

Ostéo-articulaire

Les chondrocalcinoses articulaires Aspects radiologiques actuels

REGENT (D.), BERNARD (C.), SCHWARTZ (L.), BESSIRE (D.), POUREL (J.), GAUCHER (A.)

Résumé

Les chondrocalcinoses articulaires, les plus « radiologiques » des arthropathies sont passionnantes à plus d'un titre.

Dans le domaine du radio-diagnostic, leur sémiologie déjà bien fournie en technique conventionnelle s'est considérablement enrichie qualitativement et quantitativement grâce à la scanographie.

Sur le plan nosologique, les différentes formes de CCA sont maintenant mieux individualisées. Leur physiopathologie est précisée grâce à une meilleure connaissance de leurs caractéristiques biochimiques, anatomiques, cliniques et génétiques.

Même si certains problèmes généraux des CCA restent des points d'interrogation, la bonne connaissance de leurs manifestations radiologiques est une nécessité fondamentale dans la pratique quotidienne du radiodiagnostic ostéo-articulaire.

Mots clés : Chondrocalcinose. Rachis. Maladies articulaires. Pseudo-goutte. Pyrophosphate.

Maladie maintenant familière au radiologue qui l'observe presque quotidiennement, la chondrocalcinose articulaire n'a pourtant pas encore livré tous ses secrets, même dans le simple domaine de l'« imagerie ».

Isolée sur les plans clinique et radiologique en 1958 par Sitaj et Zitnan [61], cette affection, caractérisée par une incrustation calcique des cartilages hyalins de revêtement et des fibrocartilages articulaires, a vu sa sémiologie radiologique s'enrichir et se préciser au fur et à mesure des progrès du radiodiagnostic.

La scanographie moderne, grâce à une excellente résolution en densité inhérente à la méthode et à des performances remarquables de résolution spatiale, permet de découvrir et/ou de préciser de nouvelles atteintes rachidiennes, pelviennes et périphériques qui complètent le tableau de cette captivante maladie, probablement la plus « radiologique » de toute la rhumatologie.

Les connaissances générales sur les chondrocalcinoses ont également beaucoup évolué et il est nécessaire, avant d'en aborder l'étude radiologique, de rappeler les principales données étiopathogéniques actuelles relatives à ce groupe d'affections.

I — LES CHONDROCALCINOSES ARTICULAIRES — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

A. Nosologie des chondrocalcinoses articulaires (CCA)

Les travaux de Kohn et Mac Carty ont permis dès 1962 d'isoler dans le liquide synovial de malades atteints d'arthrite aiguë pseudo-goutteuse du genou le substratum biochimique de la chondrocalcinose articulaire sous forme de micro-cristaux de pyrophosphate de calcium dihydraté (PPCD) dans les formes monoclinique et triclinique [35, 29]. Par la suite, on s'aperçut que ces micro-cristaux de PPCD pouvaient être retrouvés non seulement au niveau de l'ensemble des structures articulaires (cartilages hyalins de revêtement, fibrocartilages, synoviale, capsule et ligaments) mais également dans des structures péri-articulaires comme les bourses séreuses et les tendons [20, 22, 23]. Les études cristallographiques par diffraction aux rayons X, spectrométrie dispersive aux rayons X et microscopie électronique à balayage [14, 15, 16] ont ensuite montré qu'il était possible d'identifier, en particulier dans les formes non familiales de CCA, d'autres cristaux phosphocalciques (apatite, hydrogénophosphate de calcium dihydraté, brushite) à côté du PPCD.

Ces données, jointes à l'aspect clinique protéiforme de la maladie, ont abouti à une certaine confusion terminologique, en particulier dans la littérature anglo-saxonne. On retiendra donc que :

— la « pseudo-goutte » (Mac Carty) correspond au tableau d'oligoarthrite aiguë lorsque les cristaux de PPCD ont pu être identifiés,

— l'« arthropathie pyrophosphatée » (Currey) désigne les arthropathies chroniques avec présence de cristaux de PPCD,

— la « maladie par dépôts de cristaux de PPCD » (Mac Carty) englobe l'ensemble des différents tableaux cliniques et radiologiques dans lesquels ces cristaux ont été isolés.

Il est préférable, pour lever toute équivoque, de conserver l'appellation de chondrocalcinose articulaire (CCA) attribuée à la maladie par Sitaj et Zinan, dans tous les cas où le diagnostic aura été porté sur des données purement radiologiques, sans préjuger de la nature exacte des cristaux en cause. Cette éventualité étant, en pratique courante, de très loin la plus fréquente [17].

B. Étiologie des chondrocalcinoses articulaires

Fréquence

La fréquence exacte de la CCA est difficile à préciser; elle varie de 6 à 7 % dans les statistiques autopsiques, de 0,57 à 27,6 % dans les statistiques radiologiques. L'hétérogénéité de ces résultats peut s'expliquer par la variabilité des échantillonnages, par le choix et la qualité des techniques d'exploration radiologique, mais également par l'existence de formes étiologiques de CCA très différentes les unes des autres :

Formes étiologiques de CCA

Trois grands groupes peuvent être individualisés :

a) Les formes sporadiques représentent la majorité des cas observés. Elles augmentent régulièrement de fréquence avec l'âge en particulier au-delà de 60 ans et paraissent être des éléments de vieillissement articulaire. On les observe dans les 2 sexes mais avec une prédominance féminine. La CCA touche plus de 30 % des sujets au-delà de 80 ans.

b) Les formes associées

Environ 10 à 15 % des CCA sont observées au cours de maladies métaboliques particulières. Elles posent parfois de délicats problèmes nosologiques mais apportent également d'intéressantes hypothèses physiopathologiques.

- **Hyperparathyroïdie** : Sany observe 4 % d'hyperparathyroïdie chez des patients porteurs d'une CCA, tandis qu'il existe environ 17 % de CCA au cours de l'hyperparathyroïdie [50]. Des interactions entre la parathormone, le calcium ionisé et le métabolisme des pyrophosphates sont suggérées par cette association. Sur le plan clinique, la CCA est latente dans 50 % des cas.

- **Hémochromatose**. L'association CCA-hémochromatose est observée dans 2 % des cas de Sany [50] qui incrimine une action toxique directe du fer sur le tissu cartilagineux. La CCA est latente cliniquement dans 55 % des cas.

- **Goutte**. On retrouve 4 % de goutte au cours des CCA et, dans une population de goutteux environ 7 % des sujets, en particulier âgés et de sexe masculin, sont porteurs d'une CCA.

- **Ochronose**. Une association fréquente à l'ochronose a été observée dans les formes familiales de CCA étudiées en Tchécoslovaquie.

- **Hypophosphatasie congénitale**. L'association CCA-hypophosphatasie est intéressante sur le plan physiopathologique puisque les phosphatases alcalines, abaissées dans cette affection, ont un rôle dans le métabolisme des pyrophosphates.

- D'autres maladies ont été rapportées en association avec la CCA : hypothyroïdie dans laquelle le traitement hormonal peut déclencher des crises de pseudo-goutte, syndrome de Bartter, amylose, maladie de Wilson, hypercalcémie familiale hypercalciurique.

Des CCA ont enfin été observées au cours de diverses maladies : polyarthrite rhumatoïde [49], maladie de Paget, hémophilie, lupus, mais ces associations rares semblent n'être que fortuites, la CCA étant alors essentiellement un témoin du vieillissement articulaire chez des sujets âgés.

c) Les formes familiales

Connues depuis la description princeps de Zitnan et Sitaj, elles se caractérisent par leur survenue plus précoce, l'extension des lésions en particulier des dépôts calciques capsulo-ligamentaires et tendineux qui les font souvent désigner sous le terme de CCA diffuses (CCAD).

Actuellement, une trentaine de familles ont fait l'objet d'études soigneuses qui permettent d'individualiser 3 formes cliniques de CCA familiale [17] :

- la plus fréquente (Canada, France, Hollande, USA, Mexique, Suède) se caractérise par un début précoce, une extension importante des lésions, tant sur le squelette axial que sur le squelette appendiculaire, une évolution lente et peu invalidante,

- dans une forme plus rare (Tchécoslovaquie, Chili) les évolutions destructrices et les ankyloses articulaires sont dominantes; le début est plus précoce, dès l'enfance, et le pronostic beaucoup plus péjoratif,

- une troisième forme, observée en Espagne, se caractérise par un début plus tardif et une atteinte oligo-articulaire, son autonomie prête à discussion.

Pour toutes ces formes, une transmission autosomique dominante à pénétrance variable est à peu près certaine dans la plupart des familles étudiées. L'existence d'un antigène d'histocompatibilité lié à la CCA n'a pu être démontrée, en particulier la liaison à l'haplotype HLA A2 B35 évoquée un moment dans les familles tchèques n'a pu être confirmée ultérieurement.

C. Aspects cliniques des chondrocalcinoses articulaires

Les tableaux cliniques observés au cours des CCA sont très variés. Schématiquement, on peut distinguer :

- **L'arthrite aiguë pseudo-goutteuse** (25 % des cas) forme la plus typique qui revêt le masque d'une crise fluxionnaire aiguë mono-articulaire, touchant le plus souvent un genou, une épaule, un poignet, une cheville, une hanche ou le rachis sous forme d'un lumbago ou d'une cervicalgie. La crise, souvent déclenchée par un traumatisme, ou une sollicitation inhabituelle de l'articulation rétrocede spontanément en une à deux semaines mais peut se reproduire plusieurs fois par an.

La ponction de liquide synovial en permettant l'identification des cristaux de PPCD, assure le diagnostic.

Lorsque plusieurs articulations sont atteintes de façon successive ou simultanée, l'aspect clinique est celui d'une oligo-arthrite voire même d'une polyarthrite rhumatoïde (environ 5 % des cas) qui se singularise toutefois par l'atteinte préférentielle des grosses articulations.

La forme « *arthrosique* », rencontrée dans environ 50 % des cas, est moins caractéristique sur le plan clinique. Sur un fond de douleurs de type mécanique viennent parfois se surajouter des accès aigus ou subaigus. On observe une limitation progressive des mouvements articulaires et des déformations mais, au total, l'atteinte est rarement très invalidante. Là encore, les lésions sont essentiellement observées au niveau des genoux, des mains, des poignets, des épaules, des chevilles et du rachis.

L'arthropathie destructrice parfois qualifiée de « pseudo-neurogénique » est une forme particulière qui touche généralement les grosses articulations des membres (genou, épaule, hanche) ou le rachis chez des femmes âgées le plus souvent arthrosiques.

Leur fréquence, probablement sous-estimée, est de l'ordre de 25 % dans les circonstances étiologiques suscitées.

L'épisode inaugural est souvent représenté par une hémiarthrose, la destruction articulaire est rapide, s'accompagnant d'une impotence fonctionnelle complète, de douleurs vives et très rapidement on observe une désaxation voire une luxation articulaire.

Les lésions radiologiques observées sont en règle très importantes, associant des érosions de l'os sous-chondral à des cavités ostéolytiques épiphysaires, des phénomènes constructifs ostéophytiques parfois exubérants et des corps étrangers articulaires. Un trait biochimique particulier à ce type d'atteinte est représenté par l'association aux cristaux de PPCD, de cristaux d'hydrogénophosphate de calcium dont le rôle physiopathologique exact n'a pas encore pu être précisé.

Les formes asymptomatiques sont assez fréquentes puisque dans 10 à 15 % des cas de CCA observées radiologiquement, il n'y a aucune symptomatologie articulaire fonctionnelle ni physique patente.

D. Éléments physiopathologiques des CCA

Les cristaux de PPCD se déposent à l'union du tiers moyen et du tiers superficiel du cartilage hyalin articulaire, ainsi que sur les fibro-cartilages, la synoviale et les éléments capsulo-ligamentaires et tendineux.

Les phénomènes aboutissant à la précipitation du pyrophosphate de calcium dans les tissus cartilagineux demeurent mal connus. On a évoqué plusieurs hypothèses :

- élévation des pyrophosphates inorganiques articulaires due à une hyperactivité des chondrocytes,
- diminution de la dégradation du pyrophosphate due à une baisse de l'activité des phosphatases alcalines,
- accumulation intracytoplasmique des pyrophosphates inorganiques dans les chondrocytes, puis libération de ces éléments par nécrose cellulaire; l'ensemble pouvant être secondaire à une altération primitive de la substance fondamentale (trouble du métabolisme des protéoglycanes).

Dans les cartilages et la synoviale, les cristaux de PPCD se présentent souvent en amas, tandis que dans les liquides synoviaux, ils sont le plus souvent intracellulaires, au niveau des phagosomes des polynucléaires.

Les accès de pseudo-goutte correspondraient donc à une libération intra-articulaire de dépôts tissulaires de cristaux de PPCD. Ceux-ci seraient à l'origine d'une réaction inflammatoire aiguë liée à leur phagocytose par des polynucléaires macrophages, avec libération des enzymes lysosomiales.

II — LES CHONDROCALCINOSES ARTICULAIRES — DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE

A. Étude synthétique

La radiologie est, en pratique courante, la méthode diagnostique essentielle des CCA. Les difficultés d'identification sont variables : pratiquement inexistantes dans les formes typiques où sont observées les images pathognomoniques d'incrustations calciques des cartilages hyalins articulaires, elles peuvent être réelles dans les formes destructrices ou dans certaines formes associées.

1. Les formes typiques de CCA

La présence d'un liséré opaque dessinant un fin trait opaque plus ou moins continu parallèle à la plaque osseuse sous-chondrale de laquelle il reste séparé par un espace clair est un signe caractéristique de CCA.

Les fibrocartilages articulaires sont le siège d'une incrustation calcique prenant un aspect plus grossier, granuleux ou stratifié (ménisques du genou, bourrelets cotyloïdien et glénoïdien, ligament triangulaire du carpe, symphyse pubienne, anneau fibreux du disque intervertébral).

Les synoviales et les éléments capsulo-ligamentaires (articulations métacarpo-phalangiennes et interphalangiennes proximales, épaule, articulations interapophysaires du rachis, ligament transverse de l'atlas, ligaments jaunes, peuvent, notamment dans les CCAD familiales mais également dans les formes sporadiques étendues, s'incruster d'éléments radio-opaques grumeleux qui sont parfois volumineux.

• Les tendons péri-articulaires peuvent assez fréquemment être le siège d'une calcinose radio-opaque à forme le plus souvent striée ou trabéculaire qui dessine la forme du tendon au niveau de l'enthèse (sus-épineux, triceps et biceps brachiaux, quadriceps crural, grand et moyen fessier, ischio-jambiers, long péronier latéral, tendon d'Achille, etc.). L'analyse de ces incrustations calciques tendineuses montre d'ailleurs qu'aux côtés des cristaux de PPCD, on peut trouver des cristaux d'apatite [20] en particulier chez les sujets âgés arthrosiques.

Il faut seulement insister sur le fait que l'atteinte isolée des fibrocartilages, en particulier des ménisques du genou, sans incrustation calcique des cartilages hyalins articulaires ne permet pas d'affirmer le diagnostic.

2. Les formes radiologiques atypiques de CCA

Les formes « pseudo-arthrosiques » et surtout les arthropathies destructives peuvent être à l'origine de difficultés diagnostiques car il est fréquent de ne plus y trouver l'aspect caractéristique de liséré calcique des cartilages hyalins articulaires.

En pareil cas, c'est à une recherche des autres calcifications articulaires et para-articulaires très évocatrices d'une CCA qu'il faut se livrer, tant au niveau de l'articulation explorée que des autres articulations préférentiellement touchées au cours de ces affections.

Certaines atteintes d'allure dégénérative, dans des sites habituellement respectés par l'arthrose (atteinte scapho-trapézienne isolée, sans rhizarthrose du pouce associée) ont été considérées comme des témoins d'une CCA. De même, certaines lésions destructrices ont été décrites comme évocatrices d'une CCA (encoche sus-trochléenne du genou) [57].

Dans tous les cas douteux, c'est à la ponction articulaire, à la recherche de microcristaux de PPCD qu'il faudra faire appel pour identifier formellement la maladie. Encore faudrait-il être exigeant sur les critères d'identification retenus : la microscopie optique avec polarisation n'est pas suffisante et c'est à des techniques cristallographiques complexes telle la microscopie électronique à balayage ou la diffraction aux rayons X qu'il faudra recourir pour obtenir une certitude [16].

B. Étude analytique des principales localisations des CCA

L'atteinte radiologique des articulations tend à se développer de façon bilatérale et symétrique, mais tous les intermédiaires existent entre les formes localisées à une seule articulation dont l'appartenance à ce cadre nosologique se discute et les formes très étendues avec dépôts calciques importants (CCAD).

Trois régions constituent classiquement les sièges les plus fréquents de calcifications des cartilages hyalins et des fibrocartilages, ce sont :

le genou (atteinte des ménisques dans 95 % des cas de CCA et des cartilages articulaires dans 76 % des cas), le bassin (atteinte de la symphyse pubienne dans 42 % des cas et de la hanche dans 46 %) et le poignet (atteinte du ligament triangulaire du carpe dans 37 % des cas).

Le bilan radiologique conventionnel standard devra donc étudier au minimum ces trois régions; il est nécessaire d'insister sur les conditions techniques de réalisation des clichés qui, chez des patients souvent âgés, obèses, peu mobilisables, devront objectiver des images fines d'incrustations radio-opaques cartilagineuses ou péri-articulaires :

- mains et poignets (F) sur films monocouches ou couple écrans-films à haute résolution spatiale avec couche filtrante antihalo, petit foyer, kilovoltage faible (≤ 50 kV),
- bassin (F) clichés en décubitus, focalisation du faisceau sur la hanche et la symphyse pubienne, compression par vessie pneumatique pour diminuer le rayonnement diffusé, égaliser les densités et chasser les gaz intestinaux parasites, kilovoltage moyen (≤ 70 kV),
- genoux (FP) clichés en décubitus, focalisation du faisceau, petit foyer, kilovoltage moyen, films monocouches ou couple écrans-film à haute résolution spatiale.

Les autres localisations pourront être des découvertes lors d'examen radiologique ou au contraire seront volontairement explorées devant un tableau clinique évocateur.

Les mêmes préceptes techniques doivent être respectés. Dans les localisations « profondes » du rachis (ligaments jaunes, ligament transverse de l'atlas, disques intervertébraux) ou des articulations périphériques (ligaments croisés du genou), c'est le scanner qui fournit les résultats les plus convaincants.

1. CCA du genou

Des clichés de face et de profil, de bonne qualité, sont habituellement suffisants, à condition d'enfiler parfaitement bien l'interligne articulaire, un liséré calcique faiblement opaque risquant de passer inaperçu. Des clichés d'échancrure inter-condylienne sur films courbes permettent de mieux voir la partie postérieure de l'interligne, tandis que les incidences axiales de l'interligne fémoro-patellaire objectivent les incrustations calciques des cartilages articulaires rotuliens. Le scanner permet une analyse précise des dépôts radio-opaques dans les ligaments croisés, les coques condyliennes et les cartilages hyalins fémoro-patellaires.

Les dépôts calciques :

- la calcinose méniscale, la plus fréquente des atteintes fibro-cartilagineuses, se traduit par des opacités calciques souvent hétérogènes ou stratifiées dessinant le triangle méniscal surtout visible au niveau du ménisque externe de face. Isolées, de telles images n'ont pas la signification d'une CCA, elles peuvent être d'origine traumatique ou correspondre le plus souvent à une manifestation de la senescence articulaire,

- la calcification des cartilages d'encroûtement des plateaux tibiaux, des condyles ou des faces articulaires de la rotule est pathognomonique de CCA (fig. 1 et 2).

Des images analogues peuvent être vues au niveau de l'articulation tibio-péronière supérieure (fig. 3) :

- les calcifications de la synoviale, en particulier au niveau du cul-de-sac sous-quadricipital ne sont pas rares (fig. 4),

- ce sont surtout les incrustations calciques postérieures des coques condyliennes et de la synoviale sous-jacente, ainsi que des tendons avoisinant (jumeaux) qui sont fréquentes et caractéristiques (fig. 5),

- on observe également très souvent des calcifications du tendon quadricipital au-dessus de la rotule, beaucoup plus courantes que celles du tendon rotulien (fig. 5),

- le scanner montre bien les incrustations calciques des ligaments croisés, très denses, dans l'échancrure inter-condylienne (fig. 6).

Les lésions destructrices :

- des atteintes destructrices localisées ont été décrites qui seraient assez particulières à la CCA. Elles touchent

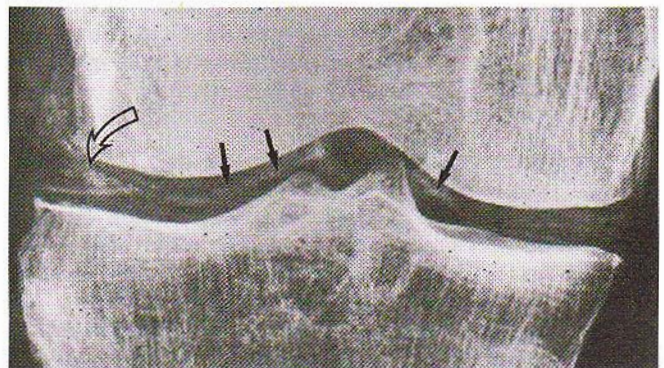


Fig. 1. — CCA, forme sporadique, genou : incrustation nette du triangle méniscal externe (flèche creuse) et des cartilages hyalins articulaires (petites flèches).

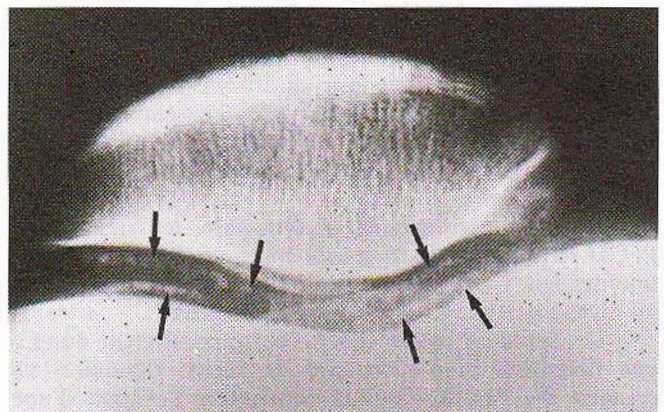


Fig. 2. — CCA, forme sporadique, genou : défilé fémoro-patellaire incrustation calcique des cartilages hyalins de la trochlée fémorale et des facettes articulaires de la rotule.

Fig. 3. — CCA, formes sporadiques, genou : lisérés calciques au niveau de l'articulation tibio-péronière supérieure.

A | B

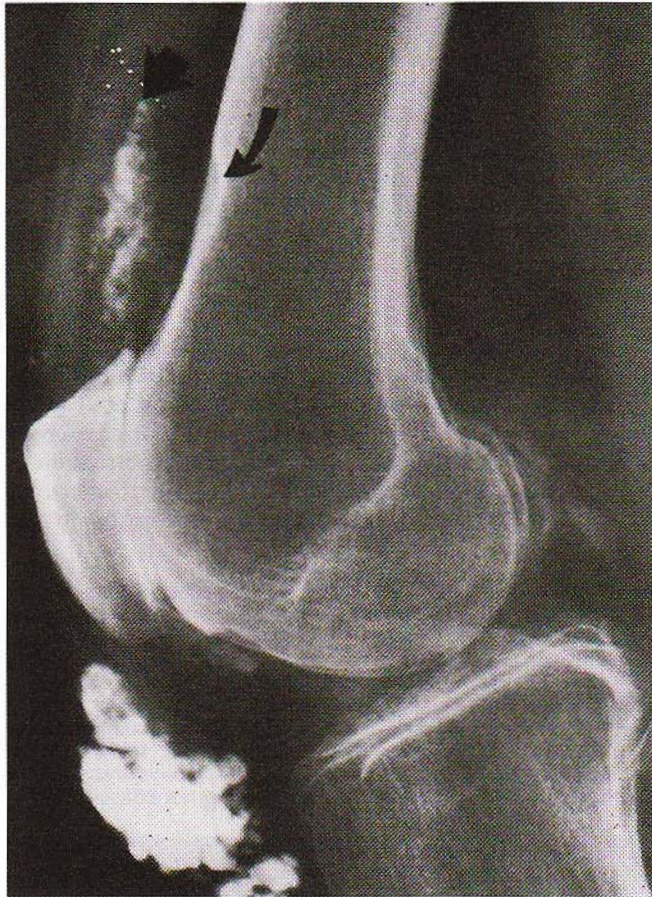
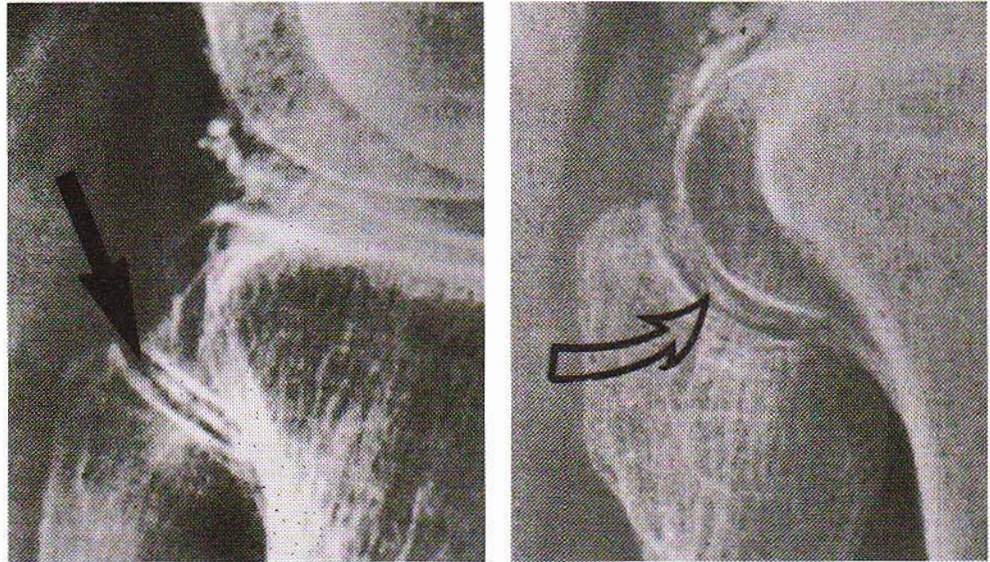


Fig. 4. — CCA, forme sporadique, genou : incrustations calciques ponctuées de la synoviale au niveau du cul-de-sac sous-quadricipital (flèche courte droite); encoche sus-trochléenne (flèche courbe) et atteinte préférentielle du compartiment fémoro-patellaire. Bursite pré-tibiale calcifiée (« house maid's knee »).

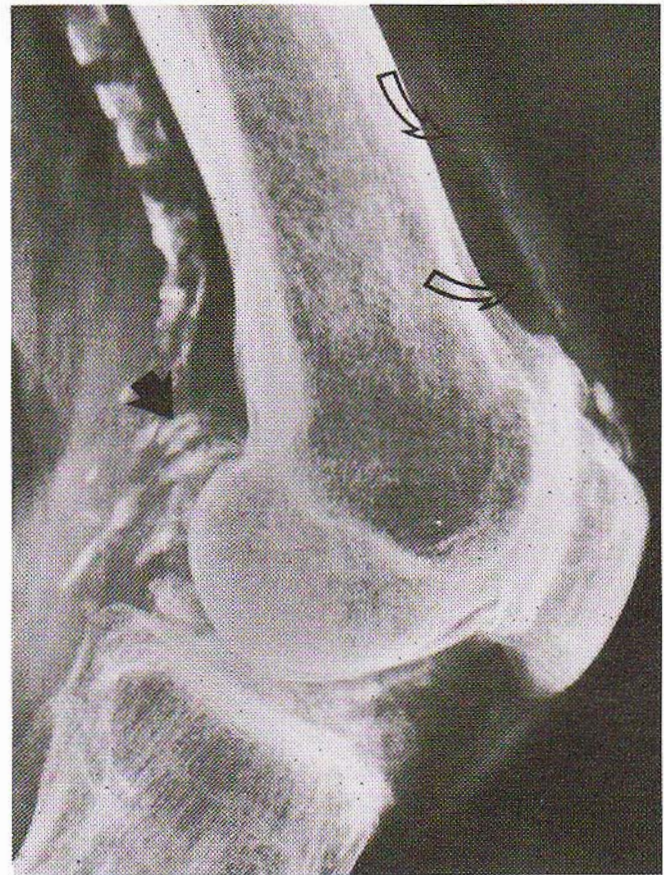


Fig. 5. — CCA, forme sporadique, genou : stries calcifiées de la face profonde du tendon quadricipital (flèches creuses), incrustations calciques des coques condyliennes et des tendons des jumeaux (flèche pleine).

essentiellement le compartiment fémoro-patellaire où l'on peut observer :

- une abrasion subtotale du cartilage articulaire rotulien avec usure cupuliforme de sa surface et volumineuses géodes sous-chondrales qui détruisent progressivement la rotule;

- une volumineuse encoche de la région sus-trochléenne sur la face antérieure de la métaphyse fémorale, bien visible sur le cliché de profil (fig. 7).

Cette encoche, bordée par une zone d'ostéocondensation peut atteindre plusieurs centimètres de haut. On l'observe également dans certaines formes de gonarthrose. Son mécanisme de formation est discuté : usure mécanique par la rotule lors de l'extension du genou, action érosive de corps étrangers très fins contenus dans le cul-de-sac sous-quadricipital ou peut-être remodelage de l'os consécutif à un effet de pression par distension liquidienne chronique du cul-de-sac sous-quadricipital;

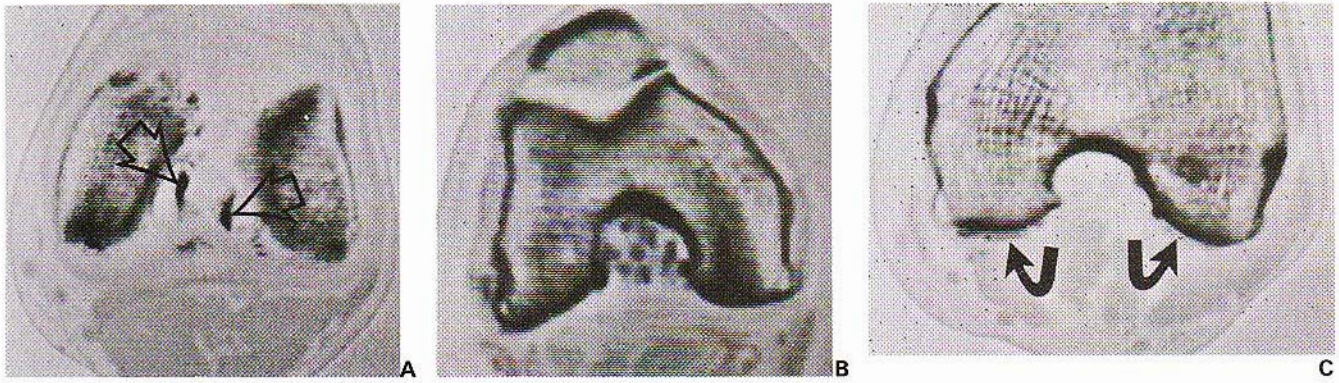
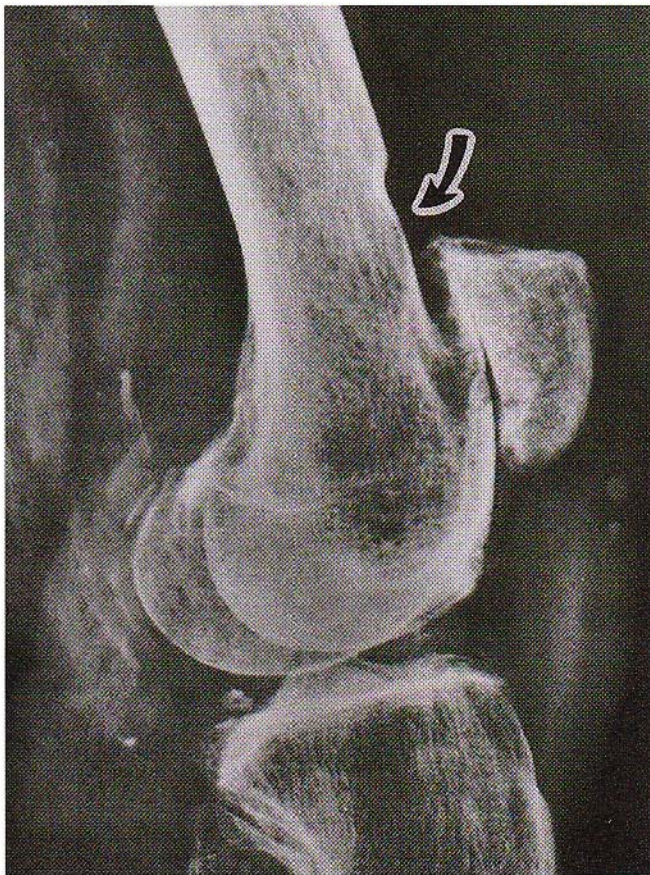


Fig. 6. — CCA, genou, scanner :

- A) forme familiale, incrustation calcique majeure des ligaments croisés;
 B) forme sporadique, calcifications ponctuées tendineuses et ligamentaires de l'échancrure inter-condylienne;
 C) forme sporadique, incrustation calcique des cartilages hyalins articulaires de la région postérieure des condyles.



— des atteintes destructrices étendues des plateaux tibiaux avec volumineuses érosions cupuliformes, condyles aplatis et irréguliers, parfois associées à une ostéophytose exubérante peuvent conduire à des aspects radiologiques « pseudo-tabétiques ». Le contexte clinique douloureux est ici bien différent.

2. CCA de la ceinture pelvienne

C'est souvent sur un cliché de bassin que l'on est amené à évoquer le diagnostic de CCA, l'image de la symphyse pubienne étant à elle seule suffisamment caractéristique.

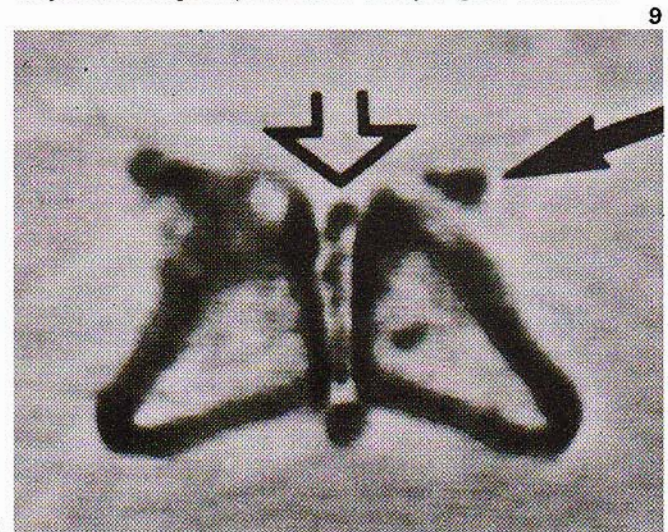
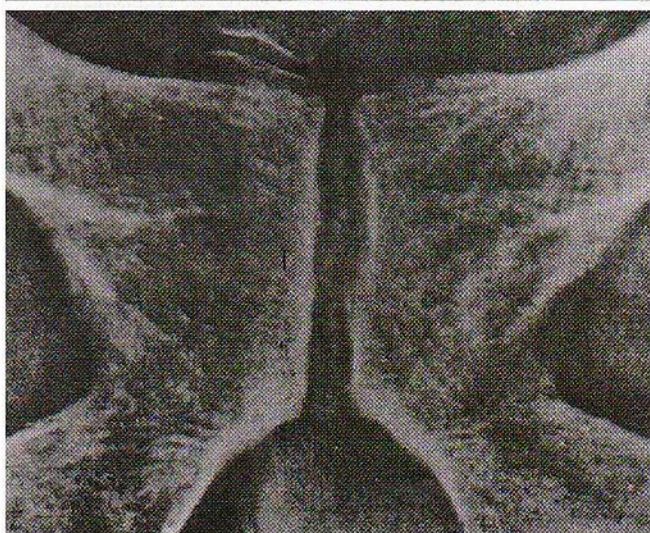
Les dépôts calciques :

- la présence d'une ligne opaque, située à égale distance des 2 berges symphysaires est observée chez près de la moitié des patients atteints de CCA (fig. 8 et 9). Cette image est parfois difficile à voir (sujets âgés ostéoporotiques, obèses, interligne pincé), elle peut parfois être simulée par les parties molles postérieures (sillon interfessier). Le scanner montre le détail de l'incrustation calcique du

Fig. 7. — CCA, forme sporadique, genou : érosion majeure des surfaces articulaires trochléenne antérieure et rotulienne, encoche sus-trochléenne importante, incrustation calcique des coques condyliennes et des ménisques.

Fig. 8. — CCA, forme familiale, bassin : image typique d'incrustation calcique du fibrocartilage symphysaire.

Fig. 9. — CCA, forme sporadique, bassin : aspect scanographique de l'atteinte symphysaire au cours de la CCA, remarquer les incrustations calciques des enthèses juxta-symphysaires (tendon conjoint, flèche pleine) retrouvées de façon quasi-constante.



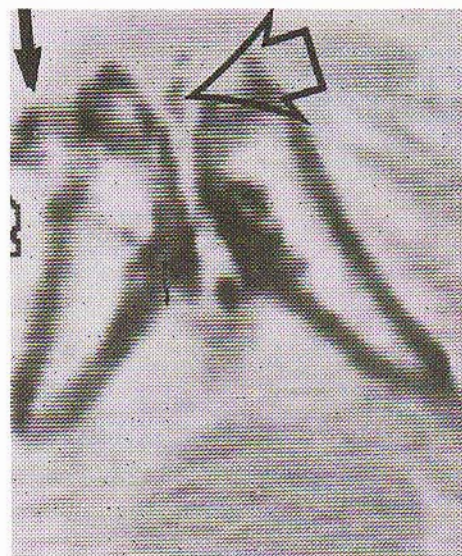
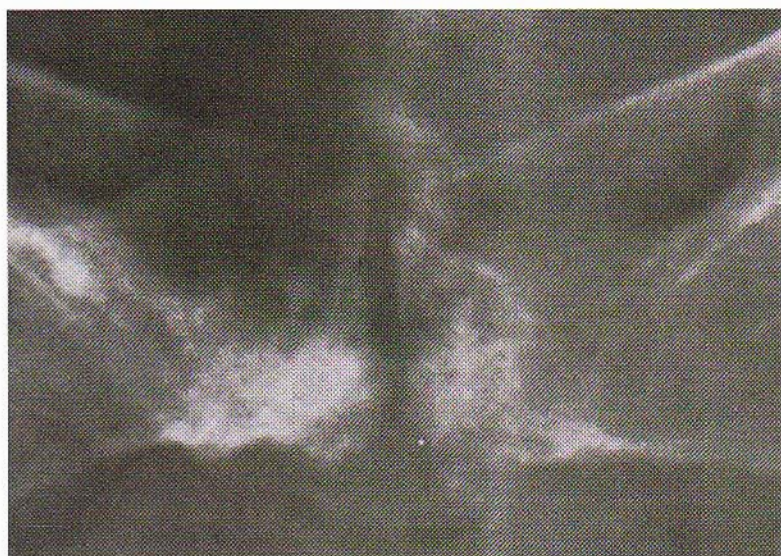


Fig. 10. — CCA, forme sporadique : bassin, atteinte pseudo-arthrosique de la symphyse avec incrustation calcaire fibro-cartilagineuse non visible sur le cliché standard du bassin (A). Le scanner (B) montre les images caractéristiques, tant au niveau de la symphyse (flèche creuse) que sur l'enthèse du tendon conjoint droit.

fibro-cartilage symphysaire (fig. 10).

Dans certains cas, la calcification déborde les limites de l'articulation et forme une saillie supérieure « en champignon » :

- sur les articulations coxofémorales, le liséré calcaire des cartilages d'encroûtement est souvent discontinu et partiel. Il doit être recherché avec soin dans les régions supéro-externe et inféro-interne de la tête fémorale de face, sur la face interne de la tête fémorale sur un cliché de profil en position urétrale.

L'incrustation calcaire des bourrelets cotyloïdiens formant un coin supéro-externe est souvent l'élément le plus visible. Le scanner montre bien ces incrustations calciques ainsi que celle du ligament rond (fig. 11 et 12) :

- l'atteinte des articulations sacro-iliaques est fréquente, mais souvent difficile à affirmer en raison des superpositions des parties antérieure et postérieure de l'interligne articulaire sur un cliché de face. Le scanner est plus explicite, mais là aussi, le liséré calcaire est le plus souvent très partiel et sa recherche doit être soignée (fig. 13);

- les calcifications tendineuses péri-articulaires de la hanche sont importantes à connaître. La présence de striations opaques en quantité plus ou moins abondante, se projetant sous la partie postérieure des branches ischio-pubiennes, est un signe fréquent et pathognomonique de la CCA. Parfois décrites comme calcifications des tendons des muscles adducteurs de la cuisse, le scanner montre leur siège constamment rétro-ischiatique et permet d'affirmer qu'il s'agit toujours d'incrustations calciques des muscles ischio-jambiers (demi-tendineux, demi-membraneux et longue portion du biceps crural) (fig. 14 et 15). On retrouve également souvent des calcifications des tendons des muscles fessiers au-dessus de la face supérieure du grand trochanter (fig. 14).

Le scanner montre de façon non exceptionnelle des incrustations calciques de l'obturateur interne (fig. 15 C). Au niveau du pubis, on constate sur les examens scanographiques la fréquence d'incrustations calciques sus-pubiennes paramédianes qui correspondent à l'enthèse du tendon conjoint (fig. 9 et 10).

Les arthropathies destructrices :

Elles intéressent essentiellement la hanche où elles revêtent l'aspect d'une coxopathie destructrice d'évolution

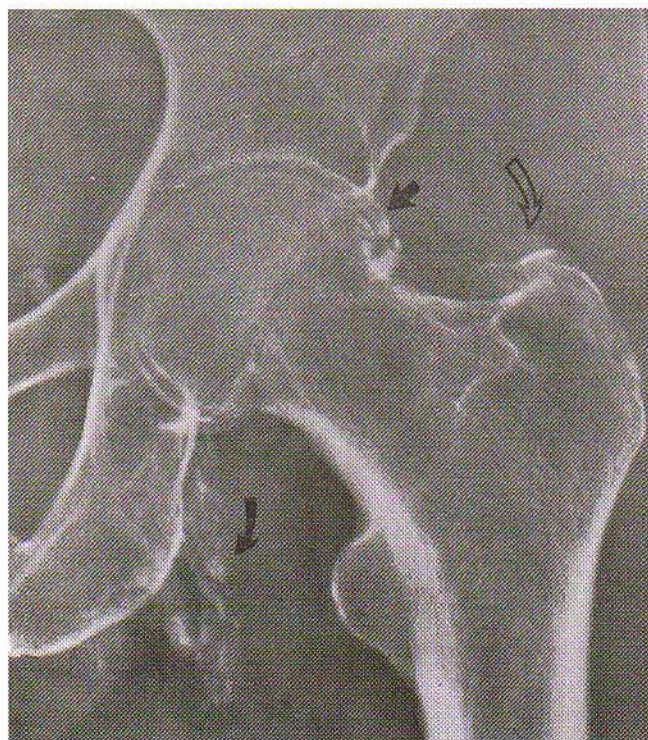


Fig. 11. — CCA, forme familiale, articulation coxo-fémorale : incrustations calciques du bourrelet cotyloïdien (petite flèche droite); des entheses rétro-ischiatiques des muscles ischio-jambiers (flèche courbe pleine) et des entheses sus-trochantériennes des muscles fessiers (flèche creuse).

rapide pouvant poser de délicats problèmes de diagnostic. A la symphyse pubienne, certaines formes destructrices peuvent, par l'importance et la rapidité des destructions qu'elles engendrent, faire évoquer une ostéoarthrite infectieuse.

3. CCA de la ceinture scapulaire

L'atteinte de l'épaule est fréquente au cours de la CCA. Chez les sujets âgés, les formes destructrices à révélation aiguë hémiarthrosique ne sont pas exceptionnelles. La technique d'exploration radiologique doit ici être particulièrement soignée pour éviter la surexposition de la

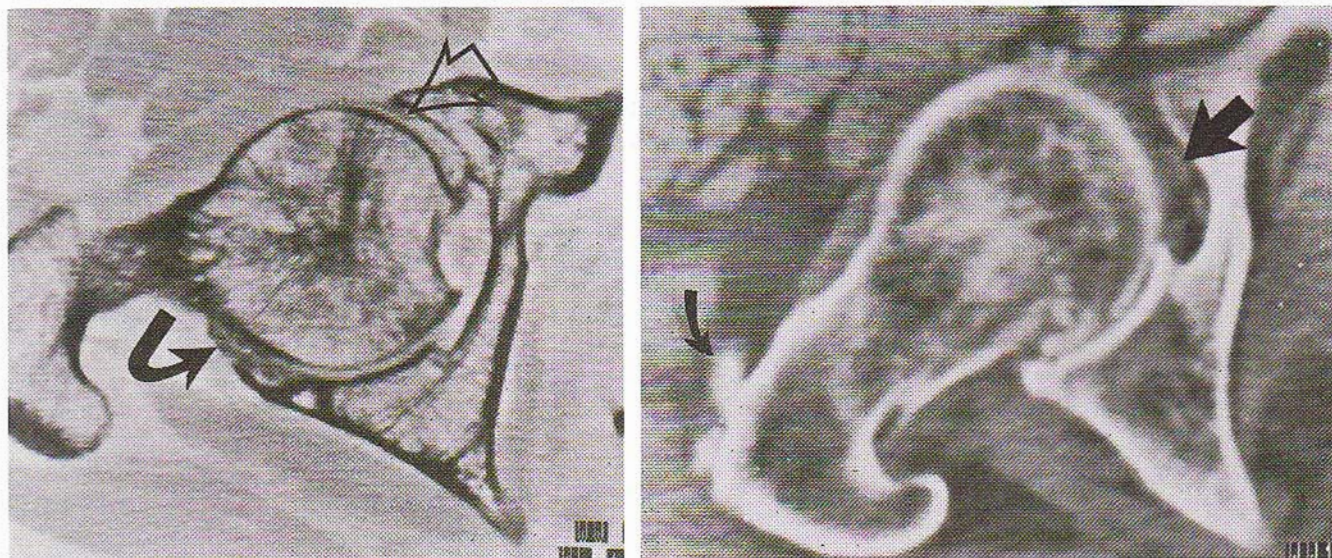


Fig. 12. — CCA, formes sporadiques, articulation coxofémorale :

A) le scanner montre bien l'incrustation calcique du cartilage articulaire (flèche courbe) et de la partie postérieure du bourrelet cotyloïdien (flèche droite);

B) chez un autre malade, le scanner objective l'incrustation calcique du ligament rond (flèche droite) et des tendons fessiers (flèche courbe).

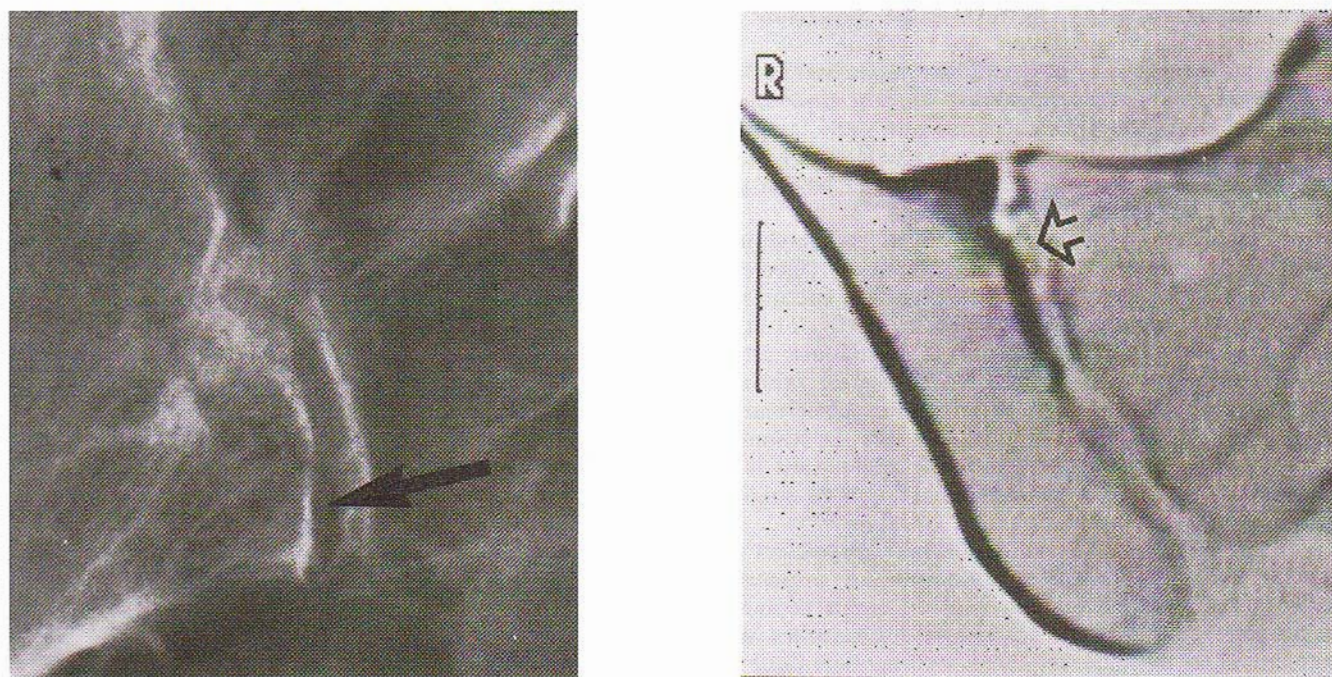


Fig. 13. — CCA, forme sporadique, articulation sacroiliaque :

A) petit liséré d'incrustation calcique au niveau du pied de l'articulation sacroiliaque droite;

B) l'exploration scanographique confirme l'image et le caractère discontinu de l'incrustation du cartilage hyalin sacroiliaque.

région supéro-externe et permettre l'analyse soignée de l'articulation dans sa totalité.

Les dépôts calciques :

- le liséré opaque du cartilage hyalin est en général discontinu; sur le cliché de face, c'est dans la région supéro-interne qu'il est le mieux perçu (fig. 16). On peut également observer une incrustation calcique des surfaces articulaires au niveau de l'articulation acromioclaviculaire,

- le bourrelet glénoïdien est très souvent incrusté de calcifications en particulier au niveau de la partie supérieure de la glène,

- les calcifications tendineuses sont observées essentiellement au niveau du sus-épineux, dans la région sus-trochantérienne, mais également dans le tendon de la longue portion du biceps brachial à proximité de son insertion sur le tubercule sus-glénoïdien (fig. 17). Le scanner montre que le tendon du sous-scapulaire peut également être calcifié (fig. 18).

L'arthropathie

destructrice est fréquente au niveau de l'épaule où elle détermine des lésions importantes en particulier une volumineuse encoche humérale interne et une érosion étendue des surfaces articulaires glénoïdienne et humérale.

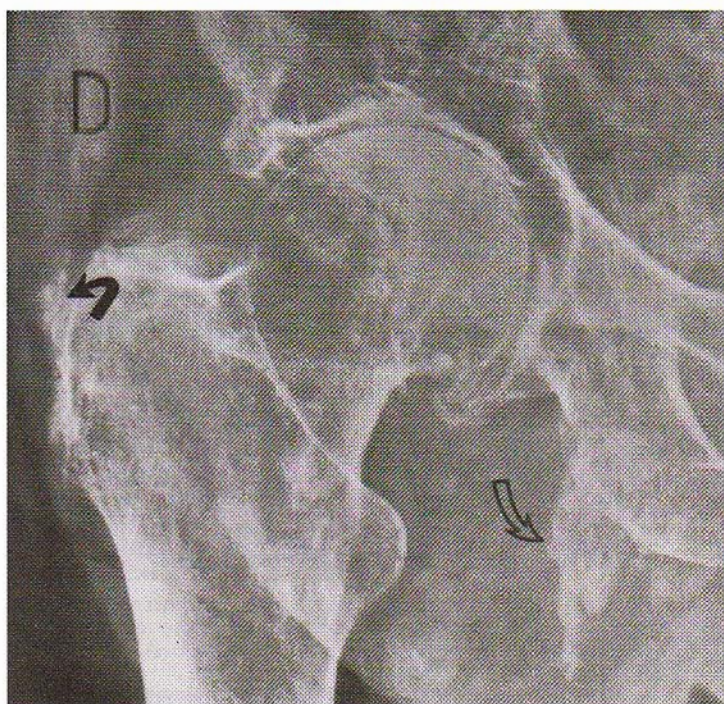


Fig. 14. — CCA, formes sporadiques, bassin : images typiques d'incrustations calciques tendineuses péri-articulaires :
 A) tendons rétro-ischiatiques des muscles ischio-jambiers (demi-tendineux, demi-membraneux et longue portion du biceps crural) (flèche creuse), tendons des muscles fessiers (flèche courbe);
 B) calcifications linéaires plus discrètes des muscles ischio-jambiers.

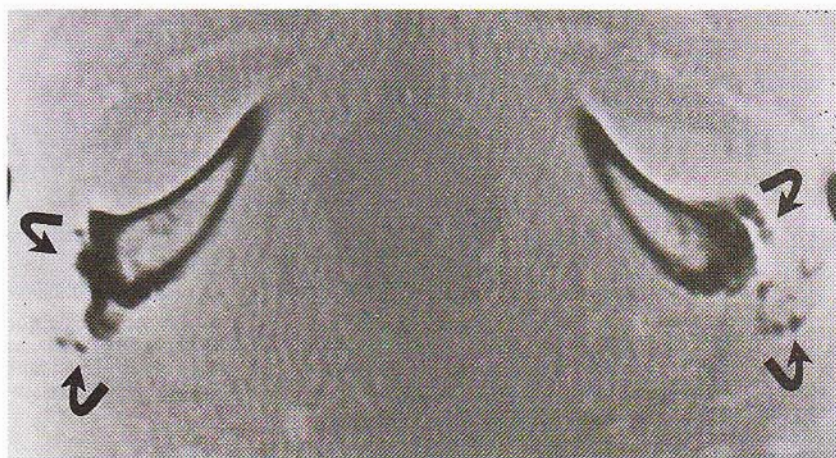
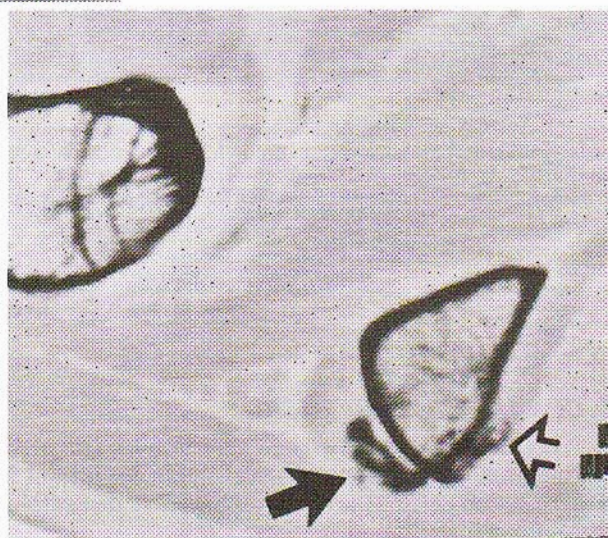
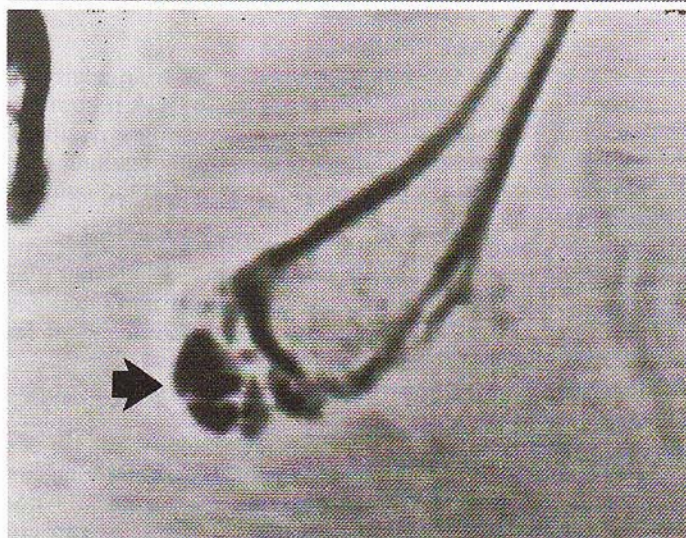


Fig. 15. — CCA, formes sporadiques, bassin : aspects scanographiques des incrustations calciques des tendons ischio-jambiers :
 A) vue bilatérale : aspect caractéristique. Les tendons intéressés sont situés dans la région rétro-ischiatique externe et correspondent aux muscles ischio-jambiers;
 B) autre cas, côté droit : calcifications nodulaires;
 C) autre cas : il existe à côté des incrustations des tendons ischio-jambiers (flèche pleine) des calcifications du tendon de l'obturateur interne (flèche creuse).

A	
B	C



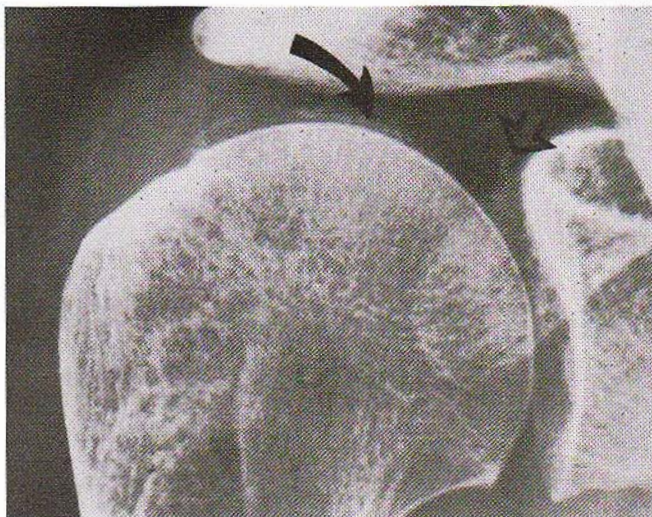


Fig. 16. — CCA, forme sporadique, épaule, incrustations calciques du cartilage hyalin de la tête humérale (flèche pleine) et du fibro-cartilage du bourrelet glénoïdien (flèche creuse).

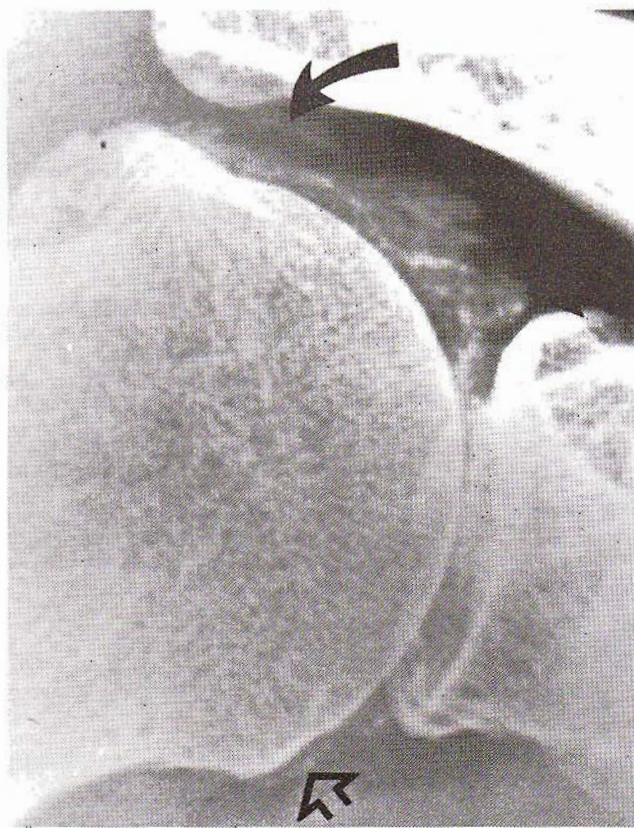


Fig. 17. — CCA, forme familiale, épaule : calcifications nuageuses de la synoviale et du bourrelet glénoïdien, incrustation calcique du tendon de la longue portion du biceps dans son trajet intra-articulaire (flèche courbe pleine); calcification linéaire du cartilage hyalin articulaire (flèche creuse).

4. CCA des mains et des poignets

Les CCA atteignent avec prédilection les articulations des mains et des poignets. La visualisation des images fines d'incrustation calcique articulaires bénéficie de l'emploi de films à haute résolution spatiale.

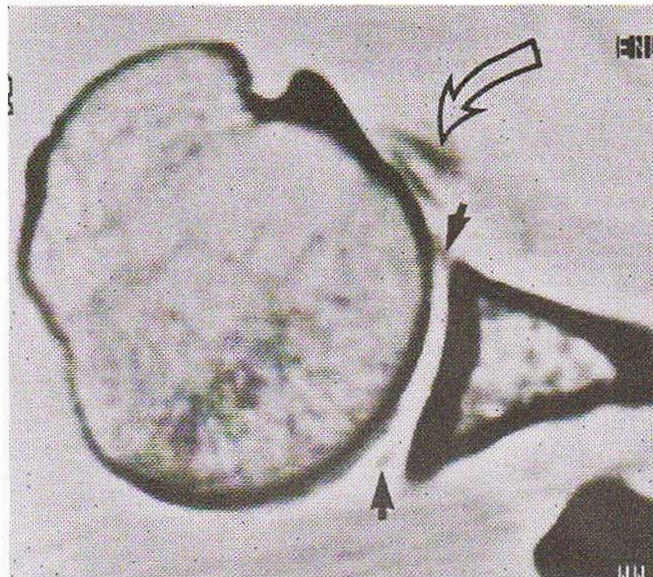


Fig. 18. — CCA, forme familiale, épaule, scanner : incrustation calcique du tendon du sous-scapulaire (flèche creuse) et du cartilage hyalin de la glène (petites flèches pleines).

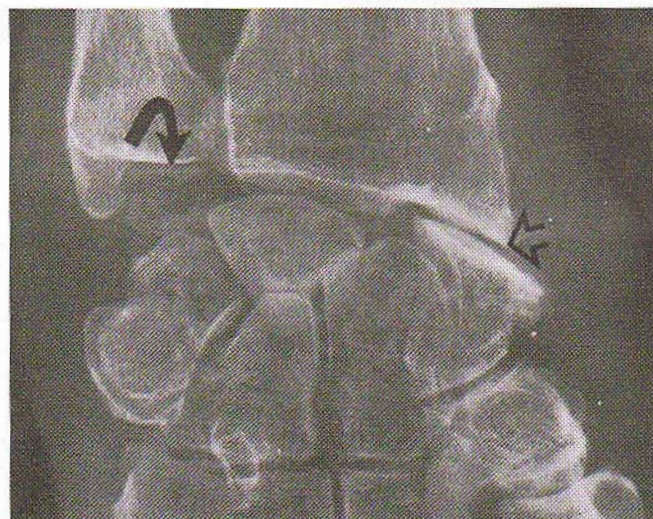


Fig. 19. — CCA, forme sporadique, poignet : incrustation calcique du ligament triangulaire du carpe (flèche courbe) et des cartilages hyalins articulaires. Arthropathie destructrice radio-carpienne prédominant sur le scaphoïde, incrustation calcique et épaissement des tendons en regard.

Les dépôts calciques :

- au niveau des poignets, le ligament triangulaire du carpe représente une zone d'élection de la CCA. Il apparaît sous forme d'une opacité en bande plus ou moins régulière, de densité variable, tendue entre la styloïde cubitale et la surface articulaire radiale de l'articulation radio-cubitale inférieure (fig. 19),

- les cartilages hyalins articulaires des os du carpe sont le siège de lisérés opaques en général partiels. Les plus fréquemment observés se situent au niveau de l'interligne semi-lunaire pyramidal; plus rarement, ils intéressent les interlignes scapho-trapézien et radio-carpien.

- les tendons péri-articulaires peuvent également être le siège d'incrustations calciques, en particulier les tendons des fléchisseurs au niveau du canal carpien,

- au niveau des doigts, il existe des dépôts nuageux parfois importants et volumineux au niveau de la synoviale, des fibrocartilages méniscaux, des éléments capsulo-



Fig. 20. — CCA, atteintes métacarpo-phalangiennes :

A) CCAD, forme familiale, volumineuses masses calcifiées denses synoviales et capsulo-ligamentaires au niveau des métacarpo-phalangiennes;
B) forme sporadique, images de topographie analogue, mais de moindre densité et de volume plus restreint.

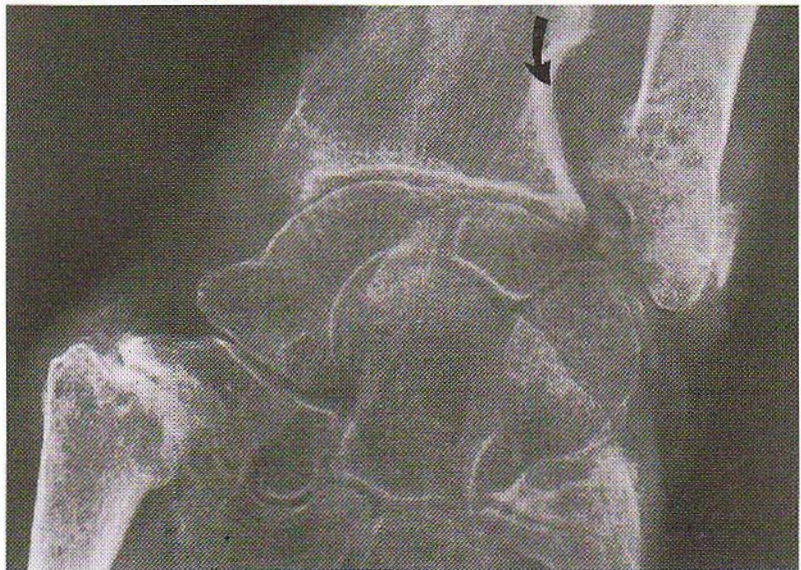


Fig. 21. — CCA, forme sporadique, poignet : importante arthropathie destructrice cubito-radiale inférieure. Incrustations calciques du ligament triangulaire du carpe et des tendons péri-cubitaires.

ligamentaires. Les atteintes prédominent en règle sur les articulations métacarpophalangiennes (fig. 20).

Les arthropathies destructrices :

Au niveau du carpe, elles atteignent surtout l'extrémité inférieure du radius qui est creusée de géodes par le scaphoïde ou le semi-lunaire parfois remaniés eux-aussi par des pertes de substance.

Parfois, c'est l'extrémité inférieure du cubitus qui est érodée (fig. 21).

L'arthropathie pseudo-arthrosique scapho-trapézienne isolée, sans altération de l'articulation trapézo-métacarpienne doit faire évoquer la CCA de même que l'arthropathie pseudo-arthrosique radio-carpienne [49].

5. CCA des chevilles et des pieds

Les dépôts calciques sur les cartilages hyalins sont surtout visibles au niveau de l'articulation tibio-tarsienne, de profil.

Certaines incrustations calciques tendineuses sous forme de striations dessinant les enthèses sont souvent visibles en des endroits caractéristiques (fig. 22) :

- tendon du long péronier latéral, à proximité de la base du 5^e métatarsien,
- aponévrose plantaire,
- tendon d'Achille.

Les arthropathies destructrices sont rarement observées au niveau du pied.

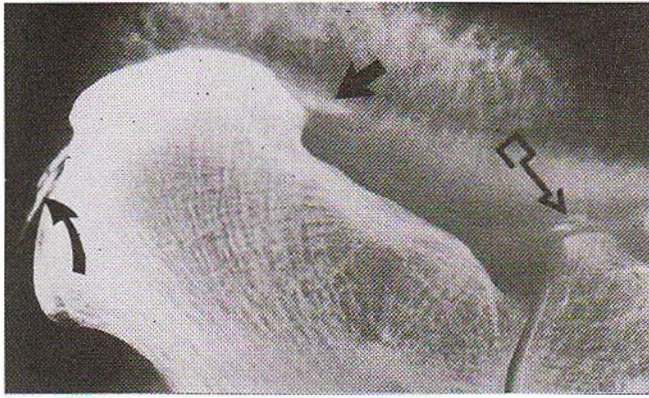


Fig. 22. — CCA, forme sporadique, pied, incrustations caractéristiques :

- du tendon du long péronier latéral (flèche creuse)
- de l'aponévrose plantaire (flèche pleine droite)
- du tendon d'Achille (flèche courbe pleine).

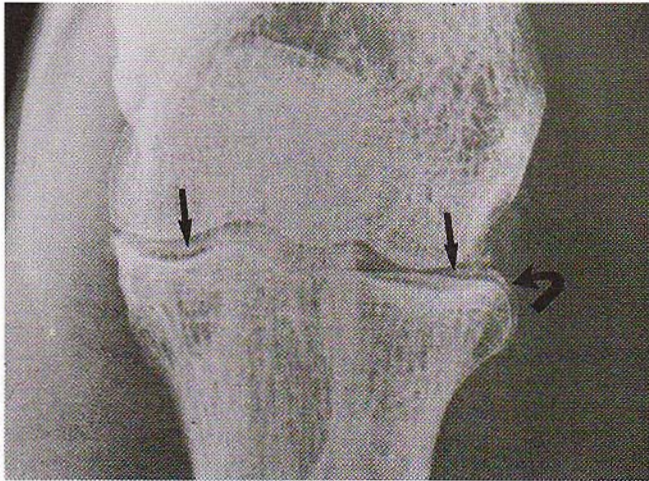


Fig. 23. — CCA, forme sporadique : coude, incrustation calcique des cartilages hyalins articulaires et du ligament annulaire.

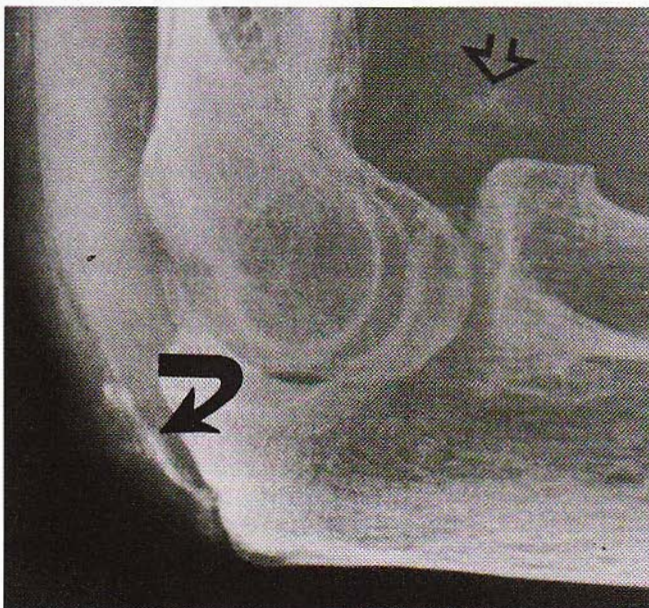


Fig. 24. — CCA, forme sporadique : coude, incrustation calcique du tendon du triceps brachial.

6. CCA du coude

Les dépôts calciques :

Ils intéressent, outre les cartilages hyalins articulaires de la tête radiale et de la trochlée humérale, l'ensemble des structures ligamentaires, en particulier de ligament annulaire (fig. 23) et la synoviale où elles constituent parfois de gros amas nuageux. Les tendons d'insertion du biceps et du brachial antérieur mais surtout du triceps brachial sur l'olécrâne sont assez souvent incrustés de stries opaques (fig. 24). La bourse séreuse rétro-olécrânienne peut elle aussi être le siège de dépôts calciques.

Les arthropathies destructrices avec volumineuses excroissances ostéophytiques et importantes érosions épiphysaires ressemblent à une arthrose caricaturale ou à une arthropathie syringomyélique.

7. CCA du rachis

Les localisations rachidiennes de la CCA sont fréquentes (30 % des cas) mais souvent difficiles à explorer chez des sujets âgés. Le scanner en permet une analyse très précise. Les localisations sont surtout lombaires et dorsales; l'atteinte du rachis cervical est surtout observée dans les CCAD familiales ou dans les formes sporadiques étendues.

Les dépôts calciques :

Les plus évidents, en radiographie conventionnelle comme au scanner, intéressent les disques intervertébraux. C'est l'ensemble du tissu fibro-lamellaire qui est le siège d'incrustations linéaires curvilignes comme le précisent parfaitement bien les coupes scanographiques. L'anneau fibreux périphérique est souvent encore plus opaque tandis que le nucleus n'est qu'exceptionnellement incrusté de



Fig. 25. — CCA, forme familiale, rachis : importantes calcifications diffuses de l'anneau fibreux discal qui fait saillie en avant et en arrière tout en restant en deçà des ostéophytes de la spondylose déformante. Images d'incrustations calciques des plaques cartilagineuses hyalines des corps vertébraux (flèches courbes).

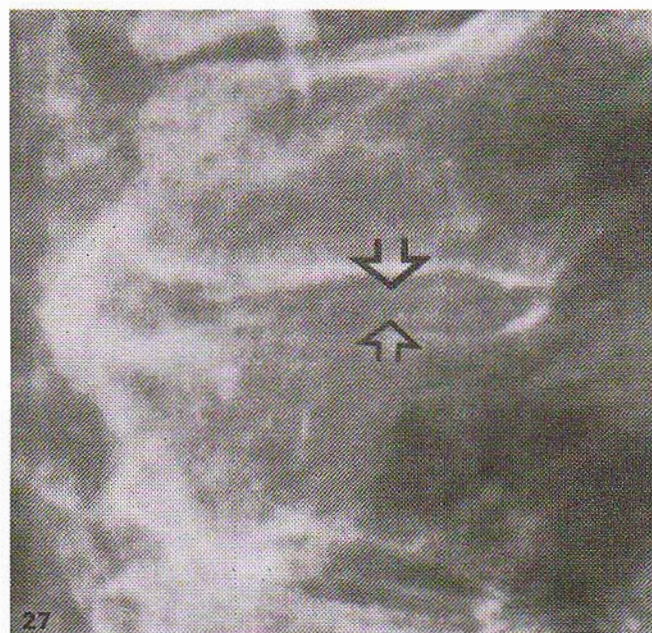
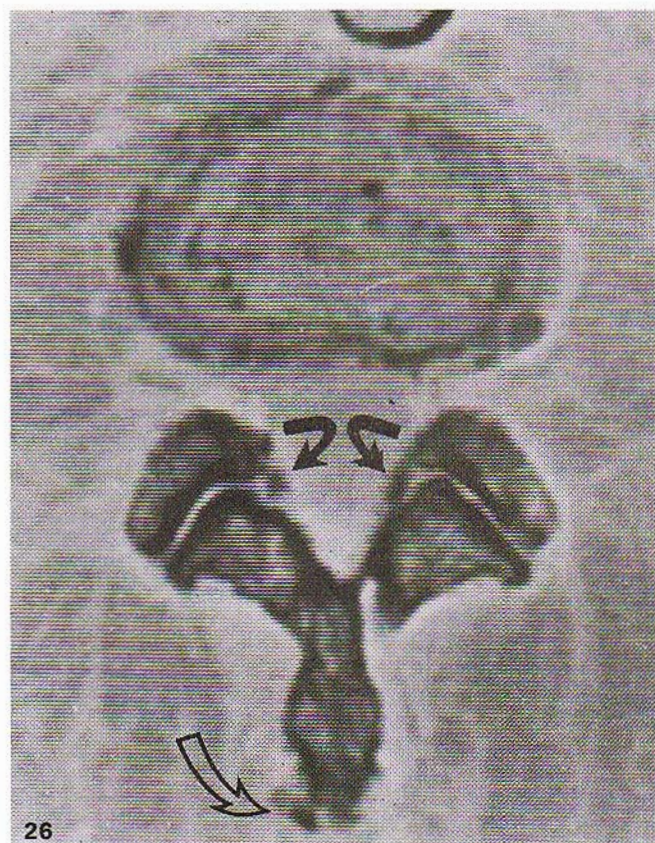


Fig. 26. — CCA, forme familiale, rachis, scanner : incrustation calcique de l'ensemble de l'anneau fibreux du disque. Noter la présence de calcifications ligamentaires au niveau des articulations inter-apophysaires (flèches courbes) et des ligaments inter-épineux (flèche creuse).

Fig. 27. — CCA, forme sporadique, rachis : images de « doublet » liées à l'incrustation calcique des plaques cartilagineuses hyalines.

calcium. Ces aspects sont donc radicalement opposés à ceux observés dans les nucléopathies calcifiantes (fig. 25, 26). Lorsque le disque se pince, les calcifications bombent en avant et en arrière, tout en restant en dedans des ostéophytes de la spondylose déformante généralement associée.

Des incrustations calciques des plaques cartilagineuses hyalines des plateaux vertébraux sont observées, si les clichés sont de bonne qualité, au niveau du rachis dorsal et lombaire (fig. 27). Elles réalisent un aspect de « doublet » de la corticale dont elles restent séparées par un espace clair. L'identification de ces images, qui peuvent être facilement simulées par un mauvais centrage, est parfois délicate.

Certaines structures ligamentaires sont également le siège d'incrustations calciques; ce sont en particulier le ligament transverse de l'atlas et les ligaments péri-odontoïdiens, (ligaments occipito-odontoïdiens latéraux et ligament cruciforme) qui, au scanner, sont pratiquement constamment atteints et conduisent à des images spécifiques [3, 10, 11, 48] (fig. 28).

Au niveau des ligaments jaunes, on observe très souvent des opacités nodulaires, en particulier à l'étage lombaire (fig. 29).

Des incrustations calciques ont également été observées sur le plan anatomique au niveau du ligament vertébral commun postérieur, des ligaments interépineux et sus-épineux, ainsi que dans des ligaments sacro-iliaques et

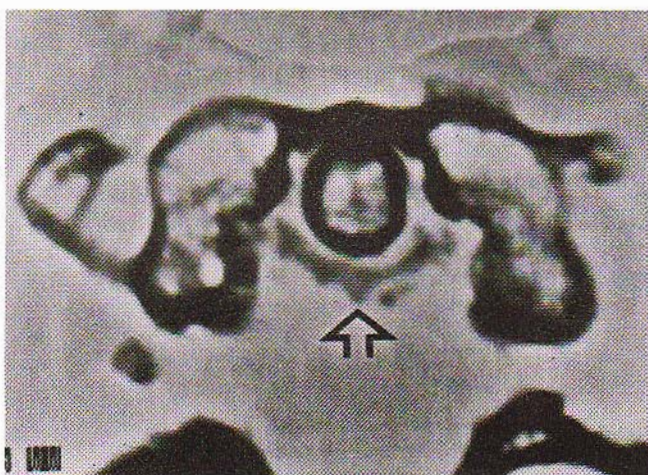


Fig. 28. — CCA, formes sporadiques, charnière occipito-vertébrale :

A) importantes incrustations calciques du ligament transverse de l'atlas et des ligaments péri-odontoïdiens;

B) aspect analogue chez une autre malade.

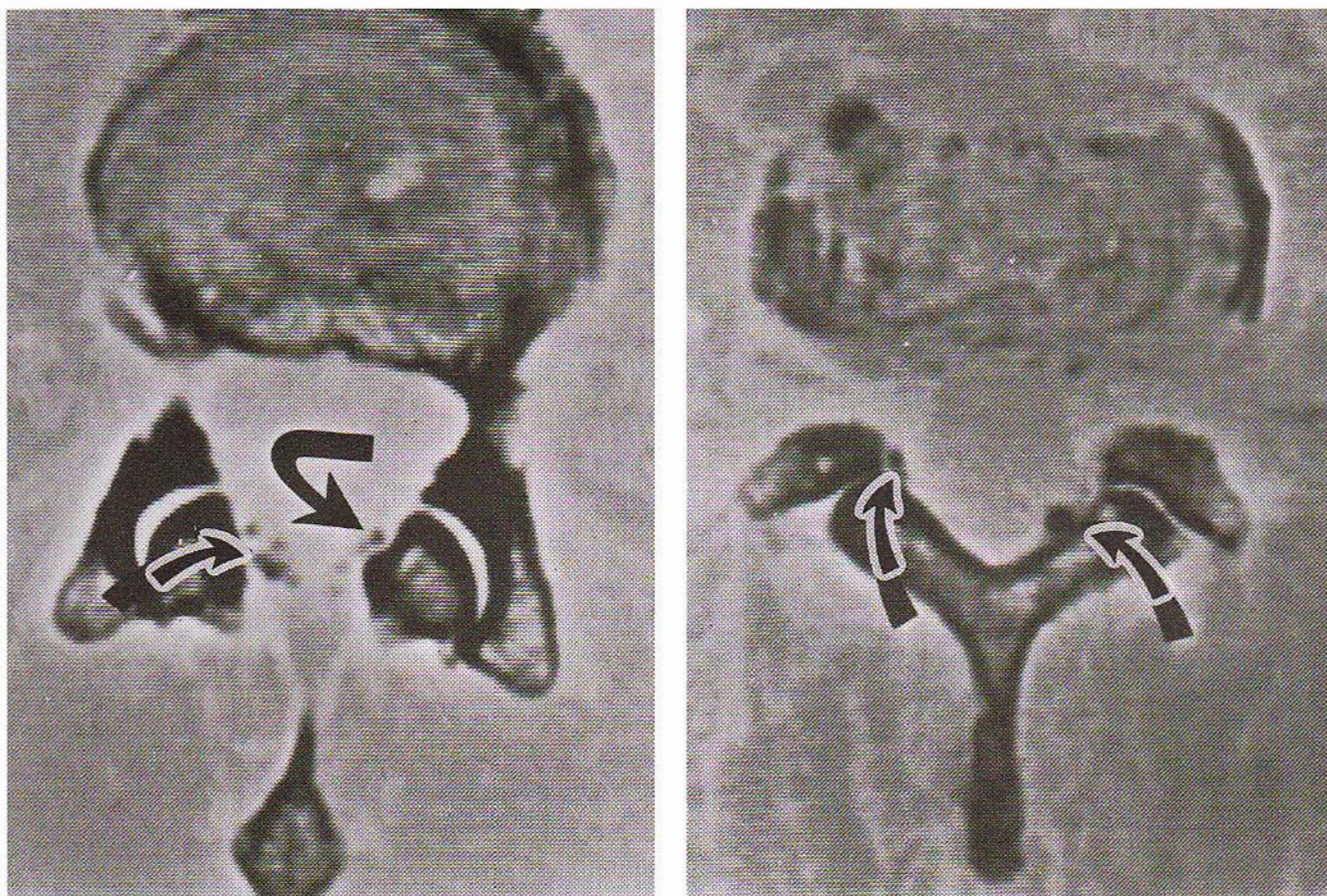


Fig. 29. — CCA, formes familiales, rachis, arc postérieur :

A) incrustations calciques du ligament jaune à gauche et des ligaments péri-articulaires postérieurs à droite. Importante incrustation calcique de l'anneau fibreux discal;

B) autre malade : calcifications des ligaments jaunes et des ligaments péri-articulaires postérieurs.

les bourses séreuses interépineuses [48].

Sur les articulations interapophysaires, il est très difficile de mettre en évidence l'incrustation calcique du cartilage hyalin, par contre les éléments capsulo-ligamentaires sont souvent partiellement calcifiés.

Des arthropathies destructrices assez rares (7 % des cas) ont été rapportées au niveau du rachis où elles associent à un pincement discal majeur, une ostéosclérose irrégulière parfois étendue des plateaux vertébraux [39]. L'aspect radiologique fait discuter une spondylodiscite infectieuse à évolution subaiguë ou une arthrose érosive. Certaines formes comportant une exophytose exubérante peuvent rappeler les atteintes tabétiques.

CONCLUSION

Toutes les articulations peuvent être atteintes au cours des CCA : articulations acromio et sterno-claviculaires, articulations temporo-maxillaires [60]. L'exploration scannerographique vient compléter les techniques radiographiques classiques auxquelles de nombreuses atteintes échappaient.

Le déterminisme des localisations de la CCA est mal connu; l'examen des atteintes tendineuses incite à penser que c'est aux endroits de sollicitations et de contraintes mécaniques maximales qu'apparaissent les incrustations calciques. Il en va d'ailleurs de même pour les atteintes articulaires et il est vraisemblable que les micro-traumatismes locaux répétés, ont un rôle majeur dans l'apparition des dépôts de cristaux de PPCD.

La bonne connaissance de la très riche séméiologie radiologique des CCA doit permettre d'en poser facilement le diagnostic, même dans les formes délicates, lorsque les incrustations calciques des éléments cartilagineux sont mal visibles.

L'étude des autres « articulations-cibles » de la maladie, le recours au scanner, sont alors d'un précieux secours.

Le problème majeur, qui reste encore souvent en suspens, est celui de la signification réelle de la CCA : simple témoin radiologique et biochimique de la senescence articulaire dans un bon nombre de cas; authentique arthropathie métabolique invalidante et génétiquement transmissible dans d'autres.

Bibliographie

- [1] AMOR B., GUIDET P., DEBRIEU F. — Aspects radiologiques des calcifications dans la maladie des calcifications tendineuses multiples et la chondrocalcinose. *J. Radiol. Électrol. Med. Nucléaire*, 1972, 53, 444-448.
- [2] AMOR B., GUIRAUDON C. — Arthropathies micro-cristalines. *Gaz. Med. Fr.*, 1967, 3, 3479-3498.
- [3] BURGUET J.L., SICK H., DIRHEIMER Y., WACKENHEIM A. — Computed tomography of the main ligaments of the cervico-occipital hinge. *Neuroradiology*, 1985, 27, 112-118.
- [4] BENOIST M., BLOCH-MICHEL H., KAHN M.F., POLACK Y. — Les manifestations vertébrales de la chondrocalcinose articulaire. A propos de 80 observations. *Rev. Rhum.*, 1980, 47, 337-343.
- [5] BENSASSON M., DORFMANN H., PEREZ-BUSQUIER M., SOLNICA J., MERY C., KAHN M.F., DE SEZE S. — Étude radiographique de la main dans 50 cas de chondrocalcinose articulaire primitive; comparaison avec une série de 100 témoins. *Rev. Rhum.*, 1975, 44, 555-557.
- [6] BYWATERS E.G.L., HAMILTON E.B.D., WILLIAMS R. — The spine in idiopathic haemochromatosis. *Ann. Rheum. Dis.*, 1971, 30, 453.
- [7] CASWELL A., GUILLAND-CUMMING D.F., HEEARN P.R., MAC GUIRE M.K.B., RUSSELL R.G.G. — Pathogenesis of chondrocalcinosis and pseudogout. Metabolism of inorganic pyrophosphate and production of calcium pyrophosphate dihydrate crystals. *Ann. Rheum. Dis.*, 1983, 42, Suppl. 27.
- [8] DIEPPE P.A., ALEXANDER G.T.M., JONES H.E., DOHERTY M. — Pyrophosphate arthropathy: a clinical and radiological study of 105 cases. *Ann. Rheum. Dis.*, 1982, 41, 371-376.
- [9] DIEPPE P.A., DOYLE D.V., HUSKISSON E.C., WILLOUGHBY D.A. — Mixed crystal deposition disease and osteo-arthritis. *Brit. Med. J.*, 1978, 58, 150-151.
- [10] DIRHEIMER Y., BENSIMON C., CHRISTMANN D., WACKENHEIM C. — Syndesmo-odontoid joint and calcium-pyrophosphate deposition disease (C.P.P.D.). *Neuroradiology*, 1983, 25, 319-321.
- [11] DIRHEIMER Y., WACKENHEIM C., DIETEMANN J.L. — Calcification of the transverse ligament in calcium dihydrate deposition disease (C.P.P.D.). *Neuroradiology*, 1985, 27, 87.
- [12] FAM A.G., TOPP J.R., STEIN H.B., LITTLE A.H. — Clinical and roentgenographic aspects of pseudogout: a study of 50 cases and a review. *Can. Med. Assoc. J.*, 1981, 124, 545-551.
- [13] FAUQUERT F., VOISIN P., BROUSSE A., LE GOFF P. — La chondrocalcinose articulaire localisée (à propos d'une observation). *Rhumatologie*, 1985, 37, 23-27.
- [14] FAURE G., NETTER P., MALAMAN B., STEINMETZ J., GAUCHER A. — Hereditary pyrophosphate arthropathy. *Scand. J. Rheumatol.*, 1981, 10, 159-160.
- [15] GAUCHER A., FAURE G., NETTER P., MALAMAN B., STEINMETZ J. — Identification of microcrystals in synovial fluids by combined scanning electron microscopy and X-Ray diffraction: application to triclinic calcium pyrophosphate dihydrate. *Biomedicine*, 1977, 27, 242-244.
- [16] GAUCHER A., FAURE G., NETTER P., POUREL J., DUHEILLE J. — Identification des cristaux observés dans les arthropathies destructives de la chondrocalcinose. *Rev. Rhum.*, 1977, 44, 407-414.
- [17] GAUCHER A., PERE P., BANNWARTH B. — Les chondrocalcinoses articulaires. Cliniques Rhumatologiques, 1986, laboratoires Cassenne ed.
- [18] GENANT H.K. — Roentgenographic aspect of calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease (pseudogout). *Arthritis Rheum.*, 1976, 19, 307-328.
- [19] GERSTER J.C. — Manifestations cliniques en rapport avec des dépôts extra-articulaires de pyrophosphate de calcium. *Rhumatologie*, 1982, 34, 437-440.
- [20] GERSTER J.C., BAUD C.A., LAGIER R., BOUSSINA I., FALLET G.H. — Tendon calcifications in chondrocalcinosis. *Arthritis Rheum.*, 1977, 20, 717-723.
- [21] GERSTER J.C., HAUSER H., FALLET G.H. — Xeroradiographic techniques applied to assessment of Achilles tendon in inflammatory or metabolic diseases. *Ann. Rheum. Dis.*, 1975, 34, 479-488.
- [22] GERSTER J.C., LAGIER R., BOIVIN G. — Olecranon bursitis related to calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. *Arthritis Rheum.*, 1982, 25, 989-996.
- [23] GERSTER J.C., LAGIER R., BOIVIN G., SCHNEIDER C. — Carpal tunnel syndrome in chondrocalcinosis of the wrist. *Arthritis Rheum.*, 1980, 23, 926-931.
- [24] GERSTER J.C., RAPPOPORT G., GINALSKI J.M. — Prevalence of periarticular calcification in pyrophosphate arthropathy and their relation to nodal osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 1984, 43, 255-257.
- [25] HAMILTON E.B.D. — Diseases associated with C.P.P.D. deposition disease. *Arthritis Rheum.*, 1976, 19, 353-357.
- [26] HAMZA H., MOALLA M., BEN AYED H. — A propos de la calcification du cul-de-sac sous-quadricepsal dans la chondrocalcinose articulaire. *Nouv. Press. Med.*, 1980, 9, 1780.
- [27] HELMS C.A., CHAPMAN G.S., WILD J.H. — Charcot like joints in calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease. *Skeletal Radiol.*, 1981, 7, 55-58.
- [28] HORREARD P., CHEVROT A., GODEFROY D., ZENNY J.L., PALLARDY G. — Arthropathies métaboliques (goutte exceptée). *Encycl. Med. Chir.*, Paris, Radiodiagnostic I-II, 31 316 A10, 9, 1982.
- [29] ISHIKAWA K. — Chondrocytes that accumulate proteoglycans and inorganic pyrophosphate in the pathogenesis of chondrocalcinosis. *Arthritis Rheum.*, 1985, 28, 118-120.
- [30] KOHN N.N., HUGHES R.E., MAC CARTY D.J., FAIRES J.S. — The significance of calcium phosphate crystals in the synovial fluid of arthritic patients: the « pseudogout syndrome » II identification of crystals. *Ann. Intern. Med.*, 1962, 56, 738-745.
- [31] LAGIER R. — L'approche anatomopathologie du concept de chondrocalcinose articulaire. *Rhumatologie*, 1981, 33, 421-437.
- [32] LAGIER R., OTT H. — Place de la chondrocalcinose en pathologie articulaire. *Radiol. Chir.*, 1969, 38, 115-131.
- [33] LAGIER (R.), WILDI (E.). — Fréquence de la chondrocalcinose dans une série de 1 000 disques intervertébraux excisés chirurgicalement. *Rev. Rhum.*, 1979, 46, 303-307.
- [34] LING (D.), MURPHY (W.A.), KYRIAKOS (M.). — Tophaceous pseudogout. *Am. J. Roentgenol.*, 1982, 138, 162-165.
- [35] LUST (G.), FAURE (G.), NETTER (P.), GAUCHER (A.), SEEGLER (J.E.). — Evidence of a generalized metabolic defect in patients with hereditary chondrocalcinosis. *Arthritis Rheum.*, 1981, 24, 1517-1521.
- [36] MAC CARTY (D.J.). — Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. *Arthritis Rheum.*, 1976, 19, 275-285.
- [37] MAC CARTY (D.J.). — Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease: nomenclature and diagnostic criteria. *Ann. Intern. Med.*, 1977, 87, 240-242.
- [38] MAC CARTY (D.J.). — Pseudogout and pyrophosphate metabolism. *Adv. Int. Med.*, 1980, 25, 363-390.
- [39] MAC CARTY (D.J.), KOHN (N.N.), FAIRES (J.S.). — The significance of calcium phosphate crystals in the synovial fluid of arthritic patients: the « pseudogout syndrome » I Clinical aspects. *Ann. Intern. Med.*, 1962, 56, 711-737.
- [40] MAC CARTY (D.J.), SILCOX (D.C.), COE (F.), JACOBELLI (S.), REISS (E.), GENANT (H.), ELLMAN (M.). — Diseases associated with calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition. *Am. J. Med.*, 1974, 56, 704-714.
- [41] MAGNET (J.L.), STRAUSS (J.), TAVERNIER (C.), DENTAN (S.). — Formes rares de la chondrocalcinose de l'épaule. *Rhumatologie*, 1985, 37, 17-22.
- [42] MARTEL (W.), CHAMPION (C.K.), THOMPSON (G.R.), CARTEL (T.L.). — A roentgenologically distinctive arthropathy in some patients with the pseudogout syndrome. *Am. J. Roentgenol.*, 1970, 109, 587-605.
- [43] MARTEL (W.), MACCARTER (D.K.), SOLSKY (M.A.), GOOD (A.E.). — Further observations on the arthropathy of calcium pyrophosphate crystal deposition disease. *Radiology*, 1981, 141, 1-15.
- [44] MENKES (C.J.), SIMON (F.), DELRIEU (F.), FOREST (M.). — Destructive arthropathy in chondrocalcinosis articularis. *Arthritis Rheum.*, 1976, 19, 329-348.
- [45] PIBAROT (M.L.). — Chondrocalcinose articulaire familiale au Québec. Thèse Méd. Paris VII (Saint-Antoine), 1980, n° 229.
- [46] POURQUERY (F.). — La chondrocalcinose articulaire diffuse (état actuel de la question, revue de la littérature). Thèse Méd. Paris XIII (Bobigny), 1979, n° 65.
- [47] RESNICK (D.), NIWAYAMA (G.), GOERGEN (T.G.), UTSINGER (P.D.), SHAPIRO (R.F.), HASLWOOD (D.H.), WLESNER (K.B.). — Clinical, radiographic and pathologic abnormalities in calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease (CPPD): pseudogout. *Radiology*, 1977, 122, 1-15.
- [48] RESNICK (D.), PINEDA (C.). — Vertebral involvement in calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease Radiographic-pathological correlation. *Radiology*, 1984, 153, 55-60.

- [49] RESNIK (D.), WILLIAMS (G.), WEISMAN (M.H.), SLAUGHTER (L.). — Rheumatoid arthritis and pseudo-rheumatoid arthritis in calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. *Radiology*, 1980, 140, 615-621.
- [50] ROTHSCHILD (B.M.), ROUND (M.J.). — Subcutaneous crystal deposition in pseudogout. *JAMA*, 1980, 244, 2079-2080.
- [51] SANY (J.), ROSENBERG (F.), SERRE (H.), MIROUZE (J.). — Chondrocalcinose et hypothyroïdie. *Rev. Rhum.*, 1977, 44, 579-584.
- [52] SERRE (H.), SIMON (L.), THÉVENET (A.), BARJON (M.C.). — A propos de la chondrocalcinose articulaire diffuse. Les circonstances étiologiques d'après 30 cas personnellement observés. *Rev. Rhum.*, 1965, 32, 425-430.
- [53] SÈZE (S.) de, RYCKEWAERT (A.), HUBAULT (A.). — La chondrocalcinose articulaire. *Sem. Hosp. Paris*, 1966, 42, 2461-2471.
- [54] SKINNER (M.), COHEN (A.S.). — Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. *Arch. Intern. Med.*, 1969, 123, 636-644.
- [55] SOLNICA (J.), HUBAULT (A.), KAHN (M.F.), RYCKEWAERT (A.), DE SÈZE (S.). — La chondrocalcinose articulaire: étude clinique, biologique, cristallographique et étiologique. *Rev. Rhum.*, 1966, 33, 93-99.
- [56] THOMPSON (G.R.), TING (Y.M.), RIGGS (G.A.), FENN (R.E.), DENNING. — Calcific tendinitis and soft tissue calcification resembling gout. *JAMA*, 1968, 203, 122-130.
- [57] VALENSIN (G.), GLIMET (T.). — Bursites et kystes synoviaux de la hanche. *Actual. Rhumatol.*, 1984, 21, 121-137.
- [58] VILLAUMEY (J.), AVOUAC (B.). — La chondrocalcinose articulaire. *Encycl. Med. Chir., Appareil Locomoteur*, 1981, 14271 A10.
- [59] WALTZING (P.), BRÉVILLE (Ph.), DU LAC DE FUGÈRES (Y.). — La calcification du cul-de-sac quadricipital, un nouveau signe associé à la chondrocalcinose articulaire. *Nouv. Press. Med.*, 1980, 9, 41.
- [60] WILKINS (E.), DIEPPE (P.), MADDISON (P.), EVISON (G.). — Osteoarthritis and articular chondrocalcinose in the elderly. *Ann. Rheum. Dis.*, 1983, 42, 280-284.
- [61] ZEMPLENYI (J.), CALCATERRA (T.C.). — Chondrocalcinosis of the temporomandibular joint. *Arch. Otolaryngol.*, 1985, 111, 403-405.
- [62] ZITMAN (D.), SITAJ (S.). — Chondrocalcinosis articularis. *Ann. Rheum. Dis.*, 1963, 22, 142-152.

PRIX MASSON — JEAN-PIERRE MONNIER

La Société Française de Radiologie Médicale vient de nous informer que le « Prix MASSON — Jean-Pierre MONNIER » du Journal de Radiologie a été décerné à Monsieur le Docteur A. Aymard (Paris), pour son travail sur le « Traitement endovasculaire des anévrismes du tronc vertébro-basilaire ».

COURS D'INITIATION A LA TOMODENSITOMÉTRIE RACHIDIENNE STRASBOURG, LES 12 ET 13 FÉVRIER 1987

organisé par le Dr J.-L. Dietemann
avec la collaboration du Prof. J.-F. Bonneville (Besançon) et des Drs J.-C. Dosch (Strasbourg) et M. Runge (Besançon)

à l'institut de radiologie (Prof. A. Wackenheim)
11, rue Humann — Strasbourg

Cours théoriques concernant les aspects scanographiques normaux et pathologiques du rachis.

Lecture de plus de 200 dossiers scanographiques.

Nombre d'inscriptions limitées à 30.

Renseignements: Docteur J.-L. Dietemann:

Service de Radiologie 1. Unité de scanographie,
Pavillon Clovis-Vincent, Hospices civils. Hôpital central,
1, place de l'hôpital, B.P. 426, 67091 Strasbourg cedex.
Tél.: 88-36-71-11, poste 2784.

JOURNÉES INTERNATIONALES FRANCOPHONE D'IMAGERIE

MONTPELLIER: 13, 14, 15 MAI 1987

Thorax — Cœur — Vaisseaux
Radiologie interventionnelle

Pr. J.-P. Senac

Dr. J. Giron

Renseignements:

Secrétariat Service de Radiologie Centrale, Hôpital
Saint-Charles — Rue Auguste Broussonnet, 34059 Mont-
pellier Cedex — Tél. 67-33-66-90.

LES TUMEURS DU FOIE

Vendredi 27 mars 1987, Hôpital Pontchaillou, Amphithéâtre BRETAGNE, RENNES

Secrétariat administratif:

Mme M.A. GAULTIER. Service de Radiologie, Hôpital
Sud — Boulevard de Bulgarie, 35006 Rennes Cedex. Tél.
99-26-71-55.

COURS D'INITIATION A LA TOMODENSITOMÉTRIE CRANIO-CÉRÉBRALE

STRASBOURG DU 15 AU 19 JUIN 1987

organisé par J.-L. Dietemann
à l'institut de radiologie (Professeur A. Wackenheim)
11, rue Humann, Strasbourg

Technique, radio-anatomie normale, pièges, pathologies tumorales, vasculaires, traumatiques, hypophysaires et orbitales.

Scanographie du rocher, de la charnière cervico-occipitale, du pharynx et du larynx.

Cours magistraux, travaux pratiques et dirigés avec lecture de plus de 400 dossiers, séance d'auto-évaluation.
Nombre d'inscriptions strictement limité à 30 participants.

Renseignements: Docteur J.-L. Dietemann:

Service de Radiologie 1. Unité de scanographie,
Hospices civils. Hôpital central, 1, place de l'hôpital, B.P.
426, 67091 Strasbourg cedex, Tél.: 88-36-71-11, poste 2784.