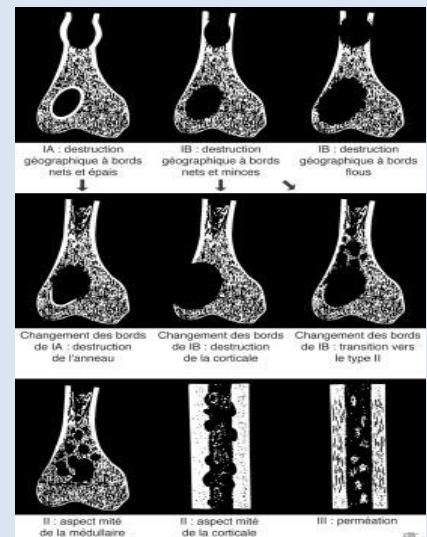
Anomalies de structure

• **LACUNE**

- Expression principale du processus destructif de l'os
- peut-être infectieuse, tumorale bénigne ou maligne, dysplasique
- pour toute lacune préciser: (en plus des éléments cliniques et biologiques)
 - âge du patient
 - unique ou multiple
 - siège : squelette, os (épiphyse, métaphyse ou diaphyse ; corticale ou médullaire)
 - limites : régulières ou irrégulières, bien limitées ou floues, condensées ou non
 - matrice: Homogène, cloisonnée, Calcifiée
 - existence d'une réaction périostée
- extension aux parties molles
- TDM ET IRM :
 - matrice tumorale : graisse, cartilagineuse, kystique
 - extension intra et extra-osseuse

CLASSIFICATION DE LODWICK :
permet de définir les différents types d'ostéolyse focale

- Type I :Ostéolyse géograpgique
 - Type Ia : contours nets condensés
 - Type Ib :contours nets, fins
 - Type Ic :contours flous
 -
- Type II :ostéolyse mitée
- Type III : ostéolyse perméative



Plus l'ostéolyse est importante dans la classification de Lodwick, plus le degré d'activité biologique de la lésion augmente (mais pas sa malignité !!)



Osteolyse limites floues
Ostosarcome



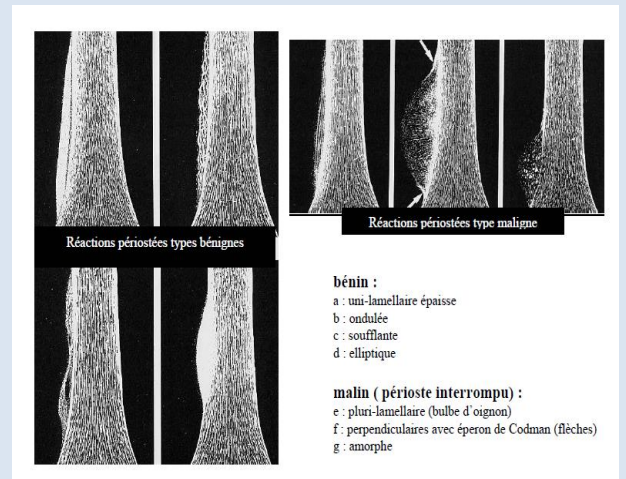
Lacune limitée par une ostéosclérose ;
Abces de Brodie

• **REACTION PERIOSTEE :**

- Dès qu'il y a une agression osseuse, le périoste va s'activer et créer de fines couches osseuses aidant à consolider l'os.
- Accompagne : tumeurs, infections
- Plusieurs types en fonction de la rapidité de l'évolution : pleine, unilamellaire, plurilamellaire, spiculaire

▪ En dehors d'un contexte traumatique, les appositions périostées devront toujours attirer l'attention et faire éliminer un processus malin.

▪ Les appositions périostées perpendiculaires ou les éperons de Codman sont quasiment toujours associées à des lésions malignes ou à des infections



▪ Les anomalies de structure peuvent se manifester par :

- **Processus constructif** par ostéogenèse :
 - tumeur (sarcome ostéogénique), infections
- **Processus mixte**
 - Association de façon variable de lésions constructrices et de lésions destructrices

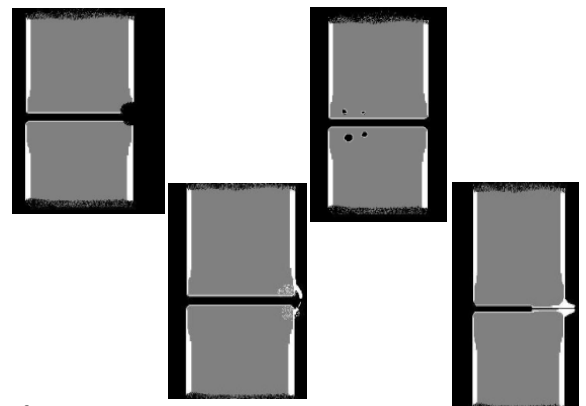
NB : Les anomalies de densité, de structure et de forme se retrouvent dans toutes les affections osseuses.

Anomalie de l'os médullaire

L'IRM est très sensible aux modifications de la quantité et de la distribution de l'eau. Tous les processus pathologiques entraînant une inflammation vont pouvoir être détectés en IRM. Cette inflammation va produire une modification de signal non spécifique dans l'os médullaire se traduisant par un hyposignal en T1 et un hypersignal en T2. Il faut noter qu'une infiltration tumorale, quelle que soit la composante inflammatoire associée, va entraîner le même type de modifications.

2) Sémiologie articulaire

- 2 types d'affections (en dehors des traumatismes)
 - Arthropathies inflammatoires ou arthrites
 - Arthropathies mécaniques ou arthroses
- Etudier une articulation c'est étudier successivement les axes, l'interligne articulaire, les épiphyses et la plaque osseuse sous-chondrale, les parties molles
- Rechercher :
 - **Anomalies des axes :**
 - Traumatologie : luxation
 - Désaxation congénitale ou acquise : scoliose, hallus valgus
 - **Interligne articulaire :**
 - Interligne normal
 - Interligne pincé :
 - global : arthrite
 - localisé : arthrose
 - Interligne élargi : épanchement
 - Disparition : ankylose
 - Calcifications : chondrocalcinose
 - **Lésions osseuses**
 - Modification de l'os sous-chondral
 - destruction : érosions, géodes (inflammatoires ou mécaniques)
 - condensation : mécanique
 - Modifications osseuses marginales
 - Ostéophytes : dégénératif
 - Syndesmophytes : inflammatoires
 - Modifications osseuses régionales
 - Déminéralisation
 - condensation
 - **Altération des sites d'insertion ligamentaires et tendineuses**
 - **Parties molles péri articulaires**
 - Densification, épaissement
 - Modification des lignes graisseuses
 - Ca ++ périarticulaires
 - CA++ intraarticulaires



V. Principales pathologies

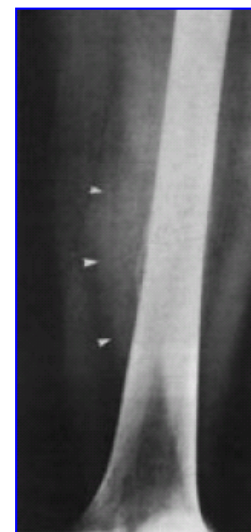
TUMEURS

- **En faveur du processus tumoral bénin :**
 - découverte fortuite,
 - lentement évolutif,
 - limites nettes à contours souvent denses,
 - pas d'extension dans les parties molles,
 - pas de réaction périostée ou uni ou pluri-lamellaire et toujours continue
- **En faveur d'un processus tumoral malin :**
 - douleur,
 - rapidement évolutif,
 - limites floues, irrégulières
 - avec rupture corticale,
 - extension dans les parties molles,
 - réaction périostée rompue ou anarchique avec éperon de Codmann



PROCESSUS INFECTIEUX (ostéomyélite, ostéite) :

- douleur,
- syndrome infectieux clinique et biologique,
- rapidement évolutif,
- extension importante dans les parties molles de type inflammatoire sans masse associée
- réaction périostée continue



ARTHROPATHIES PERIPHERIQUES

• Arthrose

C'est une arthropathie dégénérative. Elle associe quatre signes cardinaux :

- pincement localisé de l'interligne articulaire, au niveau des zones d'appui
- condensation osseuse sous-chondrale
- géodes sous-chondrales d'hyperpression
- ostéophytes

- **Arthrite**

- d'origine inflammatoire ou infectieuse, s'oppose point par point à l'arthrose.
- Elle associe :
 - pincement diffus de l'interligne
 - déminéralisation osseuse sous-chondrale
 - géodes
 - absence d'ostéophytes



Arthrose de la hanche



Polyarthrite rhumatoïde

PATHOLOGIE RACHIDIENNE

- **Spondylodiscite infectieuse**
 - Pincement discal.
 - Lacunes sous chondrales +/- ostéolyse.
 - Abscès para vertébraux.
 - Déformation du rachis.
- **Discarthrose**
 - pincement discal
 - ostéophytose marginale
 - condensation sous-chondrale
- **Spondylarthrite ankylosante**
 - mise au carré des vertèbres
 - syndesmophytes
 - colonne Bambou



SPD



Discarthrose lombaire



SPA

- **Fracture vertébrale non traumatique (tassement)**

Tassement vertébral bénin

Tassements multiples, de siège lombaire ou dorso-lombaire, texture normale en dehors de l'os tassé, corticale parfois fracturée mais non effacée, arc postérieur respecté, tuméfaction des parties molles absente ou réduite, respect des fascias graisseux au scanner

Tassement vertébral malin

Tassement unique, de siège dorsal supérieur ou cervical, ostéolyse ou condensation non expliquée par le tassement, corticale effacée, atteinte de l'arc postérieur, tuméfaction des parties molles importante, effacement des fascias graisseux au scanner.

VI. Conclusion

- Les radiographies standards demeurent l'examen de base pour l'exploration d'un os ou d'une articulation mais sont peu sensibles pour l'exploration de l'os médullaire ou les tissus mous non calcifiés
- La TDM a la même sémiologie que les radiographies
Elle est plus sensible mais plus irradiant
Elle est limitée dans l'imagerie de la moelle osseuse
- L'IRM est l'examen de référence pour l'analyse de la MO ; les articulations ; parties molles
- L'Echographie couplée au Doppler : examen rapide et non irradiant, réservée à l'analyse des parties molles péri ou para-articulaires très performant pour la recherche d'un épanchement articulaire

Dr. ACHEUK-YOUCÉF