



**HAL**  
open science

# Prédiction de la nature des tumeurs cartilagineuses endosseuses à partir de l'imagerie : étude rétrospective observationnelle de 127 tumeurs

Harold Chiron

► **To cite this version:**

Harold Chiron. Prédiction de la nature des tumeurs cartilagineuses endosseuses à partir de l'imagerie : étude rétrospective observationnelle de 127 tumeurs. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-04146240

**HAL Id: dumas-04146240**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04146240v1>

Submitted on 29 Jun 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° 2021ANT110/11

**PREDICTION DE LA NATURE DES TUMEURS CARTILAGINEUSES  
ENDOSSEUSES A PARTIR DE L'IMAGERIE.**

ETUDE RETROSPECTIVE OBSERVATIONNELLE DE 127 TUMEURS

**Thèse de la Faculté de Médecine Hyacinthe Bastaraud**

**Université des Antilles**

Présentée et soutenue publiquement à l'Hôpital Andrée Rosemon à Cayenne, Soutenue et Examinée par les  
Enseignants de la Faculté de médecine de Toulouse Paul Sabatier et de Paris centre pour le compte de la Faculté des  
Antilles

Le 30/09/2021

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN MEDECINE**

**Par**

**Harold CHIRON**

Directeur de thèse : Professeur Marie FARUCH-BILFELD

Examineurs de la thèse : M. SANS Nicolas

M. BONNEVIALLE PAUL

Mme GOMEZ-BROUCHET Anne

Mme FARUCH-BILFELD Marie

M. De BAZELAIRE Cédric

Mme RICARD Claire

M. AZIZA Richard

Professeur (Président)

Professeur

Professeur

Professeur

Professeur

Docteur en Médecine

Docteur en Médecine

**L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :**



Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).

Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.

Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

**Consulter la licence creative commons complète en français :**  
**<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>**

**Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par**



# UNIVERSITE DES ANTILLES

\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*

## FACULTE DE MEDECINE HYACINTHE BASTARAUD

\*\*\*

**Président de l'Université :** Eustase JANKY

**Doyen de la Faculté de Médecine :** Suzy DUFLO

**Vice-Doyen de la Faculté de Médecine:** Christophe DELIGNY

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers	
<b>Pascal BLANCHET</b>	<b>Chirurgie Urologique</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 13 95
<b>André-Pierre UZEL</b>	<b>Chirurgie Orthopédique et Traumatologie</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 14 66
<b>Pierre COUPPIE</b>	<b>Dermatologie</b> CH de CAYENNE Tel : 05 94 39 53 39
<b>Thierry DAVID</b>	<b>Ophtalmologie</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 14 55
<b>Suzy DUFLO</b>	<b>ORL – Chirurgie Cervico-Faciale</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 93 46 16
<b>Eustase JANKY</b>	<b>Gynécologie-Obstétrique</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel 05 90 89 13 89
<b>François ROQUES</b>	<b>Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 22 71
<b>Jean ROUDIE</b>	<b>Chirurgie Digestive</b>

	<p>CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 21 01 - Tel : 05 96 55 22 71</p>
<b>Jean-Louis ROUVILLAIN</b>	<p><b>Chirurgie Orthopédique</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 22 28</p>
<b>André CABIE</b>	<p><b>Maladies Infectieuses</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 23 01</p>
<b>Philippe CABRE</b>	<p><b>Neurologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 22 61</p>
<b>Raymond CESAIRE</b>	<p><b>Bactériologie-Virologie-Hygiène option virologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 24 11</p>
<b>Maryvonne DUEYMES-BODENES</b>	<p><b>Immunologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 24 24</p>
<p>Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (Suite)</p>	
<b>Annie LANNUZEL</b>	<p><b>Neurologie</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 14 13</p>
<b>Louis JEHEL</b>	<p><b>Psychiatrie Adulte</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 44</p>
<b>Mathieu NACHER</b>	<p><b>Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention</b> CH de CAYENNE Tel : 05 94 93 50 24</p>
<b>Magalie DEMAR - PIERRE</b>	<p><b>Parasitologie et Infectiologie</b> CH de CAYENNE Tel : 05 94 39 53 09</p>
<b>Vincent MOLINIE</b>	<p><b>Anatomie Cytologie Pathologique</b> CHU de FORT DE FRANCE Tel : 05 96 55 20 85/55 23 50</p>
<b>Philippe KADHEL</b>	<p><b>Gynécologie-Obstétrique</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 13 20</p>
<b>Michel DEBANDT</b>	<p><b>Rhumatologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE</p>

	Tel : 05 96 55 23 52
<b>Karim FARID</b>	<b>Médecine Nucléaire</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 21 67
<b>Mehdi MEJDOUBI</b>	<b>Radiodiagnostic et imagerie Médicale</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 21 84
<b>Rémi NEVIÈRE</b>	<b>Physiologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 00
<b>Christian SAINTE-ROSE</b>	<b>Radiodiagnostic et imagerie Médicale</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 00
<b>Sébastien BREUREC</b>	<b>Bactériologie &amp; Vénérologie</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 12 80
<b>Félix DJOSSOU</b>	<b>Maladies infectieuses et tropicales</b> CH de CAYENNE Tel : 05 94 39 50 50
<b>Nicolas VENISSAC</b>	<b>Chirurgie thoracique et cardiovasculaire</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 00
<b>Moustapha DRAMÉ</b>	<b>Épidémiologie, Économie de la Santé</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 00
<b>Christophe DELIGNY</b>	<b>Médecine Interne</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 22 55
Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (Suite)	
<b>Narcisse ELENGA</b>	<b>Pédiatrie</b> CH de CAYENNE Tel : 05 94 39 77 37
<b>Nadège CORDEL</b>	<b>Dermatologie &amp; Vénérologie</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
<b>Harold MERLE</b>	<b>Ophtalmologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE

	Tel : 05 96 55 20 00
<b>Pierre-Marie ROGER</b>	<b>Maladies infectieuses et tropicales</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
<b>Maturin TABUE TEGUO</b>	<b>Médecine interne : Gériatrie et Biologie du vieillissement</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
<b>CORDEL-WATTIER Nadège</b>	<b>Dermato-vénérologie</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10

<b>Professeur de Médecine Générale</b>	
<b>Jeannie HELENE-PELAGE</b>	<b>Médecine Générale</b> CHU de Pointe-à-Pitre / Cabinet libéral Tel : 05 90 84 44 40

<b>Professeur Associé de Médecine Générale</b>	
<b>Franciane GANE-TROPLENT</b>	<b>Médecine générale</b> Cabinet libéral les Abymes Tel : 05 90 20 39 37

<b>Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers</b>	
<b>Jocelyn INAMO</b>	<b>Cardiologie</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 23 72 - Fax : 05 96 75 84 38
<b>Fritz-Line VELAYOUDOM épouse CEPHISE</b>	<b>Endocrinologie</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 13 03
<b>Marie-Laure LALANNE-MISTRIH</b>	<b>Nutrition</b> CHU de POINTE- À -PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 13 00
<b>Moana GELU-SIMEON</b>	<b>Gastroentérologie hépatologie</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
<b>Véronique BACCINI</b>	<b>Hématologie</b>

	CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
<b>Laurent BRUREAU</b>	<b>Urologie</b> CHU de POINTE-A-PITRE/ABYMES Tel : 05 90 89 10 10
Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers (Suite)	
<b>Clarisse JOACHIM-CONTARET</b>	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b> CHU de FORT- DE - FRANCE Tel : 05 96 55 20 00

Maître de Conférence des Université de Médecine Générale	
<b>Philippe CARRERE</b>	<b>Médecine générale</b>

Maître de Conférence Associé de Médecine Générale	
<b>Franck MASSE</b>	<b>Médecine générale</b>
<b>KANGAMBEGA-CHATEAU-DEGAT Walé</b>	<b>Médecine générale</b>



**A notre Maître et Président de jury**

**Monsieur le professeur Nicolas SANS**

*Professeur des Universités Praticien Hospitalier en Radiologie Chef de service de Radiologie du CHU Purpan*

C'est un véritable honneur de vous avoir en tant que président du jury.

J'admire vos compétences scientifiques et votre capacité à être sur tous les fronts pour mener votre service de radiologie au CHU de Purpan à l'excellence qu'il mérite.

Je vous suis également reconnaissant de m'avoir aidé à venir à Toulouse pendant mon internat.

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

**A ma directrice de thèse,**

**Madame le professeur Marie FARUCH-BILFELD**

*Professeur des Universités - Praticien Hospitalier en  
Radiologie - CHU Purpan*

Je te remercie de m'avoir confié ce travail et de m'avoir soutenu tout au long de sa longue réalisation même dans les moments de doute.

Tes conseils toujours justes et tes compétences m'ont permis d'aborder ce travail avec sérénité. Je te suis reconnaissant de m'avoir fait confiance et suis heureux d'avoir pu travailler avec toi.

Je te remercie également de m'avoir fait profiter de ton enseignement et de ton expérience pendant cette année que j'ai passé au CHU de Purpan.

Reçois l'expression de ma sincère gratitude et de mon profond respect.

**Madame le professeur Anne GOMEZ-BROUCHET**

*Professeur des Universités Praticien Hospitalier Anatomie Pathologique et Histologie-Cytologie*

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse et de juger ce travail et je vous en remercie.

J'admire vos connaissances encyclopédiques sur les tumeurs osseuses et la qualité de ce que l'on apprend à vos côtés lors de notre réunion hebdomadaire du GETO, toujours avec une accessibilité, une élégance et un dynamisme sans faille.

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

**Monsieur le professeur Cédric De BAZELAIRE**

*Professeur des Universités - Praticien Hospitalier en radiologie  
Hôpital Saint-Louis. Coordinateur de DES Radiodiagnostic et  
Imagerie Médicale Antilles-Guyane*

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

Je n'ai pas eu le plaisir de travailler à vos côtés, mais je vous remercie d'apporter votre expertise et vos connaissances afin de juger ce travail.

Je vous considère grandement quant à la capacité que vous avez eu d'assumer le rôle de coordinateur du DES Antilles Guyane, toujours avec une grande souplesse et bienveillance à notre égard.

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

**Monsieur le professeur Paul BONNEVIALLE**

*Professeur des Universités - Praticien Hospitalier en orthopédie Hôpital Purpan, Toulouse*

Je vous suis extrêmement reconnaissant de me faire l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

J'admire la façon dont vous nous présentez la chirurgie, avec tant d'humour mais toujours avec la rigueur et le recul nécessaire.

Merci pour votre implication dans ce travail, votre gentillesse et votre grande disponibilité.

Soyez assuré de mon respect et de mon immense admiration.

**A mon ami, monsieur le docteur Richard AZIZA**

*Praticien Hospitalier en radiologie - IUCT Oncopôle – Toulouse*

Je suis honoré et très heureux que tu aies accepté de siéger dans mon jury de thèse.

Je t'admire pour ta gentillesse, ton humanité, ton ataraxie et ta bonne humeur ; pour ces cimentoplasties où tu fais se relever les patients, tel dieu, et ces biopsies trans-périnéales où tu... (bref).

Je te remercie pour ta volonté de transmettre ton savoir-faire, pouvoir apprendre à tes côtés est une véritable chance.

J'espère pouvoir encore partager avec toi ces moments-là qui sont passés trop vite et d'autres encore, à cheval ou pas.

Merci Richard

**A mon amie et chef de clinique, madame le docteur  
Claire RICARD**

Supérieure (et oui), collègue et surtout amie.

Merci pour toutes ces après-midis passées à discuter plus qu'à faire mon recueil de données.

J'ai finalement suivi tes conseils capillaires pour le jour J de ma thèse !

Je sais que tu aurais préféré ne pas la passer en visioconférence et je suis certain que ta robe en valait le coup. On rattrapera ce moment dès que les beaux jours reviendront, promis !

Tu resteras toujours la N°1 pour tous les bons plans Toulousains.

Encore merci à toi pour tous ces moments, cette thèse est un peu la tienne.

**A Madame le Professeur Magaly ZAPPA**

*Professeur des Universités - Praticien en Radiologie – Hôpital  
Andrée Rosemon Cayenne Guyane Française.*

Tu es une des personnes les plus extraordinaire que je connaisse.

Une épaule solide sur laquelle on peut toujours compter et à qui  
l'on peut tout dire sans retenue.

Tu nous as soutenu même dans nos idées les plus folles...

Tu es un exemple pour moi de ce que doit être un radiologue  
accompli et tu m'as énormément apporté en tant qu'interne mais  
aussi en tant que personne.

Merci d'avoir été ma chef de service pendant cette année en  
Guyane et mon amie pour longtemps j'espère.



**A mon père, à qui je dédie ce travail**

Je te remercie d'avoir toujours été mon repère.

Tu m'as toujours encouragé et soutenu quelque soient mes décisions.

Je suis fier de t'avoir comme père et heureux d'être ton fils.

J'ai reçu un amour sans rien attendre en retour.

J'aimerais tout te dire mais les mots manquent toujours...

Ton fils,

Harold

# REMERCIEMENTS

**A ma mère,**

Le chemin n'est jamais facile.

Il est des soirs d'amour subtil.

Des choses qu'on garde secrètes,

Qui préfèrent rester discrètes.

Dans la profondeur du silence,

Le cœur peut combler la distance.

# REMERCIEMENTS

# REMERCIEMENTS

**A Apolline**

*A mon père...*

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>22</b>
<b>1. Présentation synthétique des tumeurs cartilagineuses</b> .....	<b>24</b>
1.1. Anatomopathologie .....	24
1.2. Caractéristiques propres à chaque tumeur .....	28
1.3. Localisations particulières .....	34
<b>2. Conduite à tenir</b> .....	<b>36</b>
2.1. Problématique diagnostique .....	36
2.2. Prise en charge thérapeutique .....	38
<b>3. Evolution naturelle et problématique du suivi</b> .....	<b>42</b>
3.1. Evolution naturelle .....	42
3.2. Suivi .....	42
<b>4. Traitement</b> .....	<b>45</b>
4.1. Chondromes .....	45
4.2. Chondrosarcomes .....	45
<b>5. Facteurs pronostics</b> .....	<b>48</b>
<b>MATERIEL ET METHODES</b> .....	<b>51</b>
<b>1. Méthode de recueil :</b> .....	<b>51</b>
<b>2. Critères d'inclusion et d'exclusion</b> .....	<b>51</b>
<b>3. Examens d'imagerie</b> .....	<b>51</b>
<b>4. Critères d'analyse</b> .....	<b>52</b>
4.1. Données épidémiologiques .....	52
4.2. Méthode de lecture .....	52
4.3. Critères analysés en imagerie .....	52
<b>5. Etude statistique</b> .....	<b>58</b>
<b>RESULTATS</b> .....	<b>59</b>
<b>1. Caractéristiques épidémiologiques</b> .....	<b>60</b>
1.1. Analyse histologique .....	60
1.2. Genre et âge .....	61
1.3. Caractéristiques topographiques .....	62
<b>2. Caractéristiques d'imagerie</b> .....	<b>67</b>
2.1. Comparaison des caractéristiques d'imagerie entre les chondromes et les chondrosarcomes .....	68
2.2. Comparaison des caractéristiques d'imagerie entre les chondromes et les TCA .....	71
<b>3. Caractéristiques d'imagerie en fonction de la topographie</b> .....	<b>74</b>
3.1. Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs cartilagineuses des mains .....	74

3.2.	Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs cartilagineuses des pieds .....	76
3.3.	Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs des os longs des membres supérieurs (à l'exception des mains) .....	79
3.4.	Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs des os longs des membres inférieurs (à l'exception des pieds) .....	82
<b>4.</b>	<b>Synthèse .....</b>	<b>85</b>
4.1.	Chondrome versus chondrosarcome .....	85
4.2.	Chondrome versus TCA.....	86
<b>DISCUSSION</b> .....		<b>87</b>
<b>1.</b>	<b>Quels sont les critères retenus pour différencier un chondrome d'un chondrosarcome .....</b>	<b>87</b>
1.1.	Genre et Age .....	87
1.2.	Taille :.....	87
1.3.	Localisation .....	88
1.4.	Critères d'imagerie.....	92
<b>2.</b>	<b>Quels sont les critères retenus pour différencier les TCA d'un chondrome ? .....</b>	<b>98</b>
2.1.	Genre et Age .....	98
2.2.	Taille.....	98
2.3.	Localisation .....	98
2.4.	Caractéristiques d'imagerie .....	99
<b>3.</b>	<b>Limites de l'étude.....</b>	<b>103</b>
<b>4.</b>	<b>Nous proposons la démarche diagnostique suivante devant la découverte d'une tumeur cartilagineuse centromédullaire.....</b>	<b>104</b>
4.1.	Confirmer la nature Cartilagineuse de la tumeur .....	104
4.2.	Analyse de la topographie .....	104
<b>Conclusion.....</b>		<b>108</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>108</b>
<b>Table des illustrations .....</b>		<b>113</b>
<b>Table des tableaux .....</b>		<b>114</b>
<b>Table des Figures.....</b>		<b>115</b>
<b>Table des Annexes.....</b>		<b>116</b>
<b>ANNEXES.....</b>		<b>117</b>

## Introduction

Les tumeurs d'origine cartilagineuse (TC) se caractérisent par une grande diversité anatomique, entre des localisations endo et extra-osseuses, et histologique comportant des lésions de gravité progressive. Parmi les tumeurs endo osseuses on distingue la forme bénigne – ou chondrome (Ch) dans sa localisation endoméduillaire – et le groupe des chondrosarcomes (CS) subdivisé en tumeur cartilagineuse atypique (TCA)/ chondrosarcome de grade I (CS1) [TCA terme remplaçant celui de CS1 sur le squelette appendiculaire (1)] et CS de grade 2 et 3 (CS2, CS3) (1). Le diagnostic anatomopathologique définitif est donné par la zone tumorale la plus agressive, plusieurs plages tissulaires différentes peuvent coexister au sein du même site tumoral. Une dégénérescence est possible au sein d'un site tumoral évolutif sur une longue période.

Ces notions histologiques ne sont pas strictement corrélées aux données de l'imagerie conventionnelle ou en coupe et sont source d'une incertitude diagnostique, levée par la biopsie et surtout l'analyse de l'ensemble du tissu tumoral qui apporteront le diagnostic de certitude. Certaines lésions chondromateuses de petite taille, de découverte fortuite et a priori non évolutives sont retrouvées chez 3% des patients ayant eu une IRM de genou et 2% des patients ayant eu une IRM d'épaule (2). Ainsi, le radiologue s'interroge à la découverte d'une tumeur d'allure cartilagineuse sur sa possible nature sarcomateuse. Ce fait est illustré dans une étude comparative diagnostique entre anatomopathologistes et radiologues experts en pathologie tumorale montrant une reproductibilité inter-observateurs très faible vis-à-vis du diagnostic de malignité. (3) Plusieurs auteurs ont cherché à établir la sémiologie en imagerie de chaque type histologique de tumeur cartilagineuse orientant le diagnostic avant la preuve anatomopathologique mais ces données sont incomplètes et parfois approximatives(4-10). Cependant Il apparait que les TC du squelette axial ont un potentiel de malignité nettement supérieur à celles du squelette périphérique et distal (7, 11-15).

A partir d'une série monocentrique observationnelle rétrospective de TC endo-osseuses issue de la collaboration d'un service d'imagerie et de chirurgie, le but de ce travail était 1/ de souligner les caractères épidémiologiques 2/ de préciser la sémiologie en imagerie des divers types de tumeurs cartilagineuses, L'hypothèse était qu'une imagerie complète pourrait permettre de prédire le type histologique avec le maximum de certitude.

# **Tumeurs cartilagineuses : GÉNÉRALITÉS**



# 1. Présentation synthétique des tumeurs cartilagineuses

## 1.1. Anatomopathologie

La classification WHO de l'ensemble des tumeurs osseuses de 2013 mise à jour en 2020 différencie les tumeurs d'origine cartilagineuse en trois catégories de gravité histologique croissante parmi lesquelles se distinguent par leur fréquence les Ch solitaires (ou chondromes) et les CS endosseux.

Tumor behavior		
Benign	Intermediate	Malignant: can recur and metastasize
OC (solitary, multiple) Chondroma (EC, PC, multiple chondromatosis) Osteochondromyxoma <sup>a</sup> Subungual exostosis BPOP <sup>b</sup> Synovial chondromatosis <sup>b</sup>	CB <sup>a</sup> (rarely metastasizing) CMF (locally aggressive) ACT/CS grade 1 <sup>a</sup> (locally aggressive)	CS grade 2 and 3 Dedifferentiated CS Mesenchymal CS Clear cell CS

Abbreviations: ACT, atypical cartilaginous tumor; BPOP, bizarre parosteal osteochondromatous proliferation; CB, chondroblastoma; CMF, chondromyxoid fibroma; CS, chondrosarcoma; EC, enchondroma; OC, osteochondroma; PC, periosteal chondroma.

<sup>a</sup>Changes in the World Health Organization classification (2013).

<sup>b</sup>Termed benign but may recur locally.

Tableau 1. Classification des tumeurs cartilagineuses selon la World Health Organization 2013

La classification WHO 2020 a identifié une TC à malignité intermédiaire correspondant à un CS de bas grade (CS de grade I, CS1) et renommé « Tumeur cartilagineuse atypique » (TCA) dans l'objectif de souligner l'importance du site tumoral et de son implication dans l'agressivité tumorale. Les tumeurs du squelette appendiculaire sont dénommées TCA tandis que les tumeurs du squelette axial (os plats incluant le pelvis, la scapula et la base du crane) sont nommées CS1.(1)

Les CS ont également sont aussi classés en fonction de leur localisation et de la présence ou de l'absence d'une lésion précurseur dans ces catégories :

CS primaire central (développement central dans l'os sans lésion précurseur)

CS secondaire central (développement central dans l'os à partir d'un chondrome préexistant)

CS périphérique secondaire (développement à partir de la coiffe cartilagineuse d'un ostéochondrome)

La vraie prévalence des transformations secondaires d'une TC bénigne en CS n'est pas connue car la plupart des Ch sont asymptomatiques et ne sont pas diagnostiqués. Sans considérer le biais de sélection il est estimé à 4% (16, 17).

### 1.1.1. Chondrome

Le Ch se compose d'un cartilage hyalin mature d'architecture lobulaire avec une matrice cartilagineuse riche en chondrocytes dans les espaces lacunaires. L'aspect normal des chondrocytes et l'architecture globale du tissu tumoral sont des arguments diagnostics majeurs. La présence de chondrocytes binucléés est nécessaire au diagnostic. L'architecture lobulaire est également une caractéristique importante : les Ch ont des lobules réguliers séparés par un tissu fibreux conjonctif mature (18, 19).

Microscopiquement les Ch ont des îlots de cartilage hyalin intramédullaire entourés de moelle osseuse (graisse) (19-21).

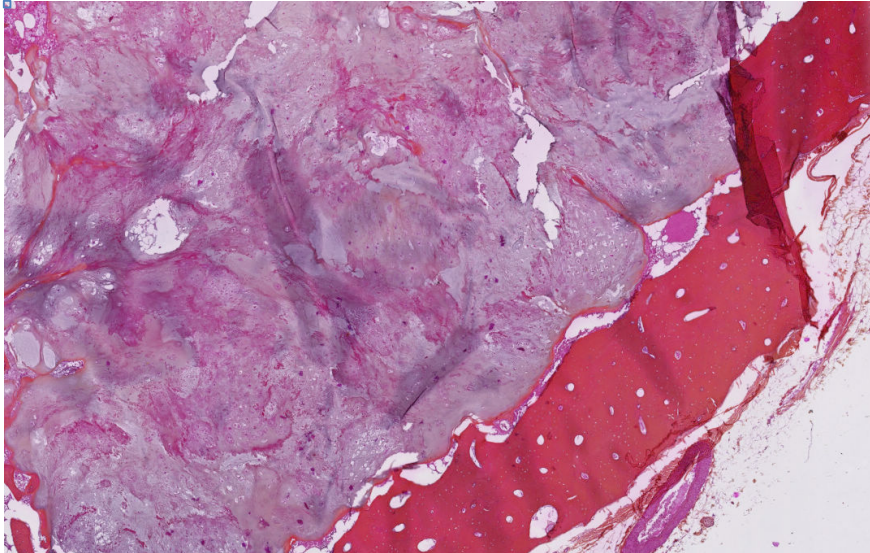


Illustration 1. Chondrome

Coloration hématoéosine, grossissement x1,8. Lobules de cartilage hyalin mature (violet) au contact de la corticale osseuse (orange) sans image de perméation ni d'érosion corticale. Illustration fournie par le professeur Anne Gomez-Brouchet avec son aimable autorisation.

### 1.1.2. Tumeur Cartilagineuse Atypique

La TCA est proche histologiquement du chondrome, constituée d'un cartilage hyalin mature d'architecture lobulaire avec une matrice cartilagineuse composée de chondrocytes dans les espaces lacunaires. Les lobules peuvent être irréguliers en taille et en forme et peuvent être séparés par un tissu fibreux (18, 19). Il peut exister des érosions endostéales et leur croissance rapide se traduit par la présence de lobules tumoraux perméatifs englobant l'os trabéculaire. L'aspect typique d'encastrement (tissu osseux qui entoure les lobules tumoraux, signe d'une croissance indolente comme observée dans les Ch à croissance lente) est très rare. Il peut exister en revanche comme signe de croissance rapide un aspect perméatif des lobules tumoraux avec un piégeage de l'os trabéculaire préexistant (ce qui peut être difficile à apprécier sur des fragments de curettage). La cellularité est faible mais sensiblement plus élevée que dans les Ch. Les noyaux peuvent être petits et condensés (« lymphocyte-like ») mais ont parfois une chromatine plus ouverte avec des nucléoles visibles. Ils sont généralement de taille uniforme. La présence de chondrocytes binucléés est également nécessaire au diagnostic et de la nécrose peut être présente.

En immunohistochimie, les cellules tumorales expriment fortement S100 et sont négatives pour la brachyurie. L'utilité des anticorps de la mutation IDH1 pArg132His est limitée.

L'étude en biologie moléculaire met en évidence des mutations IDH1 p.Arg132 et IDH2 p.Arg172 dans 50 à 78% des cas (1).

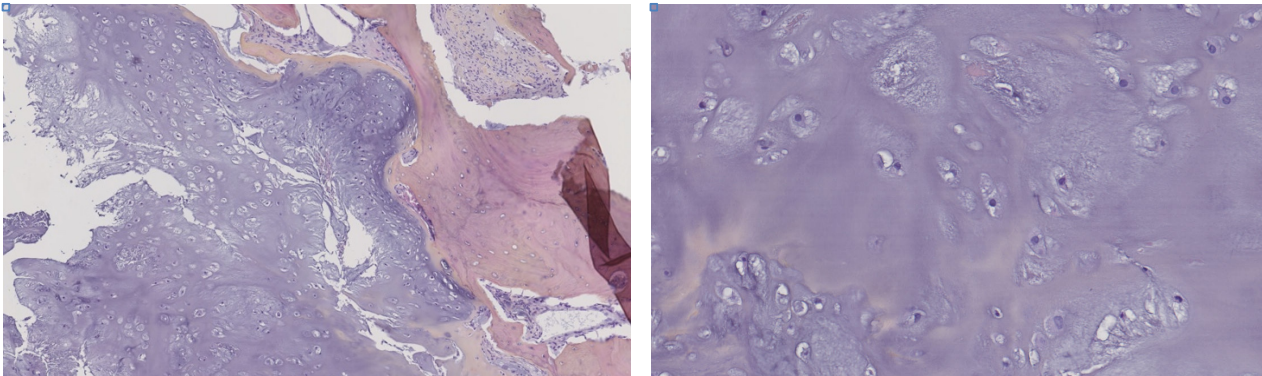


Illustration 2. Chondrosarcome grade 1

Coloration hématoxyline-éosine grossissement x5,71 (à gauche), image d'érosion de la corticale osseuse sans perméation. Coloration hématoxyline-éosine grossissement x20 (à droite) cartilage hyalin mature composé de chondrocytes peu atypiques.

Illustration fournie par le professeur Anne Gomez-Brouchet avec son aimable autorisation.

### 1.1.3. Chondrosarcomes de grades 2 et 3.

Les CS de grade 2 et 3 ont une architecture lobulaire perméative piégeant l'os trabéculaire préexistant et pouvant envahir la corticale osseuse. Les cellules tumorales sont entourées d'une matrice cartilagineuse qui peut être hyaline mais ayant fréquemment des remaniements myxoïdes. La cellularité est plus élevée que dans les TCA et les mitoses sont présentes. Les noyaux peuvent toujours être petits et condensés ce qui peut entraver la détection des mitoses. Plus fréquemment les noyaux sont de taille variable avec une chromatine ouverte et un nucléole visible. Des atypies nucléaires peuvent être présentes mais en général non sévères. Elles peuvent être binucléées et de la nécrose peut être présente. Dans les CS3, les mitoses sont plus facilement visualisables, les cellules moins différenciées et la matrice cartilagineuses majoritairement myxoïde avec une différenciation cartilagineuse parfois difficile à établir. Il existe des septas fibreux entourant les lobules cartilagineux.

Les cellules tumorales peuvent exprimer S100 et sont négatives pour la brachyurie. L'utilité des anticorps de la mutation IDH1 pArg132His est limitée. La moitié de ces tumeurs ont des mutations IDH1 ou IDH2 suggérant qu'elles sont la transformation secondaire d'un Ch ou TCA. Des mutations de p53, RB1 et COL2A1 sont également fréquentes (20-49%, 86% et 45%).

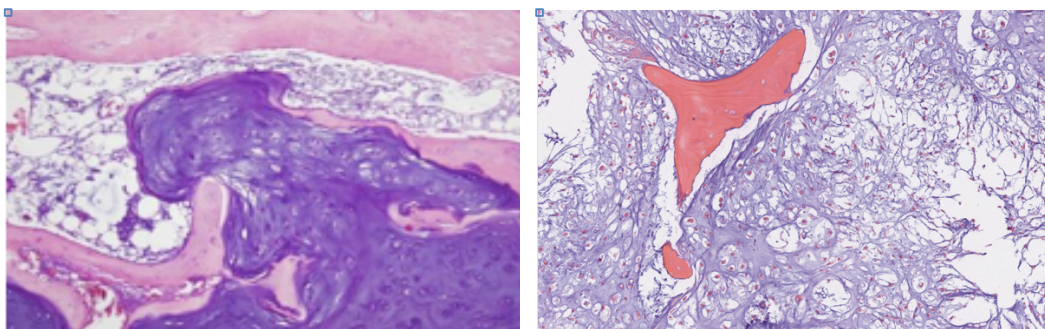


Illustration 3. Chondrosarcome de grade 2

Coloration hématoxyline-éosine. A gauche image d'érosion osseuse avec perméation. A droite, matrice myxoïde piégeant de l'os trabéculaire. Illustration fournie par le professeur Anne Gomez-Brouchet avec son aimable autorisation.

#### **1.1.4. Chondrosarcomes de haut-grade**

A côté de ces TC conventionnelles, quatre autres entités de chondrosarcomes plus rares et d'un profil radio-clinique spécifique sont décrites.

##### **a) Chondrosarcome dédifférencié**

Le CS dédifférencié est une forme très agressive de CS caractérisée par le développement de sarcome de haut grade sans matrice cartilagineuse en association avec un CS de bas grade préexistant. Ce contingent hétérologue de haut grade correspond le plus souvent à un sarcome pléomorphe de haut grade ou un ostéosarcome. La dédifférenciation survient chez 10 à 15% des CS centraux. L'âge médian est de 59 ans [15-89ans], avec une légère prédominance masculine. Les principales localisations sont le fémur, le pelvis et l'humérus. La survie à 5 ans varie de 7 à 24%. Les mutations IDH1 et IDH2 sont retrouvées dans environ 50% des cas. Radiologiquement, ils se présentent comme une tumeur bi phasique associant une composante ostéolytique calcifiée à une composante agressive non cartilagineuse.

##### **b) Chondrosarcome mésenchymateux**

Le CS mésenchymateux est osseux ou extra-osseux. C'est une tumeur maligne mixte avec une composante hautement indifférenciée de petites cellules rondes bleues mélangées avec des îlots de cartilage hyalin bien différenciés. Ils représentent <3% de tous les CS primaires. Bien qu'ils puissent apparaître à tout âge, le pic d'incidence se situe entre 20 et 30 ans et est identique chez les hommes et les femmes. La survie à 5 ans est estimée à 52%. La fusion HEY1-NCOA2 a été identifiée dans les MCS.(22, 23) L'examen immunohistochimique révèle une positivité de l'anticorps anti-PS100 sur le contingent cartilagineux et une positivité de l'anticorps anti-CD99 sur le contingent à cellules bleues. Les cellules sont également positives avec l'anti-SOX9, facteur de transcription régulant la chondrogénèse (1).

##### **c) Chondrosarcome à cellules claires**

Le CS à cellules claires est une variante de bas grade qui atteint principalement les épiphyses des os longs (humérus et fémurs). Ils représentent environ 2% des CS. Les hommes sont trois fois plus atteints que les femmes. L'âge varie entre 12 et 84 ans avec un pic entre 25 et 50 ans. Les cellules sont dites « claires » car leur cytoplasme contient beaucoup de glycogène (22).

##### **d) Chondrosarcome myxoïde**

Le chondrosarcome myxoïde extra-squelettique est une tumeur d'évolution lente avec une survie prolongée malgré un haut taux de ré-évolutivité locale et de métastases (22, 24).

#### **1.1.5. Enchondromatoses.**

L'enchondromatose décrite par Ollier se caractérise par la présence de Ch multiples ; l'association avec des hémangiomes des tissus mous représente le syndrome de Maffucci. Les cas sont sporadiques et confirment la non-transmission mendélienne de ces maladies : des mutations somatiques mosaïques en seraient à l'origine. Des Ch simples peuvent avoir des critères d'agressivité chez ces patients. La transformation maligne d'un ou plusieurs Ch survient dans 10 à 20% des cas (17, 25). Ce taux a été réévalué à la hausse dans l'étude de 161

patients de Verdegaal et al. mettant en évidence 40% de dégénérescence chondrosarcomateuse, plus rarement aux mains et aux pieds (15%) et plus fréquemment aux os longs et sur le pelvis (46%) (26). Ces données sont confirmées par la méta-analyse de Herget et al. (27) montrant que le risque de transformation maligne était de 45,8% dans la maladie d'Ollier et de 57% dans le syndrome de Maffucci.

Dans un but d'uniformisation, le présent travail s'est focalisé sur les tumeurs endo osseuses bénignes et chondrosarcomateuses conventionnelles excluant les TC des enchondromatoses.

## 1.2. Caractéristiques propres à chaque tumeur

Une des caractéristiques épidémiologiques des TC est l'importance de leur site, soulignée par un parallélisme entre localisation et grade tumoral. Il en va ainsi pour les lésions métatarsiennes, métacarpiennes et phalangiennes de nature chondromateuses et à l'inverse costales, scapulaires et alaires pelviennes le plus souvent chondrosarcomateuses. (11, 13, 14, 28)

### 1.2.1. Chondromes

#### a) Généralités

Les Ch viennent au deuxième rang de fréquence des tumeurs osseuses bénignes, estimés à 13-15,6% des tumeurs bénignes et de 3-4,7% de toutes les tumeurs osseuses rencontrées (15, 17, 29). Cette prévalence est sous-évaluée car elle ignore les Ch asymptomatiques et non diagnostiqués. Ils intéressent principalement les sujets jeunes diagnostiqués entre 5 et 80 ans sans prédominance de sexe.

Ils apparaissent en général au centre de la cavité médullaire. Leur contrepartie de surface est le Ch périosté ou juxta-cortical qui représente entre 2 et 10% de tous les Ch, est souvent de révélation plus précoce en raison de la symptomatologie bruyante et se développe à partir du tissu conjonctif paraostéal, entre le périoste et la corticale osseuse, expliquant sa plus grande fréquence sur les insertions tendineuses ou ligamentaires (30, 31).

Les Ch mesurent en général moins de 5cm, sont centromédullaires métaphysaires ou métaphyso-diaphysaires et localisés dans 65% des cas aux os longs des mains et des pieds (dont la moitié sur les phalanges proximales). L'humérus proximal, le fémur proximal ou distal et le tibia proximal sont les autres localisations habituelles. Les localisations cranio-faciales et sur les os plats sont plus rares et doivent faire suspecter un CS (31).

#### b) Imagerie des chondromes

##### Rayons X

Sur les radiographies et la TDM les Ch sont des lésions lytiques lobulées ou géographiques de petite taille (<5cm), de limites nettes et généralement sans ostéosclérose périphérique classées « Lodwick Ib ».

La matrice cartilagineuse peut être d'abondance variable mais les calcifications sont en général très majoritairement présentes avec un aspect en « arc » ou en « pop-corn ». Elles sont d'autant plus évocatrices de Ch qu'elles occupent plus des deux tiers de la lésion. (29)

La corticale osseuse peut-être soufflée, avec des érosions endostéales s'étendant en général sur moins des deux tiers de l'épaisseur et moins des deux tiers de la longueur de la tumeur pour les lésions centrales. Il n'existe pas d'épaississement cortical ni d'apposition périostée en l'absence de fracture ou de dégénérescence.

La TDM évaluera bien les érosions endostéales et la matrice cartilagineuse contrairement à l'IRM qui évaluera mieux les contours de la lésion et son extension aux parties molles (31).

Le Ch juxta-cortical se traduit par la présence d'une excroissance osseuse opaque implantée sur la corticale, sous le périoste avec une base large et un contenu hétérogène par la présence des calcifications au sein de la matrice cartilagineuse. Il érode la corticale à hauteur de sa base d'implantation mais celle-ci demeure continue constituant une cloison par rapport à l'os spongieux métaphysaire (critère distinctif majeur avec l'ostéochondrome).



Illustration 4. Chondrome de la métaphyse fémorale proximale

Reconstruction coronale TDM. Lésion ostéolytique de petite taille de avec calcifications en « pop-corn » étendues >2/3 de la surface tumorale. Erosions endostéales étendues [1/3-2/3] du grand axe tumoral et <1/3 de profondeur de la corticale osseuse. Pas d'envahissement cortical ni des parties molles. Pas d'expansion osseuse. Pas de réaction périostée.

## IRM

En IRM, les Ch sont lobulés en hypo à iso signal T1, hypersignal en T2 Fat-SAT (cartilage hyalin). La minéralisation cartilagineuse apparaît comme des lésions ponctuées ou curvilignes en vide de signal (31).

Il existe des travées en hypersignal T1 intra-tumorales correspondant à des îlots résiduels de moelle grasseuse incorporés dans la lésion observée significativement plus fréquemment dans les Ch (65 %) que dans les CS (35 %) (20, 31, 32). Il n'y a en général pas d'œdème de la moelle osseuse ni des parties molles en hypersignal T2 en dehors de cas particuliers.

Les érosions endostéales bien que moins bien évaluées qu'en TDM seront au mieux appréciées sur les séquences axiales T2 FS.

Après injection de gadolinium le rehaussement est en arc et anneaux concernant les septa et la périphérie tumorale. Il n'y a pas de rehaussement intra tumoral confluent ou nodulaire. L'injection dynamique de gadolinium montre une absence de rehaussement ou un rehaussement lent et tardif, peu intense.

La diffusion et la spectroscopie n'ont pas prouvé leur efficacité diagnostique (33).

Outre le caractère indolore et une taille < 5cm, les critères de bénignité incluent la présence d'une matrice chondroïde typique de contours lobulés avec de fines calcifications de répartition homogène, ponctuées ou en arc et anneaux avec un liseré de sclérose périphérique. Il peut exister des érosions endostéales qui ne dépassent pas le 2/3 de la corticale osseuse et qui sont étendues à moins de 2/3 de la lésion osseuse (15).

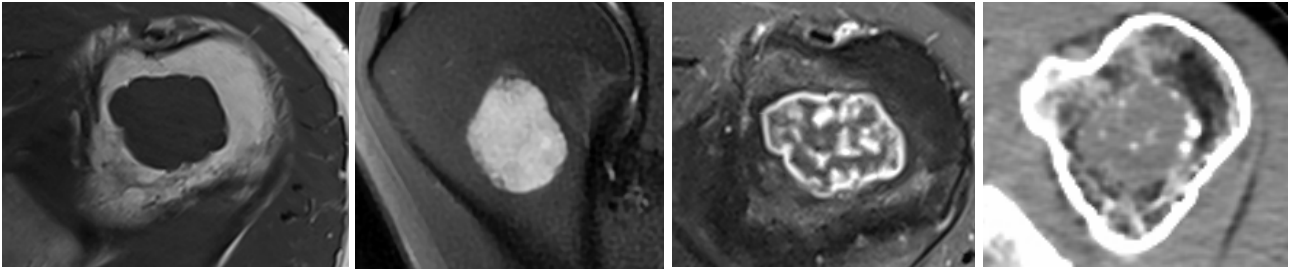


Illustration 5. Chondrome de la métaphyse humérale proximale

Séquences axiale T1, coronale T2 Fat Sat, Axiale T1 Fat Sat avec injection de gadolinium et Axiale TDM (de gauche à droite). Lésion ostéolytique de petite taille contours lobulés en isosignal T1 (par rapport aux muscles) hypersignal T2 avec rehaussement en Arcs & Anneaux. Pas d'érosion endostéale ni envahissement cortical. Pas d'œdème de la moelle osseuse ni des parties molles. Pas de périostite ni de réaction périostée. Présence de calcifications intra-tumorales (nature cartilagineuse).

### Imagerie isotopique

La scintigraphie osseuse conventionnelle peut être utile pour le diagnostic différentiel entre Ch et CS. L'absorption des radionucléides est présente dans les deux types de tumeurs mais le niveau de l'absorption peut être différent. Murphey et al. (7) ont proposé de comparer en scintigraphie au Technétium 99 l'absorption des radionucléides de la tumeur à l'absorption de l'épine iliaque antéro-supérieure (EIAS). Ils ont montré que la fixation du radioélément pour les Ch était inférieure ou égale à celle de la EIAS dans 79% des cas avec un aspect homogène dans 70% des cas.

En imagerie TEP-TDM, une étude a montré qu'il serait possible de différencier la nature de la tumeur avec une sensibilité de 90,9%, une spécificité de 100% et une précision 96,6%. L'échantillon de cette étude était cependant de petite taille et comprenait des CS centraux, périphériques et extra-squelettiques (34). Une autre étude, utilisant la tomographie par émission de positrons (TEP) et la tomodensitométrie (CT) combinées, a confirmé ces résultats en montrant que 18 des 19 cas avec un SUVmax >2 ayant été opérés étaient des CS, le dernier étant un Ch (35). Une revue systématique récente de la littérature sur la TEP conclut qu'un SUV- max très faible permet de diagnostiquer une tumeur bénigne, alors qu'un SUVmax élevé suggère un chondrosarcome de grade élevé (36). À l'heure actuelle, l'utilisation systématique de la TEP-TDM dans ce contexte clinique n'est pas recommandée, ne serait-ce qu'en raison des implications financières et de l'exposition aux radiations (37).

## 1.2.2. Chondrosarcomes

### a) Généralités

Chez l'adulte, les CS sont en fréquence la 3ème tumeur osseuse primitive après le myélome multiple et l'ostéosarcome, soit 3,5 à 9% de toutes les tumeurs osseuses et 17 à 27% des tumeurs osseuses malignes.

#### **TCA**

La prévalence des TCA est estimée à 2,8% de la population. Les TCA atteignent autant les hommes que les femmes entre 21 et 75 ans (âge médian 49 ans) dans 75% des cas.

Les TCA ont une sémiologie clinique comparable à celle des Ch, elles peuvent être asymptomatiques ou algiques voire associées à une tuméfaction des parties molles.

Les localisations les plus fréquentes sont les fémurs dans 31% (17% proximaux, 2,5% diaphyse et 11% distaux), le pelvis (22%), l'humérus (11%), le tibia (8%) et les côtes (6%). Les TCA se localisent plus rarement sur les petits os longs des mains et des pieds ainsi qu'au rachis et à la base du crâne (1).

La TCA est une tumeur cartilagineuse bénigne à agressivité locale. La récurrence après traitement survient dans 7,5-11% des cas versus 0% pour les Ch (1). La survie à 5 ans a été évaluée à 83-99% (1, 31), à 10 ans à 88-95% et la probabilité de métastases est de 5% à 5 ans et 8% à 10 ans (1, 11, 31). Les CS1/TCA du squelette axial ont un pronostic plus sombre.

#### **Chondrosarcomes de grades 2 et 3**

Les CS2 et CS3 sont en grande majorité des tumeurs de l'adulte de 30 à 60 ans autant chez les hommes que chez les femmes. Ils se manifestent en général par des douleurs, et/ou une tuméfaction des parties molles voire parfois par une fracture pathologique. Au pelvis et aux côtes, les CS peuvent atteindre un important volume avant de devenir symptomatiques. Les localisations sont similaires à celles des TCA. Ils ont un potentiel métastatique. Il existe un risque de récurrence locale après traitement de 19% pour les CS2 et 26% pour les CS3. La survie à 5 ans est estimée à 74-99% pour les CS2 et 31-77% pour les CS3. Les patients ayant un CS du squelette axial ont une survie significativement plus faible que ceux ayant un CS du squelette appendiculaire (1).



## b) Imagerie des chondrosarcomes

### Rayons X

Outre une topographie axiale (ceintures, côtes, rachis), épiphysaire aux os longs et une taille > 5cm et/ou avec augmentation récente, les principaux critères radiologiques des CS ont été précisés. (38) La présence d'appositions périostées ou épaissement cortical en l'absence de fracture, de contours mal limités, d'un envahissement des parties molles et la rareté ou la disparition des calcifications sont des éléments sémiologiques majeurs. Il en est de même des érosions endostéales profondes (>2/3 de l'épaisseur) et étendues (> 2/3 du grand axe de la lésion). Si le chondrome est excentré ces érosions ne semblent plus être un critère péjoratif. (39)

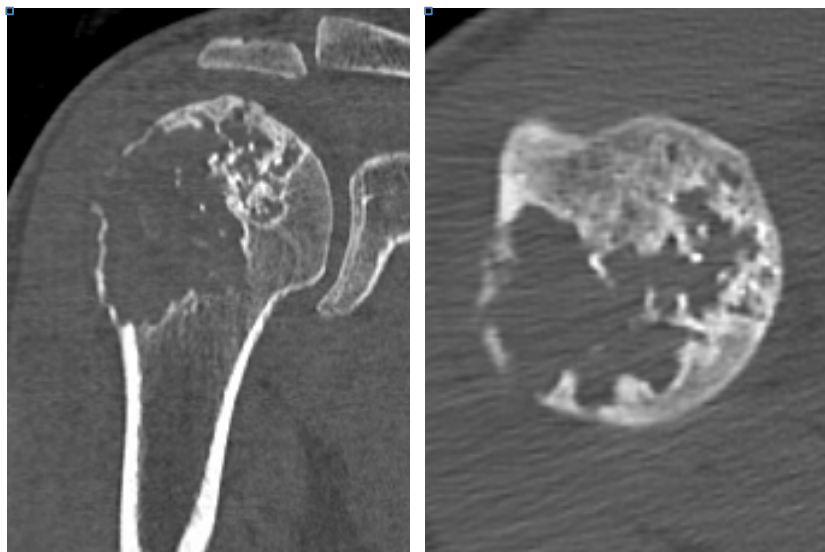


Illustration 6. TDM d'une tumeur cartilagineuse atypique métaphyso-épiphysaire proximale de l'humérus

Reconstructions TDM coupes coronale et axiale (de gauche à droite). Tumeur ostéolytique de nature cartilagineuse avec calcifications floconneuses étendues <1/3 de la surface tumorale. Aspect soufflé de la corticale osseuse. Erosions endostéales étendues >2/3 du plus grand axe tumoral et >2/3 de la profondeur de la corticale osseuse avec par endroits un envahissement complet avec solution de continuité corticale.

### IRM

En IRM les critères morphologiques d'un CS sont un hypersignal T2 de la moelle osseuse et des parties molles (40), l'extension et profondeur des érosions endostéales, l'envahissement cortical et des parties molles et l'épaississement cortical. A cela se rajoutent l'œdème de la moelle osseuse et des parties molles, la présence d'une périostite, le rehaussement intra-tumoral en plages/nodulaire non expliqué par les volumes partiels sur les cloisons interlobulaires, précoce et exponentiel en imagerie dynamique.

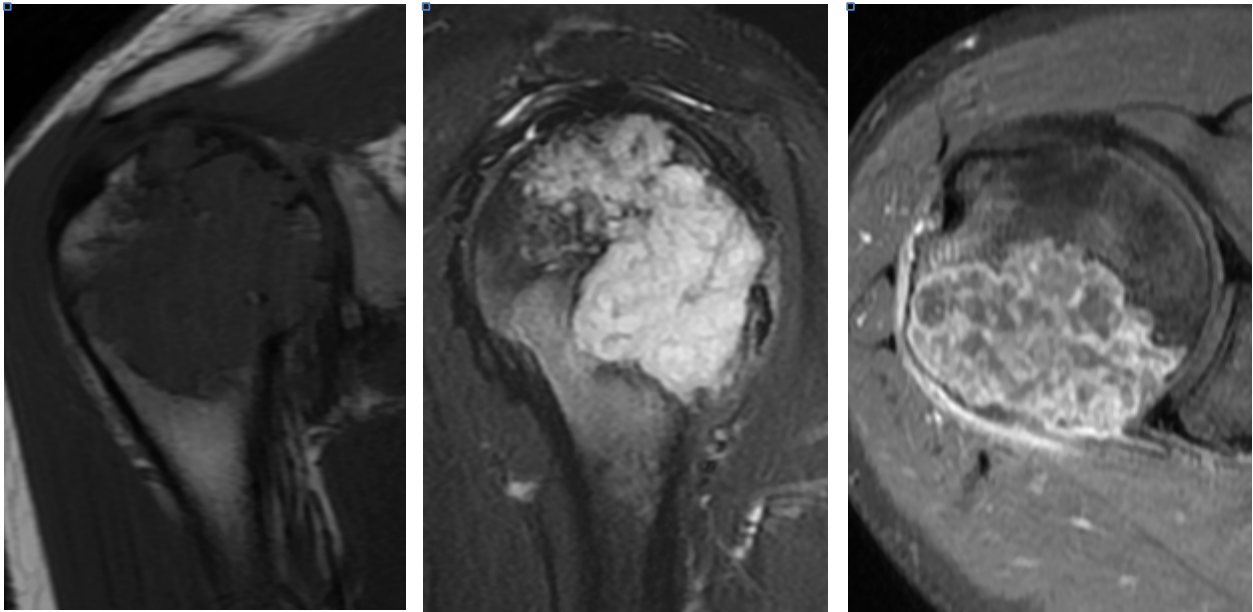


Illustration 7. IRM d'une tumeur cartilagineuse atypique métaphyso-épiphysaire proximale de l'humérus  
 Séquences coronale T1, sagittale T2 Fat Sat, Axiale T1 Fat Sat avec injection de gadolinium (de gauche à droite). Lésion ostéolytique de contours lobulés en isosignal T1, hypersignal T2 avec rehaussement en arcs et anneaux. Il existe quelques foci de moelle osseuse résiduelle intra-tumorale en hypersignal T1. Calcifications en asignal T1 et T2. Erosions endostéales étendues >2/3 du grand axe tumoral et >2/3 de la profondeur corticale avec des zones perméatives avec solution de continuité corticale et envahissement des parties molles. Il existe une périostite et un hypersignal T2 des parties molles péri-tumorales.

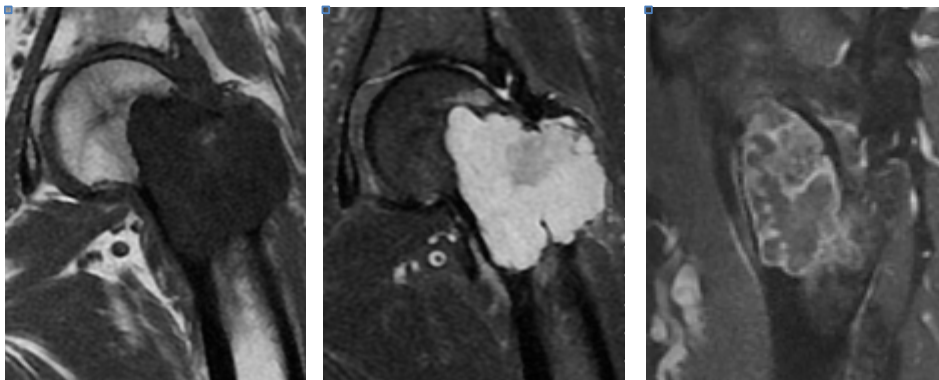


Illustration 8. IRM d'un chondrosarcome grade 3 de la métaphyse fémorale proximale  
 Séquences coronale T1, T2 Fat Sat et sagittale T1 Fat Sat avec injection de gadolinium (de gauche à droite). Lésion ostéolytique de contours lobulés en iso à hyposignal T1 (par rapport aux muscles), hypersignal T2 avec rehaussement nodulaire/confluent. Il existe un envahissement cortical et des parties molles et un œdème de la moelle osseuse, des parties molles et une périostite.



Illustration 9. Chondrosarcome de grade 2 de la métaphyse fémorale distale

Séquences coronale T1, Axiale T2 Fat Sat, sagittale et coronale T1 avec injection de gadolinium (de gauche à droite et de haut en bas). Lésion en iso- à hyposignal T1, hypersignal T2 avec rehaussement hétérogène nodulaire/en plages. Œdème de la moelle osseuse et des parties molles en hypersignal T2. Il existe un épaissement cortical par rapport au côté controlatéral

### Imagerie isotopique

En scintigraphie osseuse l'absorption des radionucléides de la tumeur est supérieure à celle de la EIAS dans 82% des CS (23). En imagerie PET-Scan, un seuil SUVmax > 2 est en faveur d'un CS (34-36).

### 1.3. Localisations particulières

Le site tumoral est d'une importance majeure quant à la nature du tissu tumoral cartilagineux : la localisation à la main en est un exemple caricatural essentiellement représenté par la forme bénigne. Les CS sont exceptionnels dans cette localisation. Selon Fayad et al. l'extension à l'épiphyse des CS métaphyso-diaphysaires des doigts sur les radiographies est présente dans 95,45% des cas, les érosions endostéales > 2/3 de la corticale dans 95,6% des cas et une expansion osseuse >50% dans 69,5% des cas (41). L'envahissement cortical et des parties molles, présents dans 69,6%, représentent quant à eux des critères de malignité.

Les CS sont fréquents en situation costale, particulièrement aux arcs antérieurs, aux 5 premières côtes, au sternum et à la jonction chondrocostale. (7, 15) Ils sont la plus fréquente des tumeurs osseuses primitives malignes de la paroi thoracique. Les Ch sont excessivement rares dans ces localisations. Il existe deux pics de

fréquence pour les CS, avant 20 ans et après 50 ans et ils touchent deux fois plus d'hommes que de femmes (42).

Dans ces localisations ils peuvent ne pas présenter de matrice cartilagineuse et peuvent être myxoïdes avec une apparence « fluid like »(43).

Les lésions cartilagineuses du pelvis et du rachis sont très majoritairement des CS (7, 15). Ainsi, toute tumeur cartilagineuse du pelvis de plus de 5cm chez un adulte devrait être considérée comme un chondrosarcome jusqu'à preuve du contraire (13, 44). Sur le rachis, les CS sont le plus souvent thoraciques et touchent principalement l'arc postérieur (40%) et le corps vertébral (15%) ; dans 45% des cas l'arc postérieur et le corps vertébral sont envahis lors de la découverte de la tumeur et une atteinte du disque est présente dans 35% des cas (7).

La localisation fibulaire est une exception en raison de la cavité médullaire étroite, les chondromes ont souvent un aspect inhabituel plus inquiétant avec de profondes et extensives érosions endostéales, les critères radiographiques en faveur d'un chondrosarcome étant alors la taille > 4cm, l'épaississement cortical, la rupture corticale, la réaction périostée ou l'envahissement des parties molles (15, 45).

Les chondrosarcomes de région crano-faciale se localisent préférentiellement à la base du crâne et sur les sinus maxillaires. Une lésion cartilagineuse solitaire doit en priorité faire évoquer une lésion maligne. Le principal diagnostic différentiel des chondrosarcomes basi-crâniens est le chordome.

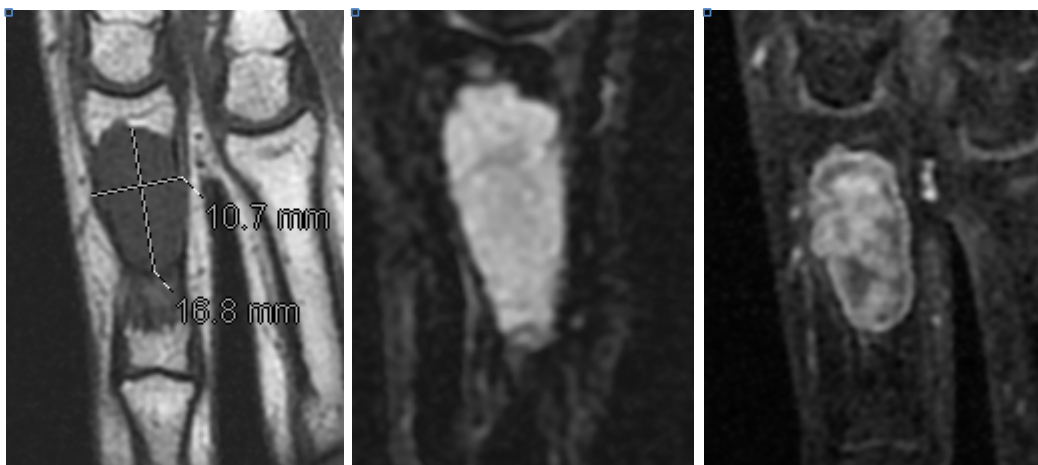


Illustration 10. IRM d'un chondrome métaphyso-diaphysaire de la base de P1 du 5eme rayon de la main De gauche à droite, séquences coronale T1, sagittale T1 et coronale T1 Fat-Sat avec injection de gadolinium. Lésion de contours peu lobulés, en iso-signal T1 par rapport aux muscles sans moelle osseuse résiduelle intra-tumorale, en hypersignal T2 avec rehaussement en arcs & anneaux. Il existe des érosions endostéales >2/3 de profondeur avec un aspect soufflé des corticales osseuses.

## 2. Conduite à tenir

### 2.1. Problématique diagnostique

La différenciation entre les Ch, TCA et CS de haut grade est un challenge diagnostique tant radiologique qu'anatomopathologique dont dépend l'indication thérapeutique et au-delà le pronostic.

#### 2.1.1. Biopsie non requise : Surveillance ou Curetage-biopsie-comblement en un temps

En présence de critères d'imagerie précis (localisation, aspects en imagerie) une certitude de bénignité est acquise : la biopsie première n'est pas nécessaire et le diagnostic est posé a posteriori par l'analyse du produit de curetage (32). De même, devant le caractère asymptomatique et/ou non évolutif du Ch dans certains cas, une surveillance clinique et par imagerie est décidée (12). La localisation tout autant que l'imagerie de la tumeur prennent toute leur importance. Ainsi, aux mains et aux pieds, les CS sont très rares et un Ch peut dans la très grande majorité des cas être diagnostiqué avec certitude sur son aspect radiologique malgré des critères d'atypie plus fréquents sur ces petits os longs et ne nécessitera donc pas de biopsie (32). A l'inverse, sur le squelette axial, les CS sont plus fréquents que les Ch (7). Une biopsie est indiquée à moins qu'une attitude plus pragmatique ne soit proposée tel qu'un geste carcinologique d'emblée modulé par les conséquences fonctionnelles de ce geste opératoire. Cette attitude - à l'encontre des principes généraux de prise en charge des tumeurs primitives de nature initiale inconnue - ne peut être décidée qu'après confrontation pluridisciplinaire et accord total au sein de la RCP.

#### 2.1.2. Biopsie requise

En cas d'incertitude diagnostique lors de l'imagerie, force est de recourir à la biopsie. La technique de biopsie doit faire l'objet d'une discussion en réunion pluridisciplinaire : la décision est faite essentiellement après l'écoute de l'argumentaire de trois intervenants : l'anatomopathologiste, le radiologue et le chirurgien. L'anatomopathologiste recommande un échantillon biopsique issu de la zone la plus 'agressive' en imagerie et d'un volume le plus important possible.

##### a) Biopsie radiologique

La voie d'abord par laquelle les prélèvements sont réalisés en cas de biopsie radiologique est tant que possible fondée sur la future voie d'abord opératoire, en accord avec le chirurgien, avec un trajet le plus direct possible, tatoué à l'encre de chine de façon à pouvoir être repris ultérieurement par le chirurgien. Elle doit tant que possible n'intéresser qu'un seul compartiment anatomique pour éviter la dissémination.

Néanmoins, s'il est difficile pour l'anatomopathologiste de différencier sur une simple biopsie à l'aiguille une TCA d'un Ch, en revanche il est plus aisé de faire le diagnostic des CS de haut-grade. L'architecture lobulée, qui est un élément important du diagnostic des tumeurs cartilagineuses, n'est pas interprétable sur ces petits échantillons (18, 19). De plus l'erreur d'échantillonnage, par laquelle la biopsie à l'aiguille se révèle non représentative de la composante de plus haut grade de la tumeur s'élève jusqu'à 30 % des cas (37, 46). La biopsie peut donc amener à sous-estimer le grade histologique car seulement une petite partie de la lésion est échantillonnée.



Illustration 11. Biopsie osseuse sous guidage TDM d'une lésion ostéolytique épiphysaire distale du fémur

#### **b) Biopsie chirurgicale**

La biopsie chirurgicale est la méthode de préférence car bien que plus invasive, elle permet un plus grand volume de prélèvement par abord direct sous contrôle visuel. Elle répond également à des règles strictes : voie d'abord la plus directe possible, réalisée par le chirurgien qui fera l'exérèse, corticotomie ronde de petite taille atraumatique dans un souci de réduction du risque fracturaire, comblement de la trépanation pour éviter une diffusion et éventuel drainage proche de la cicatrice et dans son axe. Chaque site est discuté dans l'optique d'une éventuelle résection du trajet de biopsie en cas de réponse anatomopathologique en faveur d'une TC sarcomateuse. Pour une TC humérale proximale, et à contrario de la règle générale, un trajet biopsique par le sillon deltopectoral est à éviter car il imposerait un sacrifice de la veine céphalique et du tissu cellulo-graisseux inter musculaire lors de la résection tumorale ; il faut privilégier un trajet direct trans-deltaïdien antérolatéral.

## 2.2. Prise en charge thérapeutique

La prise en charge thérapeutique des TC ne repose que sur un geste opératoire : les CS sont radio-résistants et du fait de leur matrice avasculaire également chimio-résistants.

### 2.2.1. Les gestes chirurgicaux

Dans le cadre des TC endo osseuses, le traitement opératoire repose sur un geste intra-lésionnel non carcinologique ou sur une résection large carcinologique du segment osseux renfermant la tumeur. (47) Le premier geste est un curetage intra-lésionnel à partir d'une corticotomie – ou fenêtre – corticale permettant l'accès à tout le tissu cartilagineux endo-tumoral et à son exérèse. Le geste carcinologique est différent comportant une résection de la paroi osseuse péri-tumorale ce qui correspond à un cylindre cortical métaphysaire ou diaphysaire avec une marge de sécurité en tissu sain selon des limites distale et proximale planifiées sur l'imagerie préopératoire.

#### a) Geste intra lésionnel

Le curetage comblement de la cavité occupée par le tissu chondromateux représente le type même du geste intra lésionnel, exposant – malgré la plus grande rigueur technique – à laisser in situ des résidus tumoraux microscopiques. Pour améliorer la rigueur de l'exérèse du tissu tumoral, l'utilisation d'une fraise motorisée est conseillée. L'ensemble des tissus réséqués sont à envoyer au laboratoire en proposant à l'anatomopathologiste référent en cancérologie osseuse un diagnostic et lui adressant un minimum d'imagerie. La pièce de corticotomie, en fonction de sa taille est reposée après avoir excisé le tissu cartilagineux qui la recouvrait. Se pose le problème de la gestion du comblement de la perte de substance endomédullaire ou métaphyso-épiphysaire ainsi créée et de la fragilité provisoire de la pièce osseuse secondaire à la corticotomie et/ou à la résection du spongieux péri-tumoral. De nombreuses options de comblement ont été proposées : autogreffe spongieuse iliaque, en soulignant ses limites volumétriques, allogreffe, substitut osseux. (12, 48-50) La protection mécanique de l'os en particulier dans les zones mécaniquement sollicitées peut être confiée à une ostéosynthèse latéro-corticale. Les Ch répondent à ces principes chirurgicaux lorsqu'une indication opératoire est retenue, le geste s'adaptant au volume et au site tumoral. Comme il s'agit d'une lésion bénigne, non évolutive et souvent pauci symptomatique, la iatrogénie du geste opératoire, clairement exposée au patient, fait partie de l'argumentaire décisionnel.

#### b) Résection carcinologique

La résection carcinologique est une technique chirurgicale à visée curative consistant à enlever la totalité de la tumeur avec des marges chirurgicales laissant au contact de la tumeur une couche de tissu sain, lors de l'analyse histologique la qualité de la résection est établie selon un protocole anatomopathologique codifié : résection en tissu sain R0, résidu lésionnel tumoral microscopique R1, résidu lésionnel macroscopique R2.

L'acte opératoire est planifié lors d'une rencontre incontournable préalable entre l'opérateur et radiologue. Les dimensions volumétriques précises de la résection sont établies et les rapports avec les structures neurologiques tronculaires et les pédicules vasculaires sont envisagés pour déterminer le parcours péri tumoral du geste opératoire. Dans le cadre des TC concernées il est exceptionnel que la conservation du membre soit en jeu : elle le serait en cas de tumeur largement évolutive dans les parties molles sur un os fracturé.

La reconstruction est elle aussi planifiée par l'équipe chirurgicale. Les options sont multiples mettant en jeu toutes les options de la chirurgie orthopédique : arthroplastie le plus souvent modulaire pour les TC malignes de localisation métaphyso-épiphysaire, autogreffe ou allogreffe avec ostéosynthèse pour les localisations principalement diaphysaires. Il est capital de n'aborder cette chirurgie que lorsque l'ensemble de ces éléments est réuni et ce malgré la nécessité d'un geste dans un délai rapide.

Le déroulement opératoire, les principales complications péri-opératoires (en premier l'infection du site opératoire), leur prévention et le résultat fonctionnel attendu sont clairement exposés au patient et à la personne de confiance qu'il a désigné lors d'une consultation d'annonce. Un document écrit est souhaitable : la meilleure formule est la lettre adressée au médecin référent du patient.

### 2.2.2. Stratégie thérapeutique

Plusieurs stratégies thérapeutiques ont été récemment proposées, toutes de manière prospective et fondées sur des critères anatomiques, cliniques et d'imagerie. Parlier-Cuau et al. (32) proposent une classification des TC en lésions « agressives » et « actives » de laquelle découle l'attitude thérapeutique :

ACTIVES	AGRESSIVES
<p>Douleur liée à la tumeur</p> <p>Erosions endostéales &gt; 2/3 de l'épaisseur de la corticale</p> <p>Étendue des érosions endostéale sur &gt; 2/3 de la longueur de la lésion</p> <p>Epaississement cortical ou hyperostose</p> <p>Remodelage cortical avec élargissement du diamètre de la cavité médullaire</p> <p>Scintigraphie osseuse au temps tardif montrant une fixation plus intense que celle de l'AIC en l'absence de fracture.</p> <p>Rehaussement précoce et exponentiel sur les séquences IRM dynamiques avec injection de gadolinium.</p>	<p>Fracture pathologique survenant avec un traumatisme minime</p> <p>Réaction pluri-lamellaire ou périostée spiculée</p> <p>Ostéolyse mitée ou perméative</p> <p>Destruction corticale</p> <p>Présence d'une masse des parties molles</p> <p>+/- œdème péri tumoral</p>

Tableau 2. Caractéristiques d'activité et d'agressivité des TC extrait de Parlier-Cuau (32)

Selon Parlier-Cuau et al. les critères d'agressivité seraient plutôt en faveur d'un CS de haut grade. En l'absence de ces critères d'agressivité il faut rechercher des critères d'activité qui peuvent se retrouver dans les TCA ou des chondromes « actifs ». Parlier-Cuau et al. proposent également un organigramme de prise en charge pour les TC des os longs :



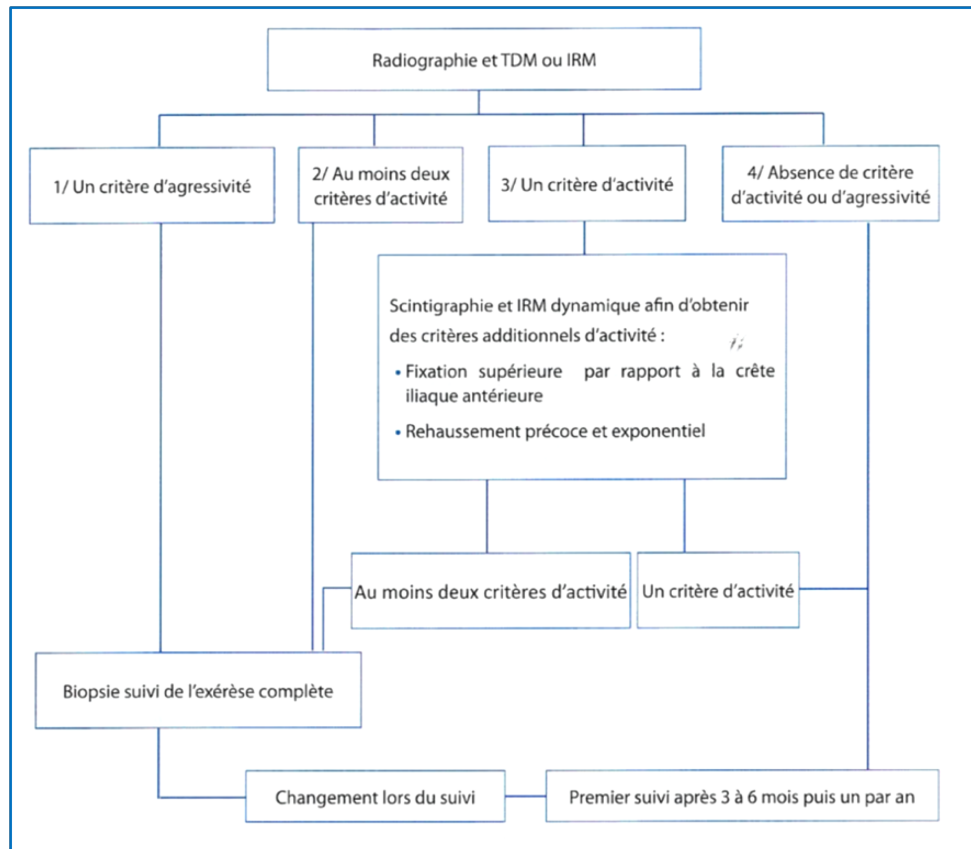


Figure 1. Prise en charge des tumeurs cartilagineuse des os longs extrait de Parlier-Cuau (29, 32)

#### a) Un critère d'agressivité est présent :

En présence d'un critère d'agressivité, un CS de haut-grade est suspecté et une biopsie discutée en RCP est indiquée. La biopsie doit être dirigée vers la partie la plus agressive de la tumeur (par exemple, envahissement des parties molles ou envahissement cortical) en raison de l'hétérogénéité possible de la tumeur. La réponse de l'anatomopathologiste est à confronter avec les critères d'imagerie. Si la biopsie révèle un bas grade, mais que la tumeur présente plusieurs caractéristiques agressives, il faut envisager de réaliser une autre biopsie dans une autre partie de la tumeur. La certitude histologique obtenue et validée par la RCP conduit vers une chirurgie intra-lésionnelle (curetage) ou une exérèse carcinologique pour les CS de grades 2 et 3.

#### b) Un seul critère d'activité est présent en imagerie :

Il est suggéré que la scintigraphie osseuse et l'IRM avec injection dynamique de gadolinium soient toutes deux réalisées dans ces cas afin de rechercher des critères supplémentaires d'activité tumorale, à savoir une fixation à la scintigraphie osseuse supérieure à l'AIC et la présence d'un rehaussement précoce et exponentiel sur les séquences IRM dynamiques. Si aucune de ces deux évaluations radiologiques supplémentaires ne montrent d'arguments en faveur d'une tumeur active, Parlier-Cuau et al suggèrent que la lésion peut alors être considérée comme probablement quiescente et que l'abstention thérapeutique, associée à une surveillance radiologique attentive, peut encore être proposée. Inversement, dans les cas où des séquences IRM dynamiques ou la scintigraphie osseuse montrent un signe supplémentaire, la tumeur doit être considérée comme probablement active et gérée comme dans la situation suivante.

### **c) Deux ou plusieurs critères d'activité sont présents :**

La tumeur peut correspondre à un Ch "actif" ou à un CS. La biopsie chirurgicale ou la chirurgie intra-lésionnelle complète sont préférées à une simple biopsie en raison de l'hétérogénéité fréquente des tumeurs cartilagineuses.

Grâce à un faisceau d'arguments cliniques (durée des symptômes et localisation), radiologiques et per opératoires (aspect macroscopique homogène et solide, tumeur bien délimitée et accessible) puis secondairement anatomopathologiques (tumeur cartilagineuse bien différenciée, de bas grade), la « biopsie exérèse en 1 temps » peut être utilisée comme traitement définitif. Il reste la possibilité de réaliser une exérèse secondaire en marges saines en fonction du diagnostic.

Dans le cas contraire, la biopsie doit être orientée vers la partie la plus active de la lésion.

### **d) Aucun critère agressif ou actif n'est présent :**

La lésion peut être considérée comme un Ch quiescent. Dans la plupart de ces cas, la lésion est découverte fortuitement lors d'un examen IRM du genou ou de l'épaule effectué pour une pathologie articulaire. La tumeur n'atteint généralement pas le cortex avec une persistance de moelle osseuse grasseuse entre la tumeur et l'endoste. Dans les cas où la tumeur atteint l'endoste, les érosions endostéales sont absentes ou minimales. Lorsqu'elle est pratiquée, la scintigraphie osseuse montre une fixation inférieure à celle de l'AIC sur les séquences tardives.

Dans ces cas, la prise en charge peut se limiter à un suivi clinique et radiologique. Tout changement radiologique lors du suivi ou de l'apparition de symptômes cliniques liés à la tumeur doit donner lieu à une nouvelle évaluation radiologique complète et à une biopsie de la tumeur si le changement est confirmé.

Une étude similaire de Sampath Kumar et al. largement répandue et suivie par les différentes équipes en charge de la pathologie tumorale osseuse propose de réaliser une TDM et une IRM au diagnostic de la TC de os longs puis ensuite de réaliser un suivi en IRM : Ils divisent les tumeurs des os longs entre un groupe « actif » (progression >6mm en 3 ans en IRM dans les 3 plans de l'espace) versus un groupe « latent » (progression <6mm) préconisant la biopsie pour le 1<sup>er</sup> groupe et la surveillance IRM à 3 ans pour le 2<sup>eme</sup> (51).

## 3. Evolution naturelle et problématique du suivi

La question de l'évolution naturelle des chondromes et des TCA est au centre des interrogations posées dans leur prise en charge dès la découverte et lors du suivi à long terme. Les formes asymptomatiques non évolutives de Ch existent et démontrent leur parfaite stabilité clinique et en imagerie. A contrario, une transformation maligne est possible. De nombreux auteurs recommandent donc un suivi pour les TC sans caractéristique d'agressivité afin de prévenir le surtraitement et la morbidité associée à la chirurgie et de surveiller l'apparition d'une éventuelle transformation maligne (32, 52, 53).

### 3.1. Evolution naturelle

#### 3.1.1. Evolution vers la malignité des chondromes

La littérature montre un faible pourcentage de transformation maligne d'environ 4,2% sur une durée moyenne de 41 mois et pouvant varier de 6 mois à 30 ans, voire 54 ans dans les enchondromatoses (16, 27, 53-55). Il faudrait cependant être certain avec une preuve histologique que les lésions qualifiées de CS secondaires aient été au départ bénignes et que l'on ne soit pas simplement en présence de CS de novo et évolutifs aux plans clinique et radiologique. Dans la maladie d'Ollier et le syndrome de Maffucci, le risque de transformation maligne s'élève jusqu'à respectivement 45,8% et 57% (27).

#### 3.1.2. Modifications spontanées en imagerie des chondromes

Lors du suivi les Ch peuvent modifier leur taille ou leur signal (51, 53, 56). Deckers et al. (53) ont suivi cliniquement et radiologiquement 49 patients porteurs de Ch ou de TCA pendant une durée minimale de 2 ans : 8/49 (16,3 %) ont montré une progression en taille ou sont devenus symptomatiques et ont dû être opérés. Il s'agissait après chirurgie de 5 Ch, 2 TCA et 1 angiome. Chung et al. (2018) ont étudié l'évolution naturelle de Ch et TCA du squelette appendiculaire (56) à l'exception des petits os longs des mains et des pieds. Sur les 21 patients suivis par radiologie conventionnelle et IRM : 52,4% des TC ont régressé de volume, 23,8% ont progressé, et 23,8% sont restées stables. Le pourcentage de régression était beaucoup plus important que précédemment décrit dans la littérature. Cet écart peut être dû à des différences dans les critères d'évaluation tridimensionnelle. Ainsi, les tumeurs présentant des modifications de la teneur en graisse sans changement significatif de diamètre ont pu être incluses dans le groupe « Régression » ; ces cas auraient été classés comme des tumeurs stables dans les études précédentes.

L'étude de Sampath Kumar et al, (2016) (51) a distingué parmi 48 TC des lésions radiologiquement agressives et quiescentes. 22,9 % (11/48) ont montré une croissance de plus de 6 mm sur trois plans au total ; l'une d'entre elles a été opérée et a été diagnostiquée comme un chondrome atypique.

### 3.2. Suivi

Il n'y a pas de consensus concernant la fréquence et la durée du suivi et la littérature est floride à ce sujet ; les éléments donnés ci-dessous ne sont pas exhaustifs. La méta-analyse de Herget et al (27) a montré que le délai entre le diagnostic initial de Ch et le diagnostic de la malignité variait entre 6 mois et 30 ans. Cela indique que les Ch et les TCA pourraient bénéficier d'un suivi radiologique tout au long de la vie.

Ces auteurs proposent :

- Pour les Ch du bassin, fémur proximal, humérus ou omoplate et/ou taille supérieure à 5-6 cm de pratiquer un examen clinique annuel et une IRM tous les ans ou 2 ans (en fonction des facteurs de risque) car il existe un risque plus élevé de transformation maligne dans ces localisations. Pour les Ch solitaires d'os longs et plats un suivi d'au moins deux décennies est indiqué s'ils sont détectés et traités après l'âge de 25 ans (25) et peuvent avoir un suivi tout au long de la vie.

- Pour les Ch simple des autres localisations, un suivi clinique annuel (apparition de douleur ?) avec des radiographies tous les 2 à 3 ans et la réalisation d'une IRM au moindre doute est recommandée.

- Dans le suivi d'une TC maligne, l'imagerie locale de la zone de résection-reconstruction associée à une TDM pulmonaire. Les intervalles recommandés pour le suivi après une chimiothérapie sont de six semaines à trois mois pendant les deux premières années, de deux à quatre mois pendant les années 3 et 4, de six mois pendant les années 5 à 10 et ensuite de six à douze mois selon la pratique locale (27).

Brien et al. recommandent un curetage pour tous les chondromes >7cm et un suivi sur au moins 20 ans pour les chondromes de moyenne à grande taille si détectés après l'âge de 25 ans (57). Parlier-Cuau et al. suggèrent de distinguer les lésions « actives » des lésions « quiescentes » préconisant une biopsie pour les premières et un suivi radiologique pour les secondes. Sampath Kumar et al. proposent de réaliser une TDM et IRM au diagnostic de la TC de os longs puis ensuite de réaliser un suivi IRM : Ils divisent les tumeurs des os longs entre un groupe « actif » (progression >6mm en 3 ans en IRM dans les 3 plans de l'espace) versus un groupe « latent » (progression <6mm) préconisant la biopsie pour le 1<sup>er</sup> groupe et la surveillance IRM à 3 ans pour le 2eme (51). Crim et al. suggèrent également un suivi plutôt qu'un curetage pour les lésions cartilagineuses non symptomatiques « borderlines » en imagerie, quelle que soit leur taille (52). Campanacci et al. suggèrent un suivi pour les lésions cartilagineuses <5cm (12).

Patel et al. ont élaboré un protocole (Birmingham Atypical Cartilaginous Tumour Imaging Protocol/**BACTIP**) qui ne s'applique qu'aux tumeurs cartilagineuses centrales de l'humérus proximal et autour du genou (37). Les lésions du fémur proximal sont exclues car elles sont plus fréquemment malignes. Les lésions du tibia distal et de la fibula distale sont également exclues car les Ch à ces endroit sont 13 fois moins fréquents que dans l'humérus proximal et autour du genou et les CS sont 11 fois moins fréquents (46). Le protocole est une modification de celui proposé par Sampath Kumar et al (51). L'exigence d'un scanner de la lésion a été abandonnée car cela implique un coût financier pour le système de santé, une dose de rayonnements ionisants et selon Patel et al. un impact mineur sur l'évaluation de la lésion. Le protocole est basé uniquement sur les résultats de l'IRM sans injection car il s'agit souvent de la seule imagerie disponible au moment de la première présentation, et permet de faire des recommandations à distance sans avoir besoin d'imagerie supplémentaire ni de visite supplémentaire à l'hôpital. En supposant que tous les cas présentant une apparence agressive ont été présélectionnés pour une orientation rapide vers un spécialiste en oncologie orthopédique, les deux caractéristiques évaluées à l'IRM sont la longueur de la tumeur et la présence ou l'absence d'érosions endostéales (37).

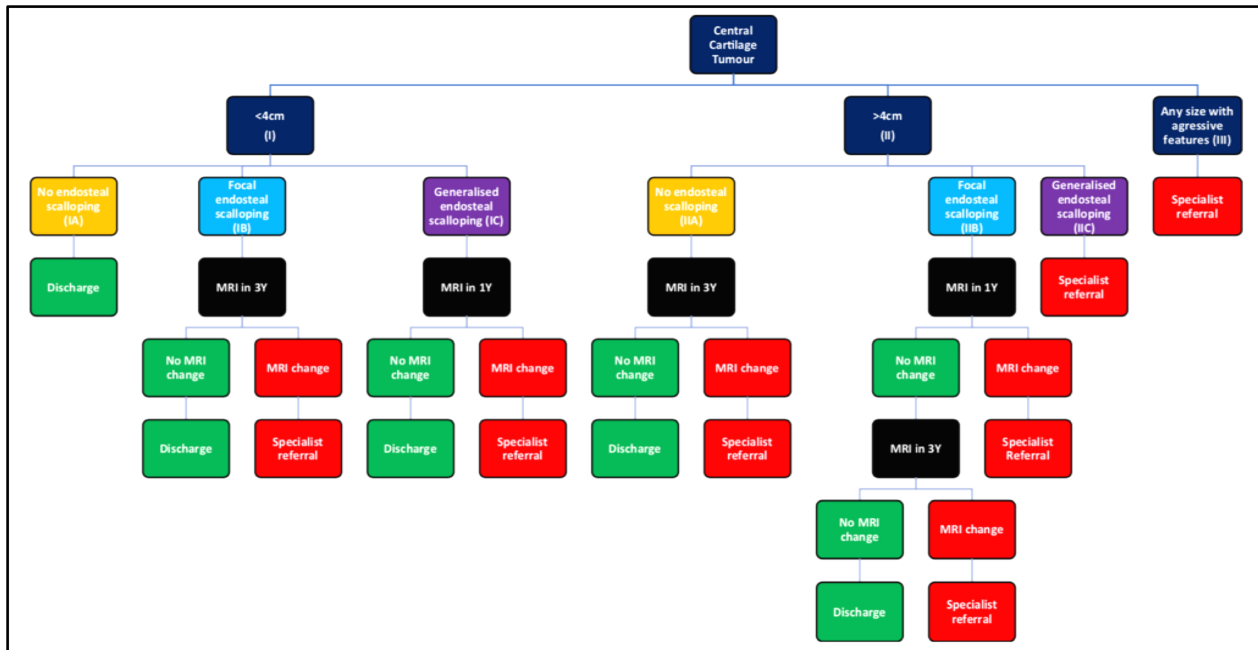


Figure 2. Birmingham Atypical Cartilaginous Tumour Imaging Protocol (BACTIP) (37)

Un article de 20 ans, souvent cité, indique que les érosions endostéales >2/3 de la corticale sont un signe important (44). Mais en pratique, compte tenu de la qualité de nombreux examens IRM importés, ces mesures précises ne sont pas pratiques. Les érosions endostéales sont donc classées comme absentes ou présentes et si ces dernières sont focales (<10% de la circonférence de la lésion) ou étendues (>10%).

Les auteurs ne souhaitent pas que le BACTIP soit appliqué de manière trop rigide. Il s'agit plutôt d'une forme de « compromis pragmatique entre les connaissances scientifiques et ce qui semble réalisable dans un but de minimiser la surmédicalisation ».

## 4. Traitement

Les CS radio-résistants et chimio-résistants ne répondent qu'au seul traitement chirurgical reste ainsi la comme véritable option thérapeutique, consensuellement décidée en RCP et annoncée au patient et à son médecin référent. Les principes du traitement chirurgical des tumeurs osseuses reposent alors à l'heure actuelle essentiellement sur la classification d'Enneking qui utilise les notions de compartiments et de capsule (47). Enneking a déduit de ces deux notions différents types de résection :

### \*Non carcinologique

Chirurgie intra lésionnelle (intracapsulaire) : curetage.

Chirurgie marginale : dissection au plus proche du tissu tumoral, sans pénétrer la lésion ; c'est une excision simple ou une exérèse limitée.

### \*Carcinologique

Chirurgie large : emporte toute la tumeur en bloc sans être vue au cours de la dissection avec sur toute sa surface une marge de tissus sains. Elle n'est réalisable que lorsque la tumeur est intracompartimentale, avec une marge de tissus sains.

Chirurgie radicale : mise au point par Bowden et développée par Enneking, elle mise à enlever la totalité d'un compartiment avec ses structures anatomiques limitantes et la totalité du contenu, emportant les muscles et leurs aponévroses de leur origine à leur terminaison et emportant les troncs vasculo-nerveux et le squelette inclus ou au contact. Dans tous les cas les pièces décrites et orientées sont envoyées pour étude des marges de résection en anatomopathologie.

### 4.1. Chondromes

Les petites lésions cartilagineuses intra-médullaires asymptomatiques (<5 cm) des os longs avec absence de signes radiologiques et IRM d'agressivité locale peuvent être catégorisés comme des Ch, bénins, et aucune chirurgie ou autres examens complémentaires autres qu'un suivi radiologique ne sont indiqués (12). La chirurgie n'est pas obligatoire et est en général réalisée « aux symptômes », en cas de douleur, de fracture ou de lésion à risque fracturaire et le plus souvent réalisée par curetage intra-lésionnel avec greffe.

### 4.2. Chondrosarcomes

Les CS sont un groupe très divers et complexe, leur traitement est controversé et fait depuis longtemps l'objet de débats dans la littérature, leur prise en charge thérapeutique étant basée sur une approche multidisciplinaire.

#### 4.2.1. Tumeurs cartilagineuses atypiques

Plusieurs approches thérapeutiques sont envisageables selon les chirurgiens, certains préconisant l'exérèse avec marges et d'autres la chirurgie intra lésionnelle. Cette discordance est probablement favorisée par deux facteurs : la variabilité inter-observateurs dans le diagnostic histologique des tumeurs cartilagineuses (surgradation des Ch atypiques et sous-gradation des CS de grade 2) et l'inclusion de lésions du squelette tant appendiculaires qu'axiales dans certaines des séries rapportées (12).

Le traitement gold standard carcinologique des TCA est l'exérèse chirurgicale en bloc avec marges (58, 59), néanmoins de récentes études ont montré une sécurité oncologique satisfaisante et des résultats cliniques et fonctionnels meilleurs après curetage intra lésionnel des TCA localisées dans les os longs (12, 14, 48, 58-64).

Les TC du squelette appendiculaire ont montré un comportement moins agressif que les tumeurs axiales (12, 14, 28). Un bon control local de la tumeur avec une excellente survie à long terme a été obtenu tant avec la chirurgie intra-lésionnelle qu'avec l'exérèse avec marges dans les TCA du squelette appendiculaire (12, 48, 53, 58, 64-66).

Plusieurs publications suggèrent qu'en cas de TCA du squelette axial la survie sans récurrence est meilleure en cas d'exérèse en bloc avec marges que curetage intra-lésionnel malgré le risque plus élevé de complications (11, 14). En cas de récurrence locale de TCA ou de CS du squelette axial, la chirurgie intra-lésionnelle ne semble pas suffisante (67) et contrairement aux lésions des extrémités, pour lesquelles la récurrence locale peut être traitée par une exérèse large après un traitement intra-lésionnel, la récurrence locale sur le squelette axial est difficile à traiter (14).

Donati et al. (58) suggèrent de sélectionner les patients sur la base de l'aspect radiologique et de privilégier le curetage intra-lésionnel pour les tumeurs d'allure de bas grade et la chirurgie avec marges pour les tumeurs semblant être de haut-grade (ils citent comme caractéristique de haut-grade concernant les tumeurs du squelette appendiculaire « l'expansion osseuse associée à d'importantes érosions endostéales »).

Au cours des dernières décennies, la chirurgie intra lésionnelle par curetage avec des adjuvants locaux et le comblement par greffe osseuse ou ciment ont été largement utilisés comme traitement chirurgical des TCA du squelette appendiculaire (12, 48, 65, 66). Bien que le comblement par greffe osseuse soit largement accepté pour les chondromes, le comblement par du ciment (polyméthyl méthacrylate PMMA) a l'avantage de réduire le taux de récurrence grâce à la destruction des potentielles cellules tumorales restantes par la chaleur. Le phénol éthanol, et la cryochirurgie ont été également utilisés comme adjuvants locaux dans le curetage des TCA ; aucune différence significative n'a été observée entre ces différentes technique.

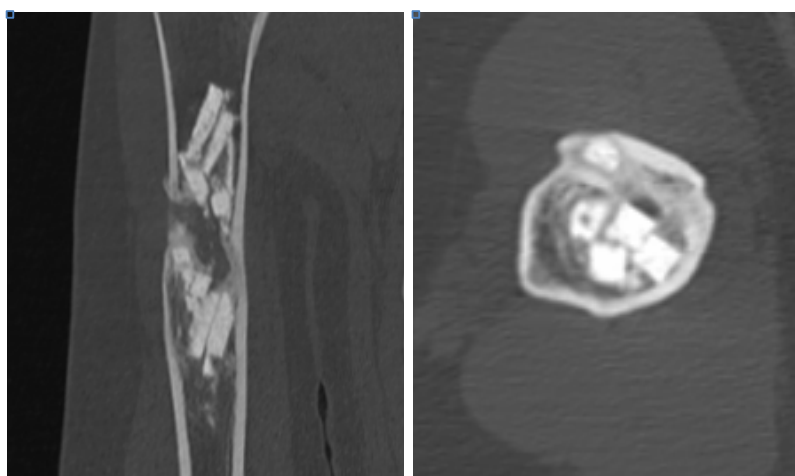


Illustration 12. Curetage comblement avec allogreffe osseuse d'une tumeur de la diaphyse humérale  
Reconstruction coronale et axiale TDM (de gauche à droite)

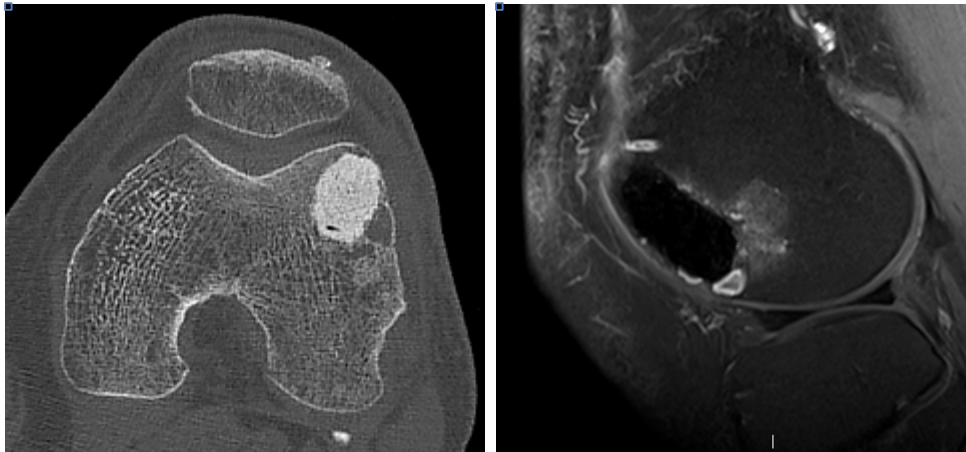


Illustration 13. Curetage comblement par ciment PMMA d'une tumeur épiphysaire distale du fémur  
Coupe Axiale TDM et séquence sagittale T2 Fat Sat. Ciment polyméthyl méthacrylate spontanément dense en TDM et en asignal IRM. Il existe une récurrence tumorale à la partie inféro-latérale de la cavité opératoire.

#### 4.2.2. Chondrosarcomes de haut grade

Dans le cadre des CS de grades 2 et 3 et contrairement aux TCA, il a été démontré que la survie est directement liée aux marges chirurgicales. La chirurgie d'exérèse avec marges carcinologiques semble être la seule option thérapeutique (68-70).

Les CS des ceintures sont particulièrement difficiles d'accès et il est difficile d'assurer des marges chirurgicales adéquates ; de plus ils sont associés à un taux plus élevé de récurrence et à un taux de survie sans métastases significativement plus faible que les localisations du squelette appendiculaire. Le taux de récurrence locale des tumeurs pelviennes étant plus élevé que pour le reste du squelette axial, beaucoup d'auteurs recommandent donc une exérèse avec marges de toutes les tumeurs cartilagineuses pelviennes (11, 22, 71, 72).

Les chondrosarcomes costaux sont systématiquement traités par une exérèse avec marges car la chirurgie est moins morbide et il est plus aisé de respecter les normes d'une chirurgie carcinologique.

#### 4.2.3. Chimiothérapie, radiothérapie et autres traitements

Jusqu'à maintenant la chimiothérapie n'est pas considérée comme un traitement adjuvant efficace hormis dans les chondrosarcomes mésoenchymateux et la radiothérapie n'est utilisée dans aucun sous type de chondrosarcomes à l'exception des tumeurs du squelette axial pour lesquels les marges de résection sont généralement difficiles à obtenir (70, 73, 74). De nouvelles thérapies ciblées et de biologie moléculaire sont en cours de recherche tels que des inhibiteurs de IDH1, IDH2, LDS1, IHH et PTHrP pathways etc...(73).



## 5. Facteurs pronostics

### TCA

A la différence des CS de haut-grade, la taille de la tumeur n'a pas d'influence sur la survie sans métastase (SSM) (11).

La survie après traitement des TCA dans la méta-analyse de Nota et al. (70) est de 82-89% à 5 ans et de 89-95% à 10 ans.

Dans la méta analyse de Dierselhuis et al. (64) à propos de la prise en charge thérapeutique des TCA des os longs, le taux de survie sans récurrence avec un traitement par curetage intra lésionnel est identique à celui d'une exérèse avec marges.

Dans une étude rétrospective sur les facteurs de risque de métastases de Andreou et al. réalisée sur 225 patients consécutifs avec TCA ayant eu un traitement chirurgical (résection chirurgicale ou curetage intra lésionnel), la modalité de traitement chirurgical et les marges chirurgicales n'ont pas d'influence sur la SSM (95% à 5 ans et 94% à 10 ans pour l'exérèse chirurgicale comparé à 98% à 5 ans et 86% à 10 ans, après curetage,  $p=0,514$ ) (11, 22, 75).

Une analyse séparée des patients avec des tumeurs du squelette appendiculaire montre une SSM de 99% à 5 ans et 97% à 10 ans après exérèse chirurgicale et 100% à 5 ans et 91% à 10 ans après curetage. Néanmoins les marges chirurgicales ont un impact sur la SSM chez les patients avec des tumeurs du squelette axial. Les patients ayant eu un curetage ont une SSM de 76% à 5 ans et 38% à 10 ans comparée à 94% à 5 ans et 10 ans avec une exérèse élargie.

Funovics (14) dans sa série de 70 TCA observe également que la survie sans récurrence est significativement plus longue chez les patients ayant des TCA du squelette appendiculaire que chez les patients ayant des TCA du « tronc ». Il observe également qu'il n'existe pas de différence de survie par rapport aux marges chirurgicales.

Les patients avec une récurrence locale après chirurgie de TCA ont une SSM significativement plus faible d'environ 10 ans (69 %) que ceux sans récurrence (99%) d'autant plus que le grade histologique de la récurrence locale est élevé (11).

Il faut cependant interpréter ces conclusions prudemment, car elles sont basées sur de relativement petites populations avec une grande hétérogénéité de patients.

### Chondrosarcomes de haut grade

La survie à 5 ans est directement corrélée au statut des marges de résections (R0, R1, R2), au grade histologique, au statut métastatique, à l'âge et à la localisation de la tumeur, les tumeurs de localisation pelviennes ayant le plus faible taux de survie (68-70).

Pour les tumeurs de haut grade, la taille est un facteur pronostic significatif d'apparition de métastases (28, 74).

La survie à 5 ans des CS2 est de 63-92% et à 10 ans de 58-86%. La survie des CS3 à 5 ans est de 0-77% et à 10 ans de 0-55%.

**Étude  
observationnelle  
monocentrique  
d'une série de  
tumeurs  
cartilagineuses**

## **Objectifs**

Le précédent chapitre a montré les nombreuses imprécisions dans le diagnostic en imagerie préopératoire des TC et en particulier les difficultés à déterminer la séparation entre lésions bénignes et les CS. Ainsi à partir d'une série monocentrique observationnelle rétrospective de TC endo-osseuses, le but de ce travail était 1/ de souligner les caractères épidémiologiques 2/ de préciser la sémiologie en imagerie conventionnelle et en coupes des divers types de tumeurs cartilagineuses.

## **Hypothèse**

Une imagerie complète pourrait permettre de prédire de façon fiable le type histologique.

# MATERIEL ET METHODES

## 1. Méthode de recueil :

Il s'agit d'une étude monocentrique rétrospective observationnelle menée entre 2004 et 2020.

Afin d'obtenir la plus grande exhaustivité dans le recueil des observations, cette étude s'est basée sur plusieurs sources médico-administratives :

- Une recherche dans la base de données d'anatomopathologie de l'hôpital Purpan avec les critères « chondrome » et « chondrosarcome », les lectures de première ou deuxième intention étaient assurées dans la grande majorité des cas par une seule anatomopathologiste référente en tumeurs osseuses.
- Une recherche avec le site Oncomip étant le réseau régional de cancérologie en Occitanie, qui assure la traçabilité des réunions de concertations pluridisciplinaires hebdomadaires (RCP) depuis 2010 au sein du service de Radiologie de l'Hôpital Pierre-Paul Riquet.
- Le programme ORBIS qui contient la correspondance, les observations médicales et les comptes rendus opératoires des patients opérés dans les deux services d'Orthopédie Traumatologie du CHU, réunis depuis 2016 sur le seul site de Purpan.

Lorsque les imageries étaient manquantes, une demande directe a été adressée au patient.

## 2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Ont été inclus, de manière rétrospective, tous les patients ayant un résultat anatomo-pathologique de chondrome ou de chondrosarcome conventionnel de localisation endo-osseuse situé sur le squelette axial ou appendiculaire comportant :

- Une imagerie disponible IRM ou scanner effectuée avant toute biopsie ou geste chirurgical
- Un diagnostic anatomo-pathologique final validé par le Professeur Anne Gomez-Brouchet sur une biopsie chirurgicale, sur une biopsie radiologique, sur un curetage ou sur la pièce d'exérèse chirurgicale.

Le diagnostic anatomopathologique a permis de classer les tumeurs cartilagineuses en 4 types : chondrome, tumeur cartilagineuse atypique ou chondrosarcome de grade I (TCA), chondrosarcome de grade 2 et chondrosarcome de grade 3. (1) Le diagnostic final a été recueilli sur les résultats de l'analyse de la pièce d'exérèse ou de curetage, ou le cas échéant, la biopsie.

Ont été exclus les patients ayant un diagnostic anatomo-pathologique ou topographique de chondrome périosté, tumeur extra squelettique, tumeur cartilagineuse survenant dans le cadre d'une maladie d'Ollier ou d'un syndrome de Mafucci, chondrosarcome dédifférencié, mésoenchymateux ou à cellules claires.

## 3. Examens d'imagerie

Pour chaque patient ont été recherchés l'IRM et la TDM réalisées avant la biopsie ou le geste chirurgical. En raison du caractère rétrospectif de l'étude, il n'existait pas de protocole standardisé.

Les examens d'IRM comportaient le plus souvent 2 ou 3 plans orthogonaux dont au moins une séquence pondérée T1, une séquence pondérée T2 avec ou sans saturation de la graisse et une séquence avec injection d'un produit de contraste à base de gadolinium avec saturation de la graisse. Les machines étaient à 1,5T ou 3T.

Les TDM étaient réalisées sans injection avec une épaisseur de coupe permettant des reconstructions dans les 3 plans.

Les deux examens étaient réalisés avant tout geste biopsique et un délai de moins de 3 semaines entre les deux examens devait être respecté.

## 4. Critères d'analyse

### 4.1. Données épidémiologiques

Pour chaque patient ont été recueillis :

- Age de découverte, sexe
- Situation anatomique de la lésion : pièce osseuse porteuse
- Caractéristiques topographiques :
  - o Localisation sur le squelette : squelette axial, ceintures ou localisations périphériques du squelette appendiculaire.
    - Une localisation sur une ceinture était définie par une tumeur située sur la clavicule, la scapula ou l'anneau pelvien.
    - Les lésions axiales comprenaient le rachis, les côtes et le sternum
    - Les lésions périphériques étaient situées sur le squelette appendiculaire.
    - En raison de leur comportement particulier les localisations des petits os longs des mains et des pieds ont fait l'objet d'une analyse spécifique
  - o Localisation sur la pièce osseuse : anatomique proximale ou distale, localisation épiphysaire, métaphysaire ou diaphysaire.
- Réalisation ou non d'une biopsie
- Type de prise en charge chirurgicale.

### 4.2. Méthode de lecture

Chaque examen d'imagerie a été lu de manière consensuelle, sans connaître le diagnostic final, par deux radiologues, Harold Chiron interne en radiologie et Claire Ricard chef de clinique des universités spécialisée en imagerie ostéoarticulaire.

### 4.3. Critères analysés en imagerie

Les critères sélectionnés ont été précédemment définis dans la littérature à l'exception de la dichotomisation de la moelle grasseuse persistante intra-tumorale en « foci » et en « travées ».

Les critères suivants ont été analysés sur l'examen tomодensitométrique et quand il faisait défaut, sur l'IRM :

- La taille en millimètres dans le plus grand axe.
- La présence d'érosions endostéales, leur profondeur par rapport à l'épaisseur corticale (évaluée en 3 stades <1/3 ; [1/3-2/3] ; >2/3) et leur extension par rapport au grand axe de la tumeur (évaluée en 3 stades : extension <1/3 de la hauteur, sur [1/3-2/3] et >2/3 de la hauteur).
- La présence d'une solution de continuité corticale par envahissement tumoral.
- La présence d'une réaction périostée : peu agressive définie comme un épaissement cortical uni lamellaire ou agressive discontinue uni ou multi lamellaire ou en feu d'herbe.
- La présence d'un aspect soufflé des corticales, défini comme une expansion osseuse focale.

- La présence d'une fracture pathologique, définie par une solution de continuité bi-corticale.

Le critère suivant a été analysé sur l'IRM et quand elle faisait défaut, sur l'examen tomodensitométrie :

- La présence d'un envahissement tumoral dans les parties molles.

Les critères suivants ont été analysés uniquement sur l'examen tomodensitométrie :

- La présence et l'extension des calcifications en TDM ( $<1/3$  ;  $[1/3-2/3]$  ou  $>2/3$  de la surface de la tumeur)

Les critères suivants ont été analysés uniquement sur l'IRM :

- Un œdème de la moelle osseuse péri-tumorale, défini comme un hypersignal T2 de l'os spongieux adjacent à la lésion.
- Un œdème des parties molles péri-osseuses, défini comme un hypersignal T2 liquidien des parties molles péri-osseuses.
- Une périostite, définie comme un hypersignal T2 et liseré fin de rehaussement du périoste au parallèle à la corticale osseuse.
- La présence de moelle osseuse résiduelle intra-tumorale, définie comme une portion graisseuse en hypersignal T1 intra-tumorale. La moelle osseuse résiduelle était soit sous forme de foci (hypersignaux T1 punctiformes au sein de la tumeur) soit sous forme de travées généralement en périphérie de la tumeur séparant des nodules cartilagineux.
- Le signal de la tumeur en T1 par rapport aux muscles défini comme un signal intermédiaire identique au muscle ou un hypersignal T1. En cas d'hypersignal T1 il n'était pas de nature graisseuse (moelle osseuse) et se présentait généralement sous forme de plages mal limitées au sein de la tumeur.
- Analyse des caractéristiques du rehaussement après injection de gadolinium, soit en arcs et anneaux, soit périphérique, soit nodulaire/confluent.

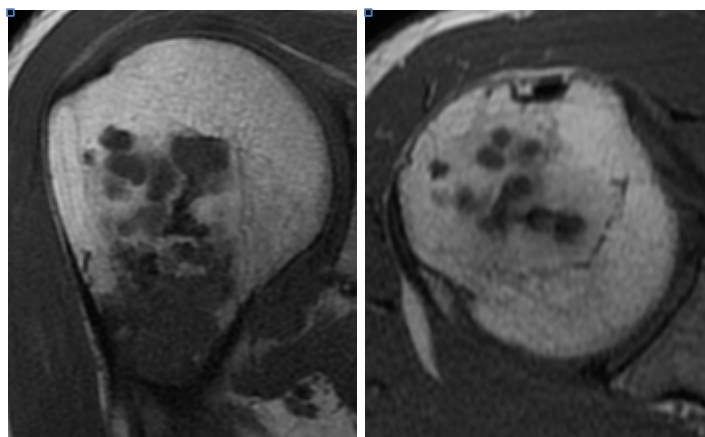


Illustration 14. Travées de moelle osseuse séparant des nodules cartilagineux  
Séquences coronale et axiale T1 (de gauche à droite). Nodules cartilagineux en isosignal T1 par rapport aux muscles  
séparés par des travées de moelle osseuse en hypersignal T1.

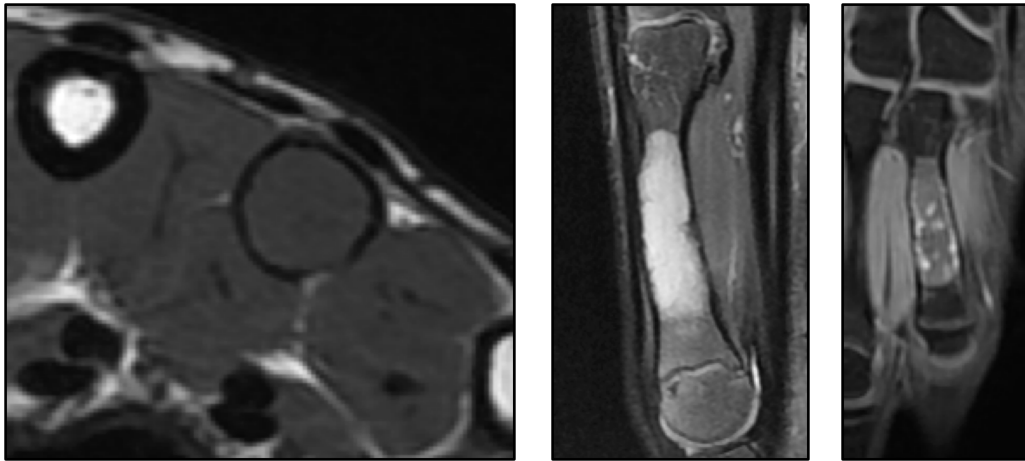


Illustration 15. Chondrome de la diaphyse de la MCP du 4eme rayon chez un patient de 15 ans. Séquences axiale T1, sagittale T2 FS, coronale T1 FS gado. La topographie est centrale avec des érosions endostéales >2/3 de la profondeur et >2/3 de l'extension de la tumeur, sans envahissement cortical. Les limites sont nettes et le pattern non lobulé. Le signal est intermédiaire en T1 sans îlot de moelle osseuse résiduelle. Il existe une expansion osseuse. Il n'y a pas d'épaississement cortical, pas d'œdème de la moelle osseuse ni des parties molles péri-tumorales, pas de périostite. Le rehaussement est en arcs et anneaux.

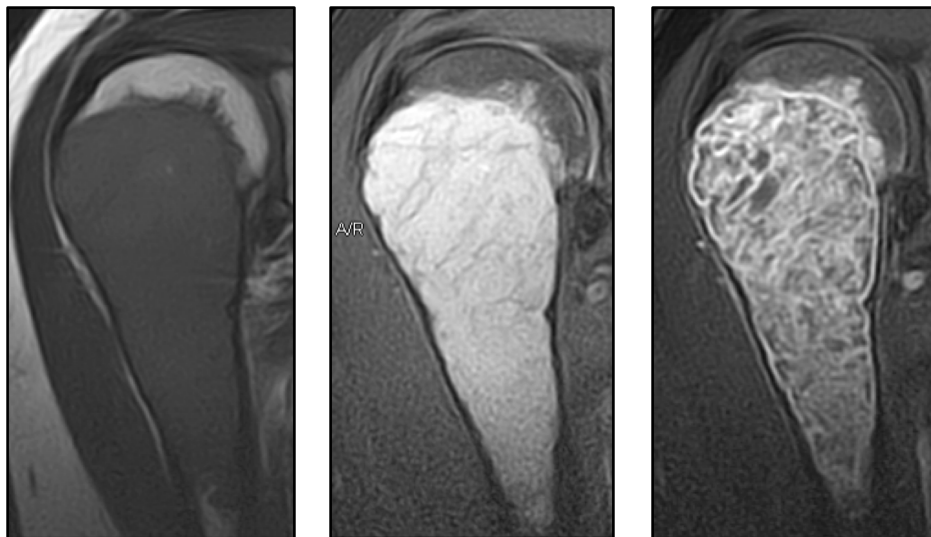


Illustration 16. Chondrosarcome de grade 2 diaphyso-métaphyso-épiphytaire proximal de l'humérus chez une patiente de 31 ans.

Image 1 coronale T2, image 2 coronale T2 FS, image 3 coronale T1 FS gado. La tumeur est métaphyso-diaphytaire proximale avec une extension épiphysaire. Il existe un aspect soufflé des corticales avec des érosions endostéales <1/3 de l'épaisseur et étendues >2/3 de la tumeur. Il n'y a pas d'envahissement cortical ni des parties molles. Les contours sont nets, le pattern est lobulé. Il existe un discret hypersignal T1 diffus de la tumeur (image 1) et quelques îlots de moelle osseuse grasseuse persistante intra-tumorale sous forme de foci en hypersignal T1. Il n'y a pas d'œdème de la moelle osseuse ni des parties molles péri-tumorales. Après gadolinium, il existe une périostite et un rehaussement septal et en arcs et anneaux.

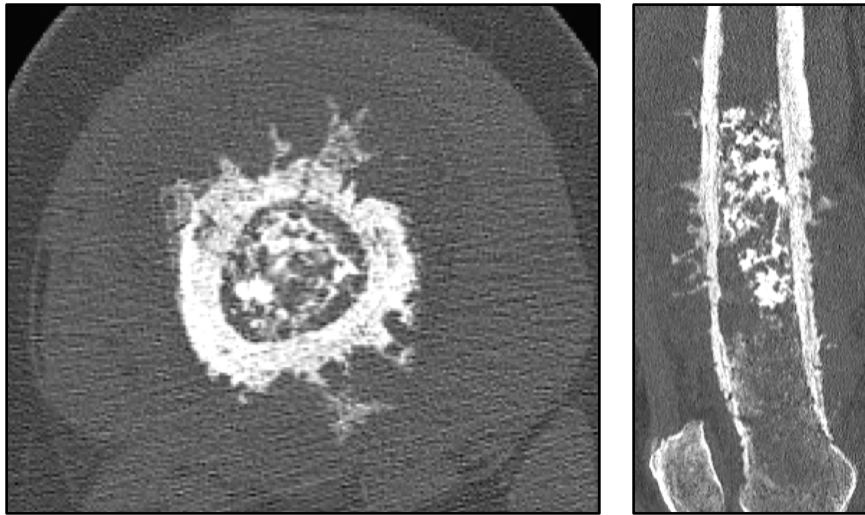


Illustration 17. Chondrosarcome grade 3 métaphyso-diaphysaire distal du fémur chez une patiente de 73 ans. Il existe un épaissement cortical diffus avec une réaction périostée agressive en feu d'herbe et un envahissement des parties molles. La matrice est cartilagineuse avec une extension des calcifications sur les [1/3-2/3] de la tumeur.

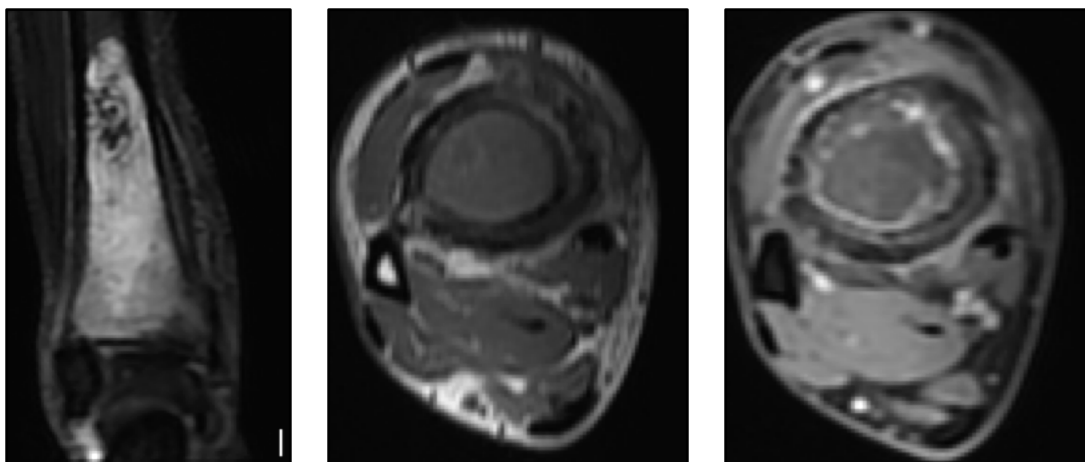
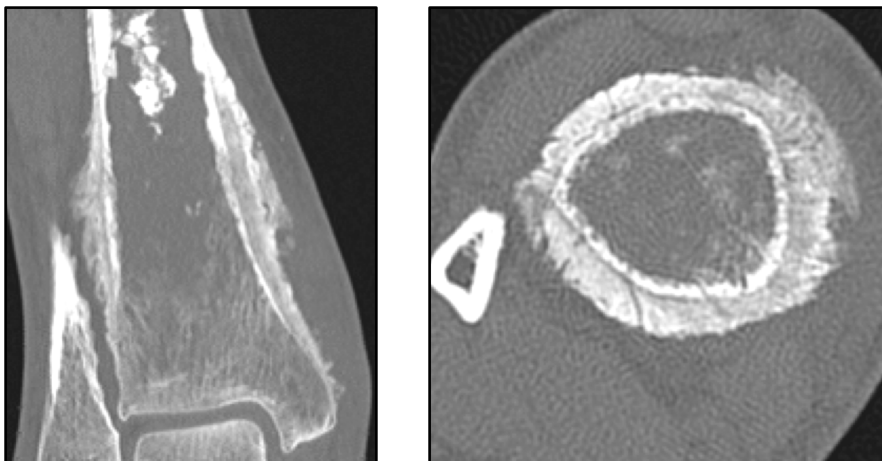


Illustration 18. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-diaphysaire distal du tibia chez un patient de 52 ans avec importante réaction périostée et épaissement cortical. La matrice cartilagineuse est bien visible. En IRM le rehaussement est périphérique et il existe une périostite



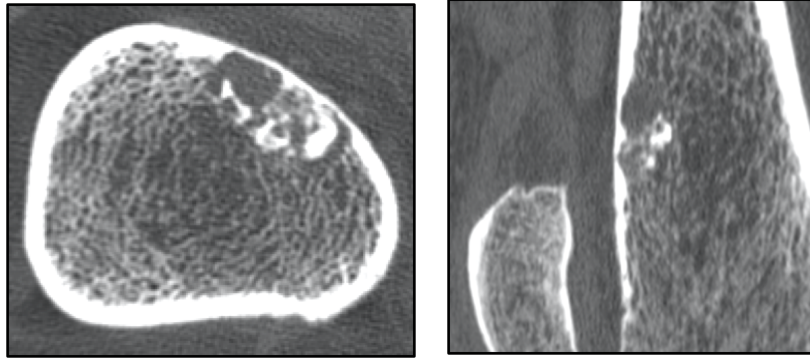


Illustration 19. Tumeur cartilagineuse atypique excentrée de la métaphyse fémorale distale  
Lésion ostéolytique excentrée avec de profondes érosions endostéales >2/3 de profondeur et d'extension et des calcifications étendues. Pas d'autre caractéristique d'agressivité.

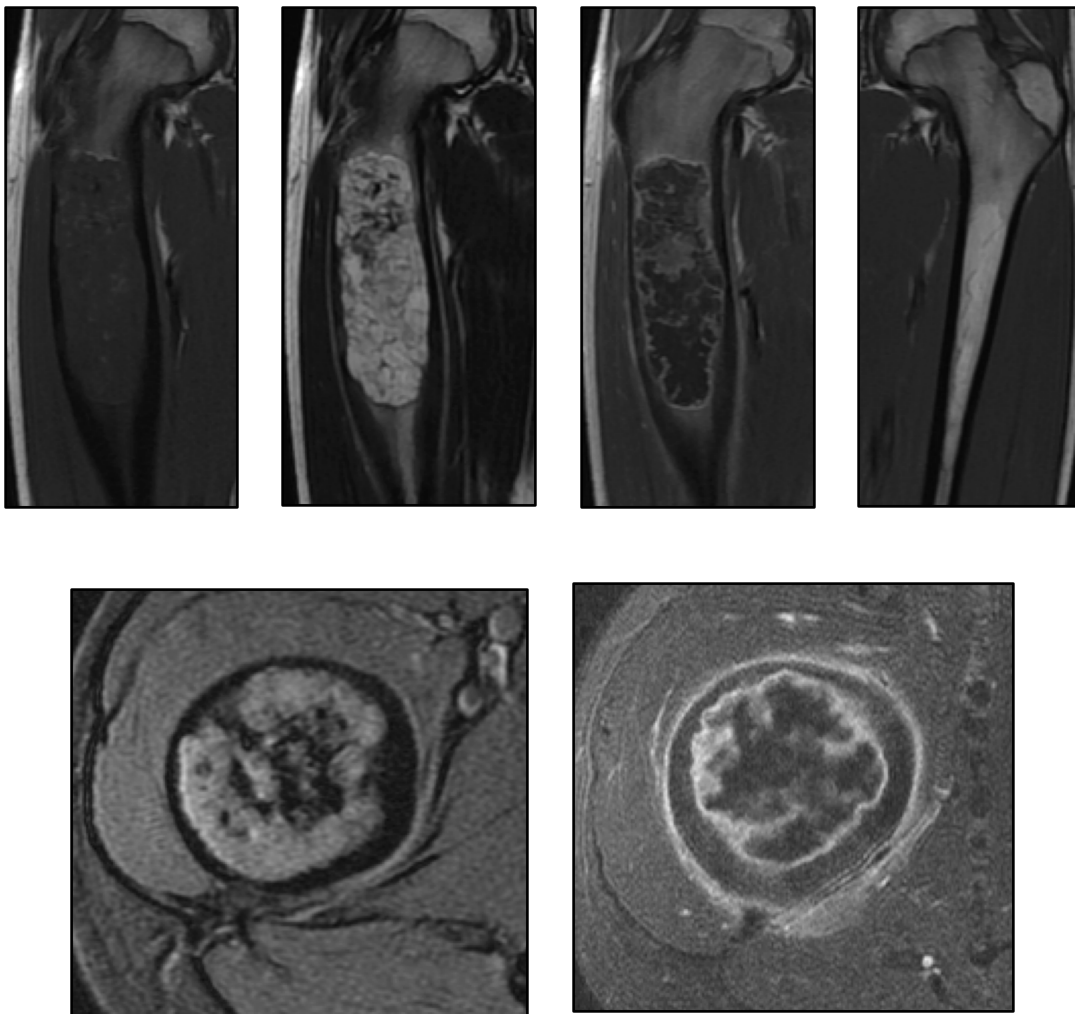


Illustration 20. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-diaphysaire proximal fémoral  
chez un patient de 15 ans en signal intermédiaire T1, hypersignal T2 hétérogène d'aspect lobulé avec de septas en hyposignal T1. Il existe des foci de moelle osseuse graisseuse au sein de la tumeur (hypersignal T1), des érosions endostéales sur [1/3-2/3] de la profondeur et <1/3 d'extension de la tumeur. Pas d'envahissement cortical. Matrice cartilagineuse calcifiée en vide de signal. Aspect soufflé des corticales, périostite et une prise de contraste intra tumorale par endroit confluyente/nodulaire

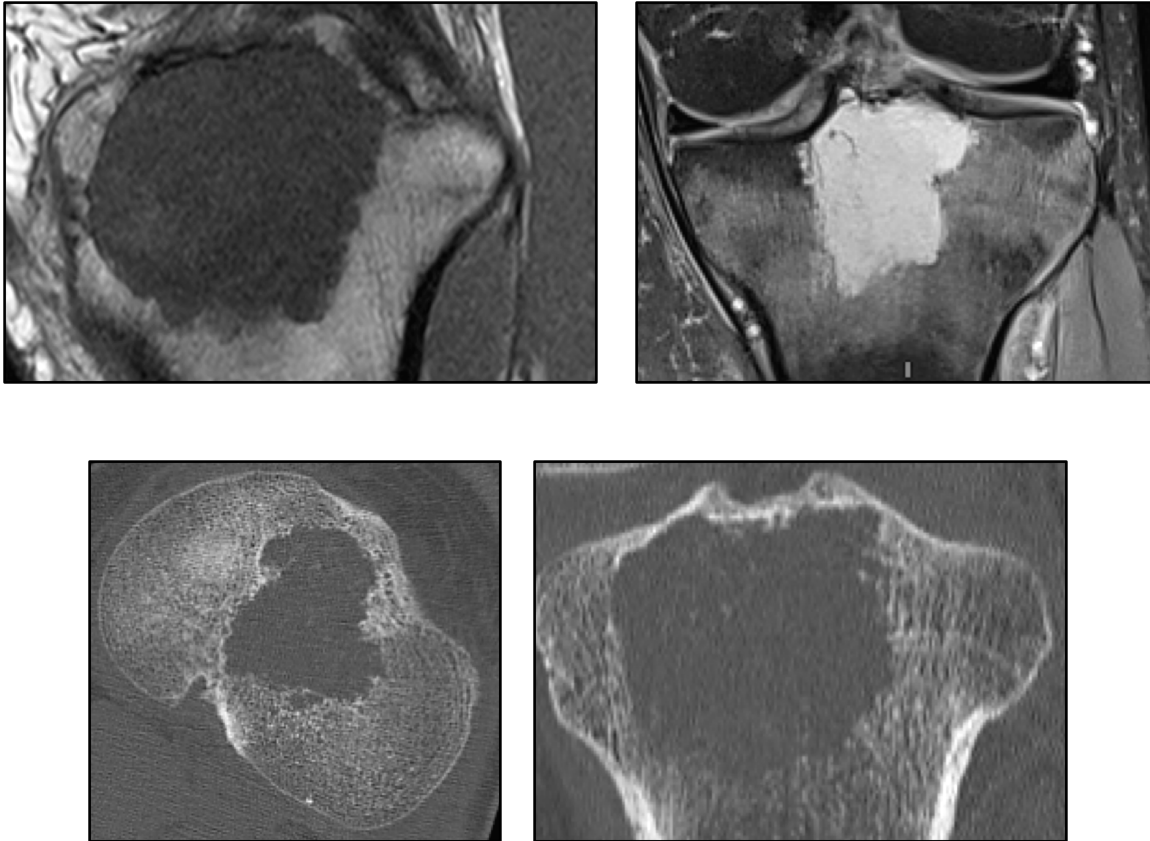


Illustration 21. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-épiphysaire proximal du *tibia* chez un patient de 32 ans, mal limité, avec une matrice cartilagineuse, non lobulé, de signal intermédiaire T1 par rapport aux muscles sans moelle osseuse graisseuse persistante au sein de la tumeur. Il existe un œdème de la moelle osseuse péri-tumorale sans œdème des parties molles. Absence de périostite. Pas d'envahissement cortical ni d'envahissement des parties molles. La matrice cartilagineuse calcifiée est visible étendue  $<1/3$  de la tumeur.

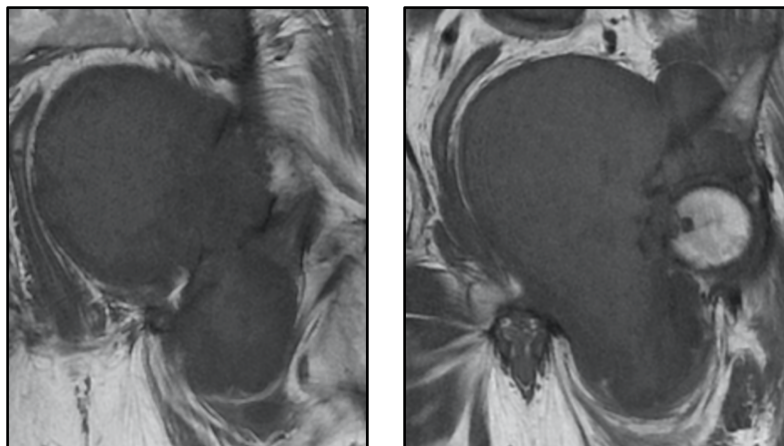


Illustration 22. Hypersignal T1 intra tumoral  
Chondrosarcome grade 3 de la ceinture pelvienne d'aspect non lobulé avec envahissement cortical et des parties molles. Signal intermédiaire T1 avec des plages mal limitées en hypersignal T1 intra-tumorales.

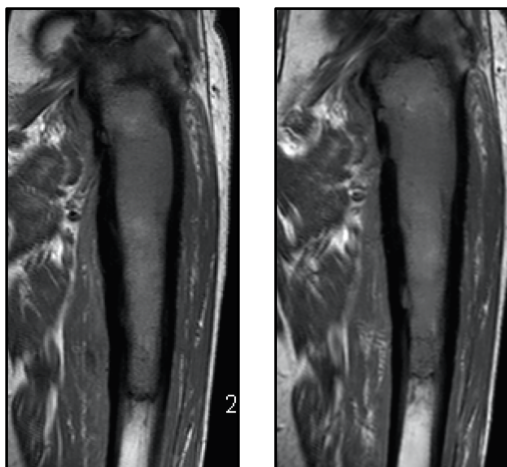


Illustration 23. Hypersignal T1 intra tumoral

Chondrosarcome de grade 3 métaphyso-diaphysaire proximal du fémur gauche. Il existe des érosions endostéales [1/3-2/3] de la profondeur corticale étendues <1/3 de la tumeur. Pas d'envahissement cortical. Il existe une expansion osseuse et un épaissement cortical. La tumeur est de signal intermédiaire T1 avec des plages en hypersignal T1 mal limitées intra-tumorales.

## 5. Etude statistique

Pour l'analyse des variables quantitatives, l'effectif des TCA (19) étant inférieur à 30 ne nous a pas permis de nous affranchir de l'hypothèse de normalité. Un test de normalité de Shapiro Wilk des variables quantitatives (taille de la tumeur en mm, âge en années) a donc été réalisé au préalable : la valeur de  $p = 0,05$  pour la caractéristique de l'âge et  $p < 0,001$  pour la taille ne nous ont pas permis de raisonnablement retenir l'hypothèse d'une distribution normale ( $p > 0,2$ ). Les comparaisons de variables quantitatives ont donc fait appel au coefficient de corrélation de Spearman (non paramétrique). Les comparaisons de variables qualitatives et quantitatives ont fait appel, quand la variable qualitative avait 2 classes au test non paramétrique U de Mann-Withney et quand la variable qualitative avait plus de 2 classes au test non paramétrique K de Kruskal.

Les comparaisons de variables qualitatives binaires ont été réalisées concernant le genre (homme, femme) à l'aide du Chi2 et concernant les caractéristiques d'imagerie en raison du petit effectif de patients dans certains groupes, au test exact de Fisher.

Les valeurs de  $p$  inférieures à 0,05 ont été considérées comme statistiquement significatives.

La sensibilité et la spécificité de nos tests de dépistages ont été calculées à l'aide de tableaux de contingence quand ils étaient significatifs ( $p < 0,05$ ).

Les données manquantes ont été laissées vides.

Nous avons utilisé les logiciel Stata 9.0.9 de O. Méricq et le site internet [biostatv.sentiweb.fr](http://biostatv.sentiweb.fr) réalisant les calculs à l'aide du logiciel de statistiques R 4.1.0 version du 18/05/2021.

## RESULTATS

Nous avons identifié 420 dossiers à partir des sources « Oncomip » et de la base de données d'anatomopathologie : 189 (45 %) ont été exclus car répondant aux critères histologiques d'exclusion prédéfinis et 103 (24,5%) en raison d'un dossier d'imagerie incomplet (absence de TDM et d'IRM disponible sur le PACS) laissant un total de 128 patients (30,5%).

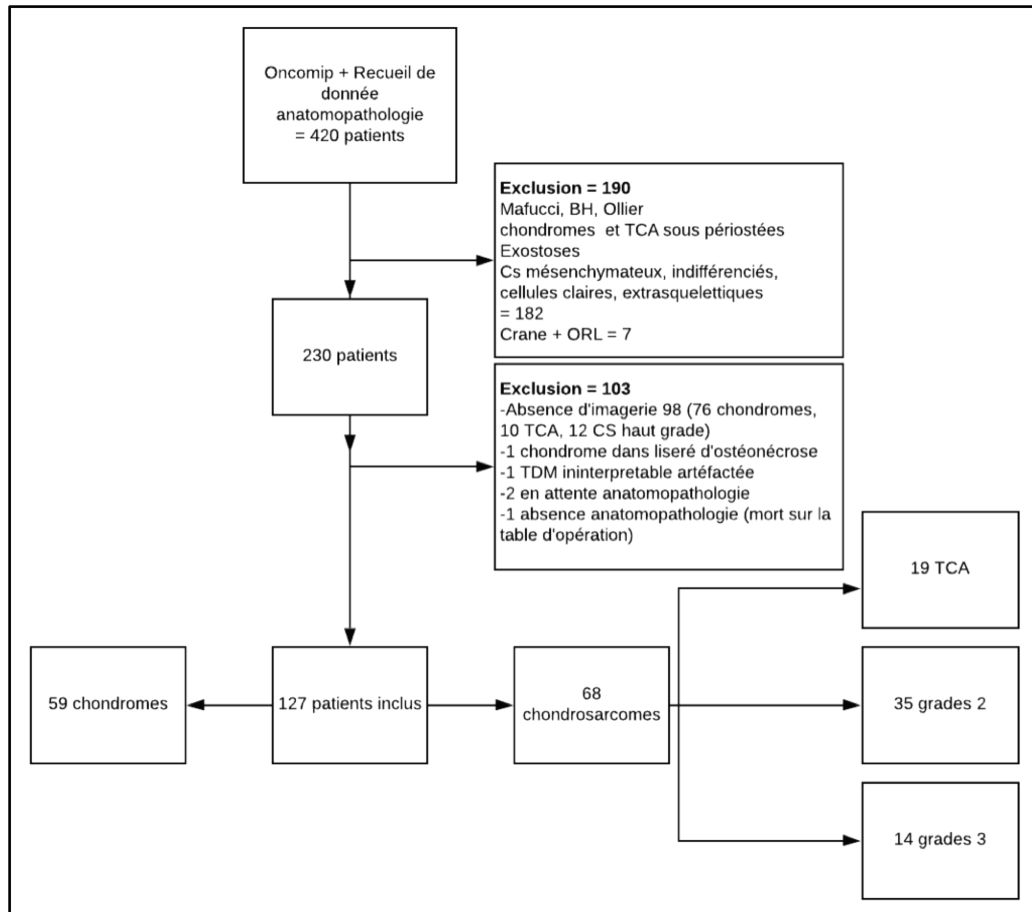


Figure 3. Diagramme de flux

L'étude histologique retrouvait 46,4% (59/127) chondromes et 53,5% (68/127) chondrosarcomes dont 14,9% (19/68) tumeurs cartilagineuses atypiques, 27,5% (35/68) chondrosarcomes de grade 2 et 11% (14/68) chondrosarcomes de grade 3.

En imagerie, 60,6% (77/127) des patients avaient une TDM et une IRM disponible ; 19,6% (25/127) avaient seulement une TDM et 20,3% (26/127) seulement une IRM.

Type anatomopathologique	Echantillon global	TDM + IRM	TDM seule	IRM seule
Chondrome	59	34/59 (57,6%)	10/59 (16,9%)	15/59 (25,4%)
TCA	19	13/19 (68,4%)	4/19 (21%)	2 (10,5%)
CS2	35	17/35 (48,6%)	10/35 (28,5%)	8 (22,8%)
CS3	14	12/14 (85,7%)	1/14 (7%)	1/14 (7%)
Total	127	77/127 (60,6%)	25/127 (19,6%)	26/127 (20,3%)

Tableau 3. Imageries disponibles suivant le type histologique

# 1. Caractéristiques épidémiologiques

## 1.1. Analyse histologique

L'analyse descriptive des prélèvements à destinée anatomopathologique et du traitement réalisé est illustrée dans le Tableau 4.

Anatomopathologie	Echantillon complet	Chondrome	Chondrosarcome	TCA	CS grade 2	CS grade 3
Biopsie radiologique	12/127 (9,4%)	2/59 (3,4%)	10/68 (14,7%)	4/19 (21%)	5/35 (14,2%)	1/14 (7,1%)
Biopsie chirurgicale	73/127 (57,4%)	14/59 (23,7%)	59/68 (86,7%)	12/19 (63%)	35/35 (100%)	12/14 (85,7%)
Curetage	58/127 (45,6%)	50/59 (84,7%)	8/68 (11,7%)	5/19 (26,3%)	3/35 (8,5%)	0/14 (0%)
Exérèse	61/127 (48%)	1/59 (1,7%)	60/68 (88,2%)	15/19 (78,9%)	32/35 (91,4%)	13/14 (92,8%)
Biopsie Radiologique*	2/127 (1,5%)	2/59 (3,4%)	0/68 (0%)	0/19 (0%)	0/35 (0%)	0/14 (0%)
Biopsie Chirurgicale*	7/127 (5,5%)	6/59 (10%)	1/68 (1,5%)	0/19 (0%)	0/35 (0%)	1/14 (7,1%)
Nombre de patients	127	59	68	19	35	14

Tableau 4. Analyse descriptive du type de prélèvement anatomopathologique et du traitement réalisés

\*Tumeurs cartilagineuses ayant eu seulement une biopsie par voie radiologique ou chirurgicale pour définir le diagnostic histologique final.

La nature histologique de la tumeur cartilagineuse a été déterminée essentiellement par biopsie chirurgicale première dans 86,7% (59/68) des cas puis exérèse avec marges dans 88,2% (60/68) pour les CS et a posteriori par analyse du curetage thérapeutique pour les Ch dans 84,7% (50/59).

Parmi les 9 Ch n'ayant pas eu de curetage thérapeutique : deux Ch ont eu une analyse histologique par biopsie radiologique sous TDM et se sont montrés stables lors du suivi en imagerie depuis 5 ans et 7 Ch ont eu une biopsie chirurgicale et se sont montrés stables lors du suivi en imagerie entre 3 et 11 ans.

Parmi les 8 CS n'ayant pas eu d'exérèse chirurgicale avec marges : le diagnostic histologique a été réalisé par curetage thérapeutique pour 4 TCA et deux CS2 et par biopsie chirurgicale pour un CS2 et un CS3.

## 1.2. Genre et âge

Caractéristiques	Echantillon complet	Chondrome	Chondrosarcome	TCA	CS2	CS3
<b>Age (moyenne en années)</b>	49,4 (15-87,7±17,9)	40,33 (15-68,6 ±14,3)	57,2 (15-87,7 ±16,9)	48,6 (15,2-76,2±17,1)	58,7 (16-86,7±15,8)	65,52 (28,6-87,7±14,5)
<b>Hommes</b>	58/127 (46%)	18/59 (31%)	40/68 (59%)	11/19 (58%)	20/35 (57%)	9/14 (64%)
<b>Femmes</b>	69/127 (54%)	41/59 (69%)	28/68 (41%)	8/19 (42%)	15/35 (43%)	5/14 (36%)
<b>Localisation</b>						
Ceintures	13/127 (10,2%)	1/13 (7,7%)	13/13 (100%)	4/13 (30,7%)	3/13 (23%)	5/13 (38,4%)
Squel. Appendiculaire	77/127 (60,6%)	39/77 (50,6%)	38/77 (49,3%)	9/77 (11,6%)	2/77 (25,9%)	9/77 (11,6%)
Humérus	33/127 (26%)	20/33 (61%)	13/33 (39%)	3/33 (9%)	8/33 (24%)	2/33 (6%)
Fémurs	35/127 (27,5%)	13/35 (37%)	22/35 (39%)	6/35 (17%)	10/35 (29%)	6/35 (17%)
Côtes	12/127 (8,6%)	0/11 (0%)	11/11 (100%)	1/11 (16,7%)	9/11 (81%)	1/11 (9%)
Mains	15/127 (11,8%)	15/15 (100%)	0/15 (0%)	0/15 (0%)	0/15 (0%)	0/15 (0%)
Pieds	10/127 (7,8%)	4/10 (40%)	6/10 (60%)	5/10 (50%)	1/10 (10%)	0/10 (0%)
<b>Localisation sur la pièce osseuse*</b>						
Epiphyse	77/127 (60,6%)	39/77 (50,6%)	38/77 (49,3%)	9/77 (11,7%)	21/77 (27,3%)	8/77 (10,4%)
Métaphyse	26/77 (33,8%)	6/26 (23%)	20/26 (77%)	2/26 (7,7%)	14/26 (53,8%)	4/26 (15,4%)
Diaphyse	63/77 (81,8%)	28/63 (44,4%)	35/63 (55,6%)	7/63 (11,1%)	21/63 (33,3%)	7/63 (11,1%)
	47/77 (61%)	24/47 (51,1%)	23/47 (48,9%)	4/47 (8,5%)	13/47 (27,7%)	6/47 (12,8%)

Tableau 5. Répartition des différents types de tumeurs suivant le genre, l'âge et la localisation

\*Ce critère a été étudié pour les os longs du squelette appendiculaire à l'exclusion des petits os longs des mains et des pieds.

	p Chondrome / Chondrosarcome	p Chondrome / TCA
<b>Age</b>	<b>0,001</b>	<b>0,05</b>
<b>Genre</b>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>

Tableau 6. p en fonction du genre et de l'âge

Nous avons observé une progression de l'âge moyen de découverte des tumeurs selon un grade histologique croissant. **Il existait une différence significative de l'âge de découverte des Ch et des CS** : la moyenne d'âge de découverte de la tumeur dans le groupe Ch était significativement plus basse que dans le groupe CS (40,33 ans, min :15 max :68,6 SD±14,3 vs 57,2 ans, min :15 max :87,7 SD±16,9, soit une différence de 17,5 ans, p= 0,001).

**Il existait une différence significative entre l'âge de découverte des Ch et des TCA** (40,33 ans, min :15 max :68,6 SD±14,3 vs 48,6 ans, min :15,2 max : 76,2 SD±17,1) soit 8,3 ans plus tard (p = 0,05)

**Nous observons qu'il existait une différence significative du genre entre les Ch et les CS** : les Ch étaient plus fréquents chez les femmes 69% (41/59) que chez les hommes 31% (29/59) ; à l'inverse les CS étaient plus fréquents chez les hommes 59% (40/68) que chez les femmes 41% (28/68) (p=0,01 OR 3,14 [1,51-6,53]).

**Il existait une différence significative du genre entre les Ch et les TCA** : Les TCA étaient plus fréquentes chez les hommes 58% (11/19) que chez les femmes 42% (8/19) (p = 0,05).

## 1.3. Caractéristiques topographiques

### 1.3.1. De l'ensemble des tumeurs

La topographie des tumeurs cartilagineuses a été schématisée sur la Figure 4. Topographie des tumeurs cartilagineuses.

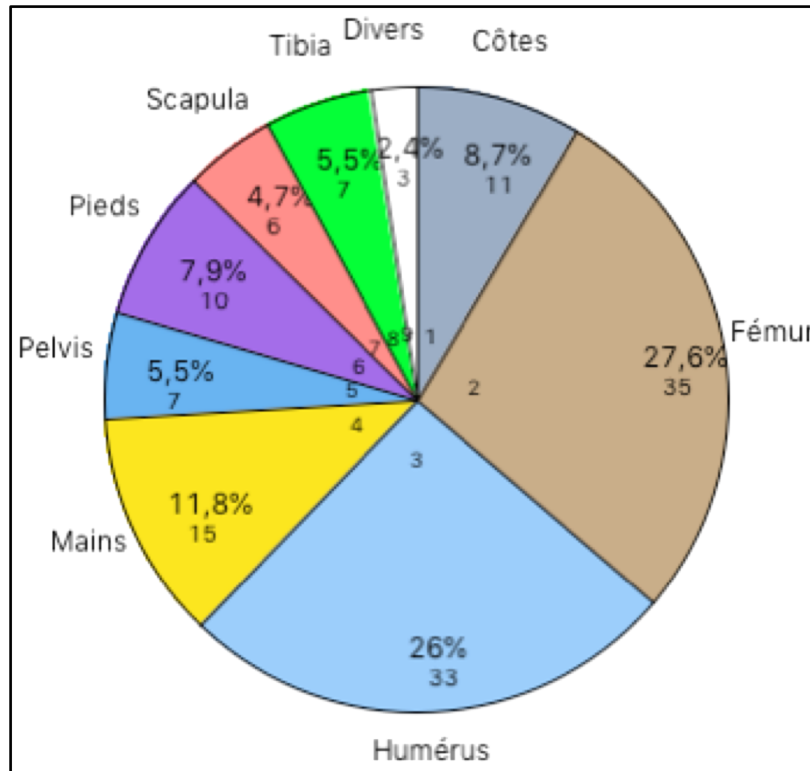
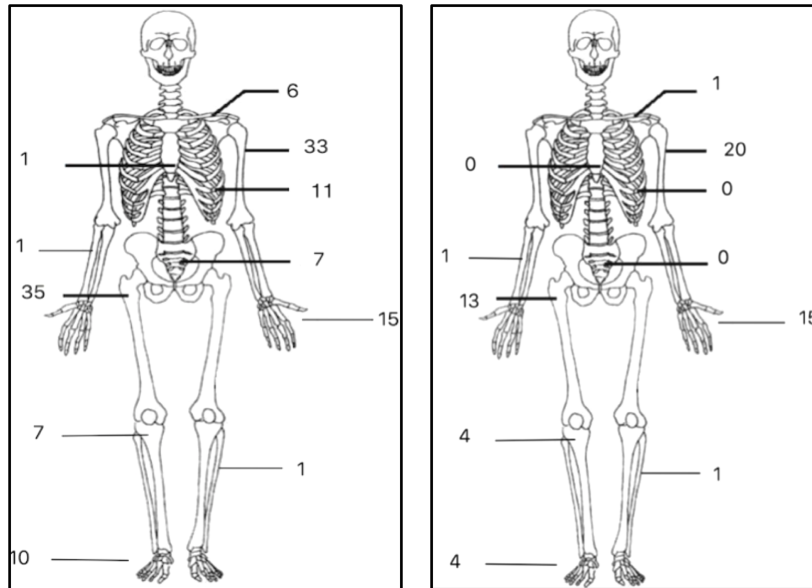


Figure 4. Topographie des tumeurs cartilagineuses en fonction de la pièce osseuse porteuse

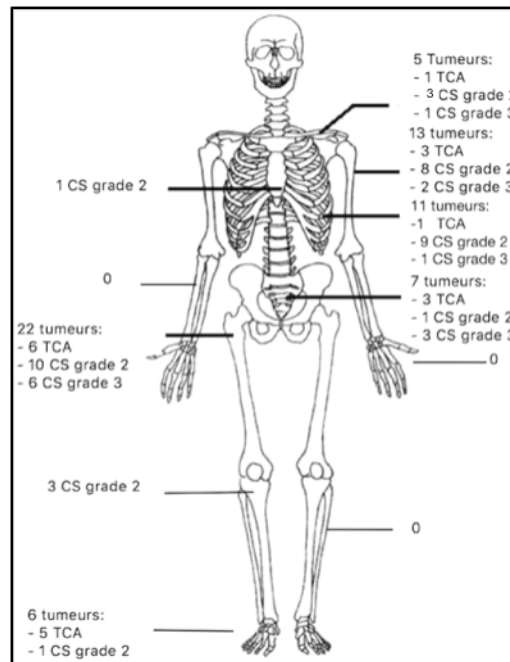
Les deux localisations les plus fréquentes étaient les fémurs 27,6% (35/127) et les humérus 26% (33/127).

### 1.3.2. En fonction des localisations et du type histologique



Topographie générale TC

Topographie des chondromes



Topographie des chondrosarcomes

Figure 5. Topographie des tumeurs cartilagineuses en fonction du type histologique

#### a) Mains

Toutes les localisations des mains intéressaient les petits os longs (métacarpiens et phalanges) sans atteinte des os du carpe ; Elles intéressaient 5 fois P1, 3 fois P2, 3 fois P3 et 4 fois les métacarpiens. **La totalité des localisations aux mains étaient des chondromes (15/15).**



## b) Pieds

Les localisations aux pieds (10) étaient dans **40% (4/10) des Ch** intéressant trois fois P1 et une fois un métatarsien et dans **60% (6/10) des CS** avec respectivement **5 TCA** localisées une fois sur un métatarsien, une fois sur P1, P2 et P3 et une fois au talus ; un CS de grade 2 était localisé sur P1.

## c) Ceintures

**Les localisations scapulaires étaient dans 83% (5/6) des CS** versus 17% (1/6) des Ch, ce dernier était localisé sur l'apophyse coracoïde. Les CS de la ceinture scapulaire étaient 1 fois de type TCA, 2 fois de grade 2 et 2 fois de grade 3.

**Sur le pelvis, la totalité des tumeurs étaient des CS** (7) comprenant 3 TCA, 1 CS2 et 3 CS3.

## d) Os longs du squelette appendiculaire

Au total, 77 tumeurs étaient localisées aux os longs du squelette appendiculaire, 50,6% de Ch (39/77) et 49,3% (38/77) de CS dont 9 TCA, 21 CS2 et 8 CS3.

**Les localisations humérales étaient dans 60,6% (20/33) des Ch versus 39,4% (13/33) de CS.** Les 13 CS huméraux étaient 3 fois de type TCA (23 %), 8 fois de grade 2 (61 %), et 2 fois de grade 3 (16 %).

**Aux fémurs ces taux étaient inversés soit respectivement 63% (22/35) de CS et 37% (13/35) de Ch.** Les 22 CS fémoraux étaient 6 fois de type TCA (27,3%), 10 fois de grade 2 (45,4%) et 6 fois de grade 3 (27,3%).

Parmi les 7 TC des tibias il y avait 4 Ch et 3 CS2.

Les deux derniers Ch étaient localisés une fois métaphyso-épiphyso-diaphysaire du radius distal et une fois à la diaphyse fibulaire.

### Localisation sur la pièce osseuse

Caractéristiques	Chondrome (33)	Chondrosarcome (35)	Valeur de p	Chondrome (33)	TCA (9)	Valeur de p
<b>Humérus et Fémurs</b>						
<b>Proximal (47)</b>	24/33 (72,7%)	23/35 (65,7%)	0,6	24/33 (72,7%)	5/9 (55,5%)	0,4
Humérus (30)	17/20 (85%)	13/13 (100%)	0,2	17/20 (85%)	3/3 (100%)	1
Fémurs (17)	7/13 (53,8%)	10/22 (45,5%)	0,7	7/13 (53,8%)	2/6 (33,3%)	0,6
<b>Distal (14)</b>	4/33 (12%)	10/35 (28,5%)	0,13	4/33 (12%)	3/9 (33,3%)	0,15
Humérus (0)	0/20 (0%)	0/13 (0%)	1	0/20 (0%)	0/3 (0%)	1
Fémurs (14)	4/13 (30,7%)	10/22 (45,5%)	0,5	4/13 (30,7%)	3/6 (50%)	0,6
<b>Diaphysaire central (7)</b>	5/33 (15%)	2/35 (5,7%)	0,2	5/33 (15%)	1/9 (11%)	1
Humérus (3)	3/20 (15%)	0/13 (0%)	0,2	3/20 (15%)	0/3 (0%)	1
Fémurs (4)	2/13 (15,4%)	2/22 (9%)	0,6	2/13 (15,4%)	1/6 (16,7%)	1

Tableau 7. Caractère proximal ou distal des tumeurs humérales et fémorales

**Nous observons qu'il n'existait pas de différence significative entre les Ch et les CS d'une part et les TCA d'autre part selon la topographie proximale ou distale des humérus et des fémurs.**

Os longs (77 patients)	Chondrome	Chondrosarcome	Valeur de p	OR [IC]	Chondrome	TCA	Valeur de p
<b>Épiphyse (26)</b>	6/39 (15,4%)	20/38 (52,6%)	<b>&lt;0,001</b>	6 [1,9-21,6]	6/39 (15,4%)	2/9 (22,2%)	0,6
Proximale (17)	4/6 (66,7%)	12/20 (60%)	1		4/6 (66,7%)	1/2 (50%)	1
Distale (9)	2/6 (33,3%)	7/20 (35%)	1		2/6 (33,3%)	1/7 (50%)	1
<b>Métaphyse (63)</b>	28/39 (71,8%)	35/38 (92,1%)	<b>0,03</b>	4,5 [1-27,5]	28/39 (71,8%)	7/9 (77,8%)	1
Proximale (47)	22/28 (78,5%)	25/35 (71,4%)	0,7		22/28 (78,5%)	5/7 (71,4%)	0,6
Distale (16)	6/28 (21,4%)	10/35 (28,5%)	0,6		6/28 (21,4%)	2/7 (28,5%)	0,6
<b>Diaphyse (47)</b>	24/39 (61,5%)	23/38 (60,5%)	1		24/39 (61,5%)	4/9 (44,4%)	0,4

Tableau 8. Localisation tumorale sur la pièce osseuse humérale et fémorale : en fonction des localisations épiphysaires, métaphysaires et diaphysaires

**Nous avons observé qu'il existait une différence significative entre les Ch et les CS dans la topographie épiphysaire et métaphysaire des os longs du squelette appendiculaire :** Les CS étaient plus fréquents 52,6% (20/38) que les Ch 15,4% (6/39) ( $p < 0,001$  OR6 [1,9-21,6]), Se 52,6% Sp 84,6% pour la topographie épiphysaire et 92,1% (35/38) CS versus 71,8% (28/39) ( $p = 0,03$  OR 4,5 [1-27,5]) Se 92% Sp 28,2% pour la topographie métaphysaire.

**Il n'existait pas de différence significative entre Ch et CS selon la topographie diaphysaire.**

**Il n'existait pas de différence significative entre les Ch et les TCA selon les topographies épiphysaire, métaphysaire ou diaphysaire.**

Taille spécifique à la topographie (en mm)	Chondrome	Chondrosarcome	TCA	p Ch/CS	p Ch/TCA
Épiphyse (6 Ch / 20 CS / 2 TCA)	41,8 (8-115; $\pm 38,9$ )	89,4 (38-193; $\pm 45,8$ )	40 (27-53; $\pm 18,4$ )	<b>0,05</b>	1
Métaphyse (28 Ch / 35 CS / 7 TCA)	64,6 (18-186; $\pm 41,8$ )	96,6 (19-251; 55,1)	53,3 (19-109; $\pm 31,6$ )	<b>0,02</b>	0,5
Diaphyse (24 Ch / 23 CS / 4 TCA)	89,7 (40-186; $\pm 38,8$ )	136,1 (19-251; $\pm 63,8$ )	95 (19-170; $\pm 62,6$ )	<b>0,001</b>	0,9

Tableau 9. Taille des TC des os longs en fonction de la topographie sur la pièce osseuse

**Nous observons qu'il existait une différence significative de la taille moyenne entre les Ch et les CS quelle que soit la topographie sur la pièce osseuse porteuse (épiphysaire :  $p = 0,05$ , métaphysaire :  $p = 0,02$  ou diaphysaire :  $p = 0,001$ ) :** Les CS étaient en moyenne plus grand que les Ch (voir Tableau 9 ci-dessus).

**Il n'existait pas de différence significative de taille moyenne entre les Ch et les TCA quelle que soit la topographie sur la pièce osseuse porteuse des os longs du squelette appendiculaire.**

### 1.3.3. Côtes et sternum

**L'ensemble des tumeurs costales étaient des CS** (11), localisées majoritairement 63,6% (7/11) à l'arc antérieur, 18,2% (2/11) à l'arc postérieur, 9% (1/11) à l'arc moyen et 9% (1/11) à toute la côte. Ils étaient 1 fois de type TCA, 9 fois de grade 2 (81 %) et une fois de grade 3. Un CS2 était localisé au sternum.

### 1.3.4. Autres

Les 3 tumeurs restantes étaient localisées une fois métaphyso-épiphysio-diaphysaire du radius distal, une fois au sternum et une fois à la diaphyse fibulaire.

### 1.3.5. Analyse topographique spécifique des tumeurs cartilagineuses atypiques

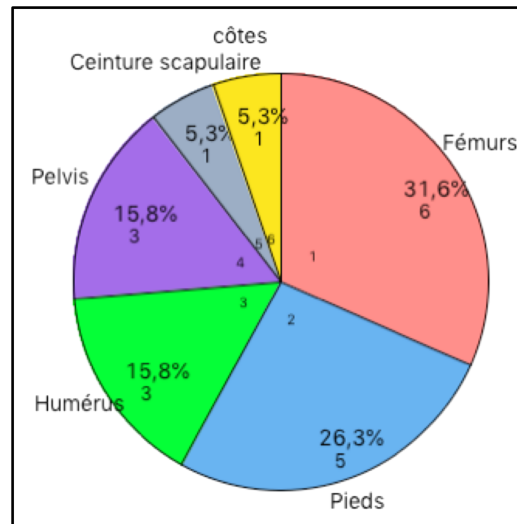


Figure 6. Topographie des TCA

**Les TCA étaient localisées sur l'ensemble des localisations citées à l'exception des mains.** Elles étaient **préférentiellement localisées aux fémurs** dans 31,6% (6/19) des cas **et aux pieds** dans 26,3% (5/19) des cas. Elles représentaient respectivement 27,2% (6/22) des CS des fémurs et 83,3% (5/6) des CS des pieds.

#### Synthèse

- Il existait une différence de l'âge de découverte des chondrosarcomes d'environ 17 ans de plus que pour les chondromes (Ch = 40 ans et CS = 57 ans) mais pas entre Ch et TCA.
- Les chondromes étaient significativement plus fréquents chez les femmes et les chondrosarcomes et les TCA chez les hommes.
- Sur les os longs du squelette appendiculaire toute topographie confondue, il existait une différence de taille centimétrique significative entre les chondromes et les chondrosarcomes mais pas entre les chondromes et les TCA. Les chondrosarcomes étaient plus grands que les chondromes.
- La totalité des TC des petits os longs des mains étaient des chondromes mais pas ceux des pieds composés de 60% (6/10) de chondrosarcomes dont 83,3% (5/6) TCA.
- La totalité des TC pelviennes et costales étaient des chondrosarcomes.
- Sur la ceinture scapulaire 83% (5/6) des TC étaient des chondrosarcomes.
- Sur les humérus 60,6% (20/33) des TC étaient des chondromes et sur les fémurs 63% (22/35) des TC étaient des chondrosarcomes.
- Dans la topographie épiphysaire (proximale ou distale) des os longs du squelette appendiculaire, les chondrosarcomes 52,6% (20/38) étaient significativement plus fréquents que les chondromes 15,4% (6/39).
- Il n'existait pas de différence significative entre chondrome et chondrosarcome selon la topographie proximale ou distale des humérus et fémurs.

## 2. Caractéristiques d'imagerie

Les différentes caractéristiques d'imagerie en fonction du type histologique des tumeurs ont été récapitulées dans le Tableau 10 ci-dessous.

Caractéristiques	Chondrome (=59)	TCA (=19)	CS2 (=35)	CS3 (=14)	Chondrosarcome (=68)
TAILLE	51,6 (8-186 ;±41,3)	46,2 (14-170 ;±38,3)	91,7 (38-193 ;±41,2)	154,9 (57-305 ;±90,5)	92 (14-305 ;±65,3)
PROFONDEUR / EROSIONS					
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	0/35 (0%)	0/14 (0%)	1/68 (1,5%)
<1/3	16/59 (27,1%)	3/19 (15,8%)	2/35 (5,7%)	0/14 (0%)	5/68 (7,3%)
[1/3 - 2/3]	9/59 (15,2%)	1/19 (5,2%)	3/35 (8,6%)	0/14 (0%)	4/68 (5,9%)
> 2/3	8/59 (13,5%)	4/19 (21%)	1/35 (2,8%)	0/14 (0%)	5/68 (7,3%)
EXTENSION / EROSIONS					
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	0/35 (0%)	0/14 (0%)	1/68 (1,5%)
<1/3	22/59 (37,2%)	6/19 (31,6%)	5/35 (14,3%)	0/14 (0%)	11/68 (16,1%)
[1/3 - 2/3]	8/59 (13,5%)	5/19 (26,3%)	5/35 (14,3%)	1/14 (7,1%)	11/68 (16,1%)
> 2/3	6/59 (10,2%)	7/19 (36,8%)	25/35 (71,4%)	13/14 (92,8%)	45/68 (66,1%)
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	3/59 (5%)	10/19 (52,6%)	29/35 (82,8%)	14/14 (100%)	53/68 (77,9%)
ENVAHISSEMENT / PARTIES MOLLES	0/59 (0%)	6/19 (31,6%)	26/35 (74,3%)	13/14 (92,8%)	45/68 (66,1%)
EPAISSISSEMENT CORTICAL	1/59 (1,7%)	3/19 (15,8%)	6/35 (17,1%)	8/14 (57,1%)	17/68 (25%)
REACTION PÉRIOSTÉE AGRESSIVE	0/44 (0%)	3/17 (17,6%)	15/27 (55,5%)	11/13 (84,6%)	29/57 (50,9%)
EXPANSION OSSEUSE	28/59 (47,4%)	11/19 (57,9%)	23/35 (65,7%)	6/14 (42,8%)	40/68 (58,8%)
FRACTURE	11/59 (18,6%)	3/19 (15,8%)	3/35 (8,5%)	2/14 (14,3%)	8/68 (11,8%)
PRÉSENCE CALCIFICATIONS	38/44 (86,4%)	16/17 (94,1%)	25/27 (92,6%)	11/13 (84,6%)	52/57 (91,2%)
EXTENSION CALCIFICATIONS					
<1/3	18/38 (47,3%)	13/16 (81,2%)	20/25 (80%)	7/11 (63,6%)	40/52 (76,9%)
[1/3 - 2/3]	12/38 (31,6%)	1/16 (6,2%)	4/25 (16%)	3/11 (27,3%)	8/52 (15,4%)
>2/3	8/38 (21%)	2/16 (12,5%)	1/25 (4%)	1/11 (9%)	4/52 (7,7%)
OEDEME / PARTIES MOLLES	6/49 (12,2%)	6/15 (40%)	22/25 (88%)	11/13 (84,6%)	39/53 (73,5%)
OEDEME / MOELLE OSSEUSE	9/49 (18,4%)	7/15 (46,7%)	23/25 (92%)	12/13 (92,3%)	42/53 (79,2%)
PÉRIOSTITE	5/49 (10,2%)	7/15 (46,7%)	22/25 (88%)	12/13 (92,3%)	37/53 (69,8%)
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE*	35/48 (72,9%)	6/15 (40%)	5/25 (20%)	1/13 (7,7%)	12/53 (22,6%)
Travées	27/48 (56,2%)	1/15 (6,7%)	2/25 (8%)	0/13 (0%)	3/53 (5,6%)
Foci	8/48 (16,7%)	5/15 (33,3%)	3/25 (12%)	1/13 (7,7%)	9/53 (17%)
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/49 (0%)	0/15 (0%)	8/25 (32%)	6/13 (46,1%)	14/53 (26,4%)
REHAUSSEMENT**					
ARC ET ANNEAUX	38/42 (90,5%)	7/13 (53,8%)	5/23 (21,7%)	4/13 (30,7%)	16/42 (38,1%)
PÉRIPHÉRIQUE	1/42 (2,4%)	1/13 (7,7%)	11/23 (47,8%)	7/13 (53,8%)	19/42 (45,2%)
CONFLUENT	3/42 (7,1%)	5/13 (38,5%)	11/23 (47,8%)	5/13 (38,5%)	20/42 (47,6%)

Tableau 10. Caractéristiques d'imageries des TC en fonction du type histologique.

\* Un chondrome était artéfacté et a été retiré de l'analyse.

\*\* Certains chondrosarcomes présentaient à la fois un rehaussement périphérique et confluent et ont été classés dans les deux groupes.

## 2.1. Comparaison des caractéristiques d'imagerie entre les chondromes et les chondrosarcomes

Caractéristiques	Chondrome (=59)	Chondrosarcome (=68)	P, OR et [IC]
TAILLE	51,6 (8-186 ;±41,3)	92 (14-305 ;±65,3)	<b>0,001</b>
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/68 (1,5%)	<b>p &lt;0,001</b> OR 0,02 [0,006-0,16]
<1/3	16/59 (27,1%)	5/68 (7,3%)	<b>p 0,003</b> OR 0,2 [0,05 - 0,7]
[1/3 - 2/3]	9/59 (15,2%)	4/68 (5,9%)	p 0,1 OR 0,3 [0,07 - 1,3]
> 2/3	8/59 (13,5%)	5/68 (7,3%)	p 0,3 OR 0,5 [0,1 - 1,9]
SOLUTION DE CONTINUITE CORTICALE	3/59 (5%)	53/68 (77,9%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 62,7 [16,9 - 354]
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/68 (1,5%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,02 [0,0006 - 0,16]
<1/3	22/59 (37,2%)	11/68 (16,1%)	<b>p 0,008</b> OR 0,3 [0,12 - 0,8]
[1/3 - 2/3]	8/59 (13,5%)	11/68 (16,1%)	p 0,8 OR 1,2 [0,4 - 3,8]
> 2/3	6/59 (10,2%)	45/68 (66,1%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 16,2 [5,8 - 53]
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/59 (0%)	45/68 (66,1%)	<b>p&lt;0,001</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	1/59 (1,7%)	17/68 (25%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 20,5 [3 - 880]
REACTION PERIOSTEE	0/44 (0%)	29/57 (50,9%)	<b>p&lt;0,001</b>
EXPANSION OSSEUSE	28/59 (47,4%)	40/68 (58,8%)	p 0,2 OR 1,5 [0,7 - 3,4]
FRACTURE	11/59 (18,6%)	8/68 (11,8%)	p 0,3 OR 0,5 [0,18 - 1,7]
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	38/44 (86,4%)	52/57 (91,2%)	p 0,5 OR 1,6 [0,4 - 7,3]
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	18/38 (47,3%)	40/52 (76,9%)	<b>p 0,006</b> OR 3,6 [1,3 - 10,1]
[1/3 - 2/3]	12/38 (31,6%)	8/52 (15,4%)	p 0,07 OR 0,39 [0,12 - 1,2]
>2/3	8/38 (21%)	4/52 (7,7%)	p 0,1 OR 0,3 [0,06 - 1,3]
OEDEME DES PARTIES MOLLES	6/49 (12,2%)	39/53 (73,5%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 19,2 [6,4 - 67,7]
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	9/49 (18,4%)	42/53 (79,2%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 16,3 [5,8 - 51,3]
PERIOSTITE	5/49 (10,2%)	37/53 (69,8%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 19,6 [6,2 - 75,4]
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	35/48 (72,9%)	12/53 (22,6%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,1 [0,036-0,27]
Travées	27/48 (56,2%)	3/53 (5,6%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,04 [0,008-0,18]
Foci	8/48 (16,7%)	9/53 (17%)	p 1
HYPER SIGNAL T1 / MUSCLE	0/49 (0%)	14/53 (26,4%)	<b>p&lt;0,001</b>
REHAUSSEMENT			
ARCS ET ANNEAUX	38/42 (90,5%)	16/42 (38,1%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,067 [0,014 - 0,23]
PERIPHERIQUE	1/42 (2,4%)	19/42 (45,2%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 32,6 [4,6 - 1429]
CONFLUENT	3/42 (7,1%)	20/42 (47,6%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 11,4 [2,9 - 66,8]

Tableau 11. Analyse des caractéristiques d'imagerie : chondrome versus chondrosarcome

Nous avons observé qu'il existait une différence significative pour certaines caractéristiques morphologiques entre les chondromes et les chondrosarcomes.

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe CS étaient :**

- Taille (les CS avaient une moyenne de 40,4mm plus élevée que les Ch, p 0,001 notamment quand >5cm p<0,001\*)
- Extension des érosions endostéales >2/3 du grand axe tumoral (p<0,001 OR 16,2 [5,8 - 53]). Se 66,2% Sp 89,8%
- Solution de continuité par envahissement cortical (p<0,001 OR 62,7 [16,9 - 354]). Se 77,9% Sp 95%
- Envahissement des parties molles (p<0,001 OR 109 [16,6 - 4524]). Se 66,2% Sp 100%
- Épaississement cortical (p<0,001 OR 20,5 [3 - 880]). Se 25% Sp 98,3%
- Réaction périostée agressive en TDM (p<0,001). Se 50,5% Sp 100%
- Extension des calcifications <1/3 de la tumeur (p 0,006 OR 3,6 [1,3 - 10,1]). Se 76,9% Sp 52,6%
- Œdème des parties molles (p<0,001 OR 19,2 [6,4 - 67,7]). Se 73,5% Sp 87,7%
- Œdème de la moelle osseuse (p<0,001 OR 16,3 [5,8 - 51,3]). Se 79,2% Sp 81,6%
- Périostite en IRM (p<0,001 OR 19,6 [6,2 - 75,4]). Se 69,8% Sp 74,5%
- Plages en hypersignal T1 par rapport aux muscles (p<0,001). Se 26,4% Sp 100%
- Rehaussements périphérique (p<0,001 OR 32,6 [4,6 - 1429]) Se 45,2% Sp 97,6% et confluent (p<0,001 OR 11,4 [2,9 - 66,8]) Se 47,6% Sp 92,8%

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe Ch étaient :**

- Absence d'érosion endostéale (p <0,001 OR 0,02[0,006-0,16]). Se 39% Sp 98,5%
- Érosions endostéales <1/3 de la profondeur corticale (p 0,003 OR 0,2 [0,05 - 0,7]). Se 27% Sp 91%
- Extension des érosions endostéales <1/3 du grand axe tumoral (p 0,008 OR 0,3 [0,12 - 0,8]). Se 37% Sp 84%
- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle (p<0,001 OR 0,1 [0,036-0,27]). Se 74,5% Sp 77,3%
- Présence d'îlots cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse résiduelle (p<0,001 OR 0,04 [0,008-0,18]). Se 56,2% Sp 94,3%
- Rehaussement en arcs et anneaux (p<0,001 OR 0,067 [0,014 - 0,23]). Se 90,5% Sp 62%

**Il est intéressant de noter qu'aucun Ch ne présentait d'envahissement des parties molles ou de réaction périostée agressive en TDM, ces critères étant donc pathognomoniques de CS.**

**Par ailleurs certains critères étaient quasi-pathognomoniques de CS, très rarement identifiés dans les Ch :**

- **Envahissement cortical** identifié sur 5% (3/59) des Ch (dont 2/3 étaient fracturés), localisés aux mains une fois sur P1, une fois sur P2 et une fois sur le 2eme métacarpien.
- **Épaississement cortical** identifié sur 1,7% (1/59) Ch, diaphyso-métaphyso épiphysaire de P1 du 2eme rayon de la main.
- **Rehaussement périphérique** identifié sur 2,4% (1/42) Ch, diaphysaire du 4eme métacarpien avec une fracture pathologique.
- **Rehaussement confluent** identifié sur 7,1% (3/42) des Ch, localisés sur la coracoïde de la scapula (avec une fracture pathologique), sur l'épiphyse proximale du fémur et sur P3 du 2eme rayon de la main (avec une fracture pathologique)

**Certains critères étaient quasi-pathognomoniques de Ch, très rarement identifiés dans les CS :**

- Absence d'érosion endostéale identifiée sur 1,5% (1/68) TCA de 135mm localisée sur la diaphyse fémorale.
- Erosions endostéales <1/3 de la profondeur corticale identifié sur 7,3% (5/68) des CS.
- Présence d'îlots cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse résiduelle identifiés dans seulement 5,6% (3/53) CS.

Nous avons analysé la taille des Ch et des CS selon une valeur seuil de 5cm fréquemment citée dans la littérature :

Taille 5cm	Chondrome	Chondrosarcome
<5cm	36/59 (61%)	20/68 (29,4%)
>5cm	23/59 (39%)	48/68 (70,6%)

Tableau 12. Analyse de la taille des chondromes et chondrosarcomes\*

Analyse statistique taille > 5cm : valeur de p <0,001 OR 3,75 IC[1,7-8,4]

**Nous avons observé qu'il existait significativement plus de CS de plus de 5cm 70,6% (48/68) que de Ch 39% (23/59).**

Les tumeurs avec envahissement cortical étant volumineuses et agressives étaient fréquemment accompagnées de profondes érosions endostéales avec une importante extension de celles-ci. L'envahissement cortical identifié sur 66,1% (53/68) des CS pouvait être un facteur de confusion. Nous avons alors analysé la profondeur et l'extension des érosions endostéales spécifiquement sur les tumeurs ayant une atteinte corticale sans envahissement avec solution de continuité corticale (soit 33 Ch et 14 CS).

Caractéristiques	Chondrome	Chondrosarcome	P, OR et [IC]
<b>PROFONDEUR DES EROSIONS</b>			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/68 (1,5%)	<b>p &lt;0,001</b> OR 0,02[0,006-0,16]
<1/3	16/33 (48,5%)	5/14 (35,7%)	p 0,5 OR 0,6 [0,1 – 2,5]
[1/3 - 2/3]	9/33 (27,3%)	4/14 (28,6%)	p 1 OR 1 [0,2 – 5]
> 2/3	8/33 (24%)	5/14 (35,7%)	p 0,48 OR 1,7 [0,3 – 8]
<b>EXTENSION DES EROSIONS</b>			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/68 (1,5%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,02 [0,0006 – 0,16]
<1/3	22/33 (66,7%)	8/14 (57%)	p 0,7 OR 0,7 [0,15 – 2,9]
[1/3 - 2/3]	6/33 (18,2%)	4/14 (28,6%)	p 0,5 OR 1,7 [0,3 – 9,4]
> 2/3	5/33 (15,1%)	2/14 (14,3%)	p 1 OR 0,8 [0,8 - 6,7]

Tableau 13. Erosions endostéales des tumeurs sans envahissement cortical

**Nous avons observé qu'il n'existait pas de différence significative entre Ch et CS concernant la profondeur et l'extension des érosions endostéales en l'absence d'envahissement cortical.**

## 2.2. Comparaison des caractéristiques d'imagerie entre les chondromes et les TCA

Caractéristiques	Chondrome (=59)	TCA (=19)	P, OR et [IC]
TAILLE	51,6 (8-186 ;±41,3)	46,2 (14-170 ;±38,3)	0,9
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	<b>p 0,003</b> OR 0,08 [0,002- 0,6]
<1/3	16/59 (27,1%)	3/19 (15,8%)	p 0,3 OR 0,5 [0,08 - 2,1]
[1/3 - 2/3]	9/59 (15,2%)	1/19 (5,2%)	p 0,4 OR 0,3 [0,006 - 2,5]
> 2/3	8/59 (13,5%)	4/19 (21%)	p 0,4 OR 1,7 [0,3 - 7,4]
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	<b>p 0,003</b> OR 0,089 [0,002 - 0,64]
<1/3	22/59 (37,2%)	6/19 (31,6%)	p 0,78 OR 0,78 [0,2 - 2,6]
[1/3 - 2/3]	8/59 (13,5%)	5/19 (26,3%)	p 0,3 OR 2,2 [0,5 - 9,3]
> 2/3	6/59 (10,2%)	7/19 (36,8%)	<b>p 0,01</b> OR 5 [1,2 - 21,8]
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	3/59 (5%)	10/19 (52,6%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 19,5 [4 - 131]
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/59 (0%)	6/19 (31,6%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 25,2 [2,7 - 1241]
EPAISSISSEMENT CORTICAL	1/59 (1,7%)	3/19 (15,8%)	<b>p 0,04</b> OR 10,4 [0,8 - 578]
REACTION PERIOSTÉE	0/44 (0%)	3/17 (17,6%)	<b>p 0,01</b>
EXPANSION OSSEUSE	28/59 (47,4%)	11/19 (57,9%)	p 0,6
FRACTURE	11/59 (18,6%)	3/19 (15,8%)	p 1 OR 0,8 [0,13 - 3,6]
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	38/44 (86,4%)	16/17 (94,1%)	p 0,6 OR 2,4 [0,2 - 123]
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	18/38 (47,3%)	13/16 (81,2%)	<b>p 0,03</b> OR 4,7 [1 - 29,7]
[1/3 - 2/3]	12/38 (31,6%)	1/16 (6,2%)	p 0,08 OR 0,1 [0,003 - 1,9]
>2/3	8/38 (21%)	2/16 (12,5%)	p 0,7 OR 0,5 [0,05 - 3,2]
OEDEME DES PARTIES MOLLES	6/49 (12,2%)	6/15 (40%)	<b>p 0,02</b> OR 4,6 [0,99 - 22,2]
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	9/49 (18,4%)	7/15 (46,7%)	<b>p 0,04</b> OR 3,8 [0,9 - 15,9]
PERIOSTITE	5/49 (10,2%)	7/15 (46,7%)	<b>p 0,004</b> OR 7,3 [1,6 - 38]
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	35/48 (72,9%)	6/15 (40%)	<b>p 0,02</b> OR 0,23 [0,05 - 0,9]
Travées	27/48 (56,2%)	1/15 (6,7%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,05 [0,001-0,4]
Foci	8/48 (16,7%)	5/15 (33,3%)	p 0,16
HYPER SIGNAL T1 / MUSCLE	0/49 (0%)	0/15 (0%)	p 1
REHAUSSEMENT			
ARCS ET ANNEAUX	38/42 (90,5%)	7/13 (53,8%)	<b>p 0,007</b> OR 0,13 [0,02 - 0,7]
PERIPHERIQUE	1/42 (2,4%)	1/13 (7,7%)	p 0,4 OR 3,3 [0,04 - 274]
CONFLUENT	3/42 (7,1%)	5/13 (38,5%)	<b>p 0,01</b> OR 7,7 [1,2 - 60]

Tableau 14. Analyse des caractéristiques d'imagerie : chondrome versus TCA



Nous avons observé qu'il existait une différence significative pour certaines caractéristiques morphologiques entre les chondromes et les TCA.

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe TCA étaient :**

- Extension des érosions endostéales >2/3 du grand axe tumoral (p<0,01 OR 5 [1,2 - 21,8]). Se 58,3% Sp 89,8%
- Solution de continuité par envahissement de la corticale (p<0,001 OR 19,5 [4 - 131]). Se 52,6% Sp 95%
- Envahissement des parties molles (p<0,001 OR 25,2 [2,7 - 1241]). Se 31,5% Sp 100%
- Epaissement cortical (p 0,04 OR 10,4 [0,8 - 578]). Se 15,8% Sp 98,3%
- Réaction périostée agressive en TDM (p= 0,01). Se 17,6% Sp 100%
- Extension des calcifications <1/3 de la tumeur (p 0,03 OR 4,7 [1 - 29,7]). Se 81,2% Sp 52,6%
- Œdème des parties molles (p 0,02 OR 4,6 [0,99 - 22,2]). Se 40% Sp 87,7%
- Œdème de la moelle osseuse (p 0,04 OR 3,8 [0,9 - 15,9]). Se 46,6% Sp 81,6%
- Périostite en IRM (p 0,004 OR 7,3 [1,6 - 38]). Se 46,6% Sp 89,8%
- Rehaussements confluent (p 0,01 OR 7,7 [1,2 - 60]). Se 38,5% Sp 92,8%

En comparaison à l'analyse entre les Ch et les CS, les mêmes critères étaient significatifs en faveur d'un CS et d'une TCA à l'exception de : La taille, l'hypersignal T1 en plages intra-tumorale qui n'était jamais identifié dans les Ch et les TCA et le rehaussement périphérique identifié dans 7,7% (1/13) des TCA.

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe Ch étaient :**

- Absence d'érosion endostéale (p= 0,003 OR 0,08 [0,002- 0,6]). Se 40% Sp 95%
- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle (p 0,02 OR 0,23 [0,05 - 0,9]). Se 73% Sp 60%
- Présence d'îlots cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse résiduelle (p<0,001 OR 0,05 [0,001-0,04]). Se 56,2% Sp 93,3%
- Rehaussement en arcs et anneaux (p 0,007 OR 0,13 [0,02 - 0,7]). Se 90,5% Sp 46%

En comparaison à l'analyse entre les Ch et les CS, les mêmes critères étaient significatifs en faveur d'un Ch à l'exception des érosions endostéales <1/3 de la profondeur corticale qui étaient identifiées dans 15,8% (3/19) TCA et l'extension des érosions endostéales <1/3 du grand axe tumoral identifiée dans 31,6% (6/19) des TCA.

**Il est intéressant de noter que l'absence d'érosion endostéale (Sp 95%) et la présence d'îlots cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse résiduelle étaient des caractéristiques quasi-pathognomoniques de Ch.**

Par ailleurs la **réaction périostée agressive en TDM et les plages d'hypersignal T1 intra-tumorales étaient majoritairement présentes dans les CS de haut grade** : La réaction périostée était identifiée sur 17,6% (3/19) des TCA et 45,6% (26/57) des CS de haut grade. Les plages en hypersignal T1 n'étaient jamais identifiées dans les TCA.

Nous avons analysé la taille des TCA selon une valeur seuil de 4,7cm citée dans la littérature (5) :

Taille 4,7cm	TCA
<4,7cm	15/19 (79%)
>4,7cm	4/19 (21%)

Tableau 15. Analyse de la taille des TCA

Il n'existait pas de différence significative de taille entre les Ch et les TCA et 79% (15/19) de nos TCA étaient de taille inférieure au seuil de 4,7cm retrouvé dans la littérature.

L'envahissement cortical étant identifié sur 52,6% (10/19) des TCA il pouvait être un facteur de confusion. Nous avons alors analysé la profondeur et l'extension des érosions endostéales spécifiquement sur les tumeurs ayant une atteinte corticale sans envahissement cortical (soit 33 Ch et 8 TCA).

Caractéristiques	Chondrome	TCA	P, OR et [IC]
<b>PROFONDEUR DES EROSIONS</b>			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	<b>p 0,003</b> OR 0,08 [0,002- 0,6]
<1/3	16/33 (48,5%)	3/8 (37,5%)	p 0,07 OR 0,08 [0,002- 0,6]
[1/3 - 2/3]	9/33 (27,3%)	1/8 (12,5%)	p 0,2 OR 0,2 [0,005 - 1,9]
> 2/3	8/33 (24%)	4/8 (50%)	p 1 OR 1,7 [0,3 - 7,4]
<b>EXTENSION DES EROSIONS</b>			
Aucune	23/59 (38,9%)	1/19 (5,2%)	<b>p 0,003</b> OR 0,089 [0,002 - 0,64]
<1/3	22/33 (66,7%)	4/8 (50%)	p 0,4 OR 0,5 [0,08 - 3,3]
[1/3 - 2/3]	6/33 (18,2%)	3/8 (37,5%)	p 0,36 OR 2,3 [0,28 - 16,7]
> 2/3	5/33 (15,1%)	1/8 (12,5%)	p 1 OR 0,8 [0,01 - 9]

Tableau 16. Erosions endostéales des TCA sans envahissement cortical

**Nous avons observé qu'il n'existait pas de différence significative concernant la profondeur et l'extension des érosions endostéales en l'absence d'envahissement cortical.** Il existait une tendance non significative (p 0,07) pour les Ch de présenter des érosions endostéales <1/3 de l'épaisseur de la corticale 48,5% (16/33) par rapport aux TCA 37,5% (3/8).

Dans notre étude une TCA diaphysaire fémorale ne présentait ni envahissement cortical ou des parties molles, ni d'hypersignal T1 ni d'œdème de la moelle osseuse, des parties molles, de périostite ou de réaction périostée en TDM. Ses seules caractéristiques d'atypie étaient sa taille de 135mm et des calcifications étendues <1/3 de la surface tumorale. Elle ne présentait également pas d'érosion endostéale. Il existait des foci de moelle osseuse persistante intra-tumorale. L'IRM était sans injection de produit de contraste.

Deux autres TCA de 31mm et 19mm de la métaphyse distale fémorale ne présentaient ni envahissement cortical ou des parties molles, ni réaction périostée en TDM avec des calcifications étendues pour l'une <1/3 et pour l'autre >2/3 de la surface tumorale. Cependant les IRM n'étaient pas disponibles sur le PACS.

### 3. Caractéristiques d'imagerie en fonction de la topographie

Une analyse en sous-groupes en fonction des différentes topographies a ensuite été réalisée. Les localisations costales et aux ceintures ont été volontairement exclues (car étant essentiellement composées de CS, un seul Ch étant présent et fracturé de la coracoïde).

#### 3.1. Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs cartilagineuses des mains

La totalité des TC des mains étaient des Ch (15/15) et intéressaient les MCP, P1, P2 et P3.

Caractéristiques Chondromes des mains	Chondrome (=15)
TAILLE	20 (8-36 ; ±9,2)
PROFONDEUR DES EROSIONS	
Aucune	0/15 (0%)
<1/3	3/15 (20%)
[1/3 - 2/3]	3/15 (20%)
> 2/3	5/15 (33,3%)
EXTENSION DES EROSIONS	
Aucune	0/15 (0%)
<1/3	5/15 (33,3%)
[1/3 - 2/3]	4/15 (26,7%)
> 2/3	6/15 (40%)
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	3/15 (20%)
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/15 (0%)
EPAISSISSEMENT CORTICAL	1/15 (6,7%)
REACTION PERIOSTEE	0/9 (0%)
EXPANSION OSSEUSE	14/15 (93,3%)
FRACTURE	7/15 (46,7%)
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	6/9 (66,7%)
EXTENSION DES CALCIFICATIONS	
<1/3	6/6 (100%)
[1/3 - 2/3]	0/6 (0%)
>2/3	0/6 (0%)
OEDEME DES PARTIES MOLLES	0/9 (0%)
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	1/9 (11,1%)
PERIOSTITE	1/9 (11,1%)
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	2/9 (22,2%)
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/9 (0%)
REHAUSSEMENT*	
ARC ET ANNEAUX	7/9 (77,8%)
PERIPHERIQUE	1/9 (11,1%)
CONFLUENT	1/9 (11,1%)

Tableau 17. Caractéristiques d'imagerie des chondromes des mains

Il est intéressant de noter que les Ch des petits os longs des mains présenteraient certaines caractéristiques différentes de celles des os longs :

- La profondeur et l'extension des érosions endostéales étaient fréquemment  $>2/3$  : 33,3% (5/15) et 40% (6/15) versus 4,7% (1/21) et 0% (0/21) aux membres supérieurs ; 5,5% (1/18) et 0% (0/18) aux membres inférieurs.
- Une solution de continuité corticale par envahissement tumoral était possible et identifiée sur 20% (3/15) Ch, néanmoins 2/3 Ch étaient fracturés.
- Un épaissement cortical était possible identifié sur 6,7% (1/15) Ch des mains versus 0% des Ch des os longs du squelette appendiculaire.
- L'expansion osseuse était plus fréquente 93,3% (14/15) aux mains versus 33,3% (7/21) aux membres supérieurs et 16,7% (3/18) aux membres inférieurs.
- Les fractures pathologiques étaient plus fréquentes 46,7% (7/15) aux mains versus 0% (0/21) aux membres supérieurs et 5,5% (1/18) aux membres inférieurs.
- Les calcifications étaient moins fréquentes que dans les autres localisations 66,7% (6/9) versus 100% (15/15 et 14/14) respectivement aux membres supérieurs et inférieurs
- Lorsque les calcifications étaient présentes elles étaient toujours  $<1/3$  de la surface de la tumeur 100% (6/6) versus 33,3% (5/14) aux membres supérieurs et 28,5% (4/14) aux membres inférieurs
- Les contours étaient moins fréquemment lobulés 55,5% (5/9) versus 100% (6/6 et 15/15) aux membres supérieurs et inférieurs.
- Les îlots de moelle osseuse résiduelle étaient rares 22,2% (2/9) versus 83,3 (5/6) aux membres supérieurs et 92,8% (13/15) aux membres inférieurs.
- 

De manière identique aux autres localisations :

- Il n'existait pas d'envahissement des parties molles
- Il n'existait pas de réaction périostée
- Il n'existait pas d'hypersignal T1 intra-tumoral en plages
- Le rehaussement était majoritairement en arcs et anneaux 77,8% (7/9)

### 3.2. Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs cartilagineuses des pieds

Les caractéristiques d'imagerie des TC des pieds sont notées dans les deux tableaux ci-dessous. Pour rappel notre échantillon comportait 4 Ch et 6 CS dont 5 TCA.

Caractéristiques PIEDS	Chondrome (= 4)	Chondrosarcome (=6)	P OR et [IC]
TAILLE	22 (13-33 ; -8,6)	33,1 (14-65 ; ±17,7)	0,3
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	2/4 (50%)	0/6 (0%)	p 0,13
<1/3	1/4 (25%)	0/6 (0%)	p 0,4
[1/3 - 2/3]	0/4 (0%)	1/6 (16,7%)	p 1
> 2/3	1/4 (25%)	0/6 (0%)	p 0,4
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	2/4 (50%)	0/6 (0%)	p 0,13
<1/3	1/4 (25%)	2/6 (33,3%)	p 1
[1/3 - 2/3]	1/4 (25%)	1/6 (16,7%)	p 1
> 2/3	0/4 (0%)	3/6 (50%)	p 0,2
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/4 (0%)	5/6 (83,3%)	<b>p 0,04</b>
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/4 (0%)	5/6 (83,3%)	<b>p 0,04</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/4 (0%)	2/6 (33,3%)	p 0,4
REACTION PERIOSTÉE	0/4 (0%)	2/5 (40%)	p 0,4
EXPANSION OSSEUSE	3/4 (75%)	4/6 (66,7%)	p 1 OR 0,6
FRACTURE	2/4 (50%)	2/6 (33,3%)	p 1 OR 0,5
PRÉSENCE DE CALCIFICATIONS	3/4 (75%)	5/5 (100%)	p 0,4
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	2/3 (66,7%)	4/5 (80%)	p 1
[1/3 - 2/3]	0/4 (0%)	0/5 (0%)	p 1
>2/3	1/3 (33,3%)	1/5 (20%)	p 1
OEDEME DES PARTIES MOLLES	2/3 (66,7%)	3/5 (60%)	p 1
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	1/3 (33,3%)	3/5 (60%)	p 1
PERIOSTITITE	2/3 (66,7%)	1/5 (20%)	p 0,5
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	1/3 (33,3%)	1/5 (20%)	p 1
HYPER SIGNAL T1 / MUSCLE	0/3 (0%)	0/5 (0%)	p 1
REHAUSSEMENT			
ARC ET ANNEAUX	3/3 (100%)	1/5 (20%)	p 0,14
PERIPHERIQUE	0/3 (0%)	2/5 (40%)	p 0,5
CONFLUENT	0/3 (0%)	2/5 (40%)	p 0,5

Tableau 18. Caractéristiques d'imagerie des TC des pieds : chondrome versus chondrosarcome

Caractéristiques PIEDS	Chondrome (=4)	TCA (=5)	P OR et [IC]
TAILLE	22 (13-33 ; -8,6)	26,8 (14-40 ; ±9,5)	0,5
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	2/4 (50%)	0/5 (0%)	p 0,16
<1/3	1/4 (25%)	0/5 (0%)	p 0,4
[1/3 - 2/3]	0/4 (0%)	1/5 (20%)	p 1
> 2/3	1/4 (25%)	0/5 (0%)	p 0,4
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	2/4 (50%)	0/5 (0%)	p 0,16
<1/3	1/4 (25%)	2/5 (40%)	p 1
[1/3 - 2/3]	1/4 (25%)	1/5 (20%)	p 1
> 2/3	0/4 (0%)	2/5 (40%)	p 0,4
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/4 (0%)	4/5 (80%)	<b>p 0,04</b>
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/4 (0%)	4/5 (80%)	<b>p 0,04</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/4 (0%)	1/5 (20%)	p 1
REACTION PERIOSTEE	0/4 (0%)	1/4 (25%)	p 1
EXPANSION OSSEUSE	3/4 (75%)	3/5 (60%)	p 1
FRACTURE	2/4 (50%)	2/5 (40%)	p 1
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	3/4 (75%)	4/4 (100%)	p 1
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	2/3 (66,7%)	3/4 (75%)	p 1
[1/3 - 2/3]	0/4 (0%)	0/4 (0%)	p 1
>2/3	1/3 (33,3%)	1/4 (25%)	p 1
OEDEME DES PARTIES MOLLES	2/3 (66,7%)	2/4 (50%)	p 1
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	1/3 (33,3%)	2/4 (50%)	p 1
PERIOSTITE	2/3 (66,7%)	0/4 (0%)	p 0,14
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	1/3 (33,3%)	1/4 (25%)	p 1
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/3 (0%)	0/4 (0%)	p 1
REHAUSSEMENT			
ARC ET ANNEAUX	3/3 (100%)	1/4 (25%)	p 0,14
PERIPHERIQUE	0/3 (0%)	1/4 (25%)	p 1
CONFLUENT	0/3 (0%)	2/4 (50%)	p 0,4

Tableau 19. Caractéristiques d'imagerie des TC des pieds : chondrome versus TCA

Nous avons observé qu'il existait une différence significative pour certaines caractéristiques morphologiques entre les chondromes et les chondrosarcomes.

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe CS étaient :**

- L'envahissement avec solution de continuité corticale (p 0,04)
- L'envahissement des parties molles (p 0,04)

**Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe TCA étaient :**

- L'envahissement avec solution de continuité corticale (p 0,04)
- L'envahissement des parties molles (p 0,04)

Par ailleurs il est intéressant de noter que dans le groupe Ch, 66,7% (2/3) des Ch présentaient des calcifications <1/3 de la surface tumorale.

En comparaison aux Ch, toutes les TCA avaient une atteinte corticale 100% (5/5), 80% (4/5) avec envahissement cortical et 20% (1/5) avec des érosions endostéales [1/3-2/3] de l'épaisseur corticale.

Une seule TCA de 32mm ne présentait pas d'envahissement cortical, des parties molles, pas d'œdème de la moelle osseuse ni des parties molles, pas de périostite et pas d'expansion osseuse. Néanmoins il existait un un rehaussement périphérique en IRM.

### 3.3. Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs des os longs des membres supérieurs (à l'exception des mains)

Les différentes caractéristiques d'imagerie ont été notées dans les deux tableaux ci-dessous

Pour rappel, notre échantillon comportait 21 Ch, 13 Cs dont 3 TCA.

Caractéristiques OS LONGS MS	Chondrome (=21)	Chondrosarcome (=13)	P OR et [IC]
TAILLE	78,1 (24-186 ; ±47,2)	111 (40-193 ; ±46,7)	<b>0,03</b>
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	11/21 (52,3%)	0/13 (0%)	<b>p 0,001</b>
<1/3	5/21 (23,8%)	0/13 (0%)	p 0,13
[1/3 - 2/3]	4/21 (19%)	1/13 (7,7%)	p 0,6
> 2/3	1/21 (4,7%)	1/13 (7,7%)	p 1
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	11/21 (52,3%)	0/13 (0%)	<b>p 0,001</b>
<1/3	8/21 (38,1%)	2/13 (15,4%)	p 0,2
[1/3 - 2/3]	2/21 (9,5%)	2/13 (15,4%)	p 0,6
> 2/3	0/21 (0%)	9/13 (69%)	<b>p&lt;0,001</b>
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/21 (0%)	11/13 (84,6%)	<b>p&lt;0,001</b>
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/21 (0%)	10/13 (77%)	<b>p&lt;0,001</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/21 (0%)	3/13 (23%)	<b>p 0,04</b>
REACTION PERIOSTEE	0/15 (0%)	7/11 (63,6%)	<b>p&lt;0,001</b>
EXPANSION OSSEUSE	7/21 (33,3%)	6/13 (46,1%)	p 0,5
FRACTURE	0/21 (0%)	2/13 (15,4%)	p 0,13
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	15/15 (100%)	11/11 (100%)	p 1
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	5/15 (33,3%)	9/11 (81,8%)	<b>p 0,04</b> OR 7,3 [0,97-97]
[1/3 - 2/3]	5/15 (33,3%)	2/11 (18,2%)	p 0,4
>2/3	5/15 (33,3%)	0/11 (0%)	<b>p 0,04</b>
OEDEME DES PARTIES MOLLES	0/6 (0%)	9/13 (69,2%)	<b>p 0,01</b>
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	1/6 (16,7%)	11/13 (84,6%)	<b>p 0,009</b>
PERIOSTITE	0/6 (0%)	13/13 (100%)	<b>p&lt;0,001</b>
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	5/6 (83,3%)	4/13 (30,7)	<b>p 0,05</b> OR 0,1 [0,002-1,3]
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/6 (0%)	5/13 (38,4%)	p 0,12
REHAUSSEMENT*			
ARC ET ANNEAUX	4/4 (100%)	5/12 (41,6%)	p 0,08
PERIPHERIQUE	0/4 (0%)	4/12 (33,3%)	p 0,5
CONFLUENT	0/4 (0%)	4/12 (33,3%)	p 0,5

Tableau 20. Caractéristiques d'imagerie membres supérieurs : chondrome versus chondrosarcome



Caractéristiques OS LONGS MS	Chondrome (=21)	TCA (=3)	P OR et [IC]
TAILLE	78,1 (24-186 ; ±47,2)	58,3 (40-82 ; ±21,5)	0,7
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	11/21 (52,3%)	0/3 (0%)	p 0,2
<1/3	5/21 (23,8%)	0/3 (0%)	p 1
[1/3 - 2/3]	4/21 (19%)	0/3 (0%)	p 1
> 2/3	1/21 (4,7%)	0/3 (0%)	p 1
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	11/21 (52,3%)	0/3 (0%)	p 0,2
<1/3	8/21 (38,1%)	1/3 (33,3%)	p 1
[1/3 - 2/3]	2/21 (9,5%)	0/3 (0%)	p 1
> 2/3	0/21 (0%)	2/3 (66,7%)	<b>p 0,01</b>
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/21 (0%)	3/3 (100%)	<b>p&lt;0,001</b>
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/21 (0%)	2/3 (66,7%)	<b>p 0,01</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/21 (0%)	0/3 (0%)	p 1
REACTION PERIOSTEE	0/15 (0%)	2/3 (66,7%)	<b>p 0,02</b>
EXPANSION OSSEUSE	7/21 (33,3%)	1/3 (33,3%)	p 1
FRACTURE	0/21 (0%)	1/3 (33,3%)	p 0,12
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	15/15 (100%)	3/3 (100%)	p 1
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	5/15 (33,3%)	3/3 (100%)	p 0,08
[1/3 - 2/3]	5/15 (33,3%)	0/3 (0%)	p 0,5
>2/3	5/15 (33,3%)	0/3 (0%)	p 0,5
OEDEME DES PARTIES MOLLES	0/6 (0%)	2/3 (66,7%)	p 0,08
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	1/6 (16,7%)	2/3 (66,7%)	p 0,2
PERIOSTITE	0/6 (0%)	3/3 (100%)	<b>p 0,01</b>
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	5/6 (83,3%)	2/3 (66,7%)	p 1
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/6 (0%)	0/3 (0%)	p 1
REHAUSSEMENT			
ARC ET ANNEAUX	4/4 (100%)	2/3 (66,7%)	p 0,4
PERIPHERIQUE	0/4 (0%)	0/3 (0%)	p 1
CONFLUENT	0/4 (0%)	1/3 (33,3%)	p 0,4

Tableau 21. Caractéristiques d'imagerie membres supérieurs : chondrome versus TCA

Nous avons observé qu'il existait une différence significative pour certaines caractéristiques morphologiques entre les chondromes et les chondrosarcomes.

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un CS étaient :**

- Taille (p 0,03)
- Atteinte corticale (p 0,001)
- Extension des érosions endostéales >2/3 (p<0,001)
- Solution de continuité corticale (p<0,001)
- Envahissement des parties molles (p<0,001)
- Epaissement cortical (p 0,04)
- Réaction périostée agressive en TDM (p<0,001)
- Extension des calcifications <1/3 (p 0,04, OR 7,3 [0,97-97])
- Œdème des parties molles et de la moelle osseuse (p 0,01 et 0,009)
- Périostite (p<0,001)

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un Ch étaient :**

- Absence d'atteinte corticale (p 0,001)
- Extension des calcifications >2/3 (p 0,04)
- Présence d'ilots de moelle osseuse résiduelle (p0,05, OR 0,1 [0,002-1,3])

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'une TCA étaient :**

- Extension des érosions endostéales >2/3 (p 0,01)
- Solution de continuité corticale par envahissement tumoral (p<0,001)
- Envahissement des parties molles (p 0,01)
- Réaction périostée agressive en TDM (p 0,02)
- Périostite (p 0,01)

Il est intéressant de noter que la totalité des TCA 100% (3/3) présentaient des calcifications <1/3 de la surface tumorale (p 0,08).

En comparant l'extension des érosions endostéales seulement avec les tumeurs sans envahissement cortical, ce critère n'était plus significatif.

### 3.4. Caractéristiques d'imagerie spécifiques aux tumeurs des os longs des membres inférieurs (à l'exception des pieds)

Les différentes caractéristiques d'imagerie ont été notées dans les deux tableaux ci-dessous.

Pour rappel, notre échantillon comportait 18 Ch, 25 Cs dont 6 TCA.

Caractéristiques OS LONGS MI	Chondrome (=18)	Chondrosarcome (=25)	P OR et [IC]
TAILLE	55 (8-115 ; ±33,2)	98 (19-317 ; ±74,5)	<b>0,048</b>
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	10/18 (55,5%)	1/25 (4%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,03 [0,0007-0,3]
<1/3	6/18 (33,3%)	4/25 (16%)	p 0,2
[1/3 - 2/3]	1/18 (5,5%)	2/25 (8%)	p 1
> 2/3	1/18 (5,5%)	3/25 (12%)	p 0,6
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	10/18 (55,5%)	1/25 (4%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,03 [0,0007-0,3]
<1/3	7/18 (38,9%)	7/25 (28%)	p 0,5
[1/3 - 2/3]	1/18 (5,5%)	5/25 (20%)	p 0,3
> 2/3	0/18 (0%)	12/25 (48%)	<b>p&lt;0,001</b>
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/18 (0%)	15/25 (60%)	<b>p&lt;0,001</b>
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/18 (0%)	12/25 (48%)	<b>p&lt;0,001</b>
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/18 (0%)	8/25 (32%)	<b>p 0,01</b>
REACTION PERIOSTEE	0/18 (0%)	14/25 (56%)	<b>p&lt;0,001</b>
EXPANSION OSSEUSE	3/18 (16,7%)	8/25 (32%)	p 0,3
FRACTURE	1/18 (5,5%)	2/25 (8%)	p 1
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	14/14 (100%)	17/19 (89,4%)	p 0,5
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	4/14 (28,5%)	13/17 (76,5%)	<b>p 0,01</b> OR 7,5 [1,3-55]
[1/3 - 2/3]	7/14 (50%)	3/17 (17,6%)	p 0,1
>2/3	3/14 (21,4%)	2/17 (11,8%)	p 0,6
OEDEME DES PARTIES MOLLES	3/15 (20%)	17/21 (80,9%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 15,2 [2,6-128]
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	3/15 (20%)	18/21 (85,7%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 21 [3,3-201]
PERIOSTITE	4/15 (26,7%)	19/21 (90,5%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 22,8 [3,3-290]
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	13/15 (92,8%)	4/21 (19%)	<b>p&lt;0,001</b> OR 0,04 [0,003-0,3]
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/15 (0%)	6/21 (28,6%)	<b>p 0,03</b>
REHAUSSEMENT *			
ARC ET ANNEAUX	10/11 (91 %)	5/19 (26,3%)	<b>p 0,001</b> OR 0,04 [0,0008-0,4]
PERIPHERIQUE	0/11 (0%)	9/19 (47,3%)	<b>p 0,01</b>
CONFLUENT	1/11(9%)	10/19 (52,6%)	<b>p 0,02</b> OR 10,3 [1,07-527]

Tableau 22. Caractéristiques d'imagerie membres inférieurs : chondrome versus chondrosarcome

Caractéristiques OS LONGS MI	Chondrome (=18)	TCA (=6)	P OR et [IC]
TAILLE	55 (8-115 ; ±33,2)	65,8 (19-170 ; ±60,6)	0,9
PROFONDEUR DES EROSIONS			
Aucune	10/18 (55,5%)	1/6 (16,7%)	p 0,1
<1/3	6/18 (33,3%)	2/6 (33,3%)	p 1
[1/3 - 2/3]	1/18 (5,5%)	0/6 (0%)	1
> 2/3	1/18 (5,5%)	3/6 (50%)	<b>p 0,03</b>
EXTENSION DES EROSIONS			
Aucune	10/18 (55,5%)	1/6 (16,7%)	p 0,1
<1/3	7/18 (38,9%)	3/6 (50%)	p 0,6
[1/3 - 2/3]	1/18 (5,5%)	1/6 (16,7%)	p 0,4
> 2/3	0/18 (0%)	1/6 (16,7%)	p 0,2
SOLUTION DE CONTINUITÉ CORTICALE	0/18 (0%)	0/6 (0%)	p 1
ENVAHISSEMENT DES PARTIES MOLLES	0/18 (0%)	0/6 (0%)	p 1
EPAISSISSEMENT CORTICAL	0/18 (0%)	1/6 (16,7%)	p 0,2
REACTION PERIOSTEE	0/18 (0%)	0/5 (0%)	p 1
EXPANSION OSSEUSE	3/18 (16,7%)	2/6 (33,3%)	p 0,5
FRACTURE	1/18 (5,5%)	0/6 (0%)	p 1
PRESENCE DE CALCIFICATIONS	14/14 (100%)	5/5 (100%)	p 1
EXTENSION DES CALCIFICATIONS			
<1/3	4/14 (28,5%)	4/5 (80%)	p 0,1
[1/3 - 2/3]	7/14 (50%)	0/5 (0%)	p 0,1
>2/3	3/14 (21,4%)	1/5 (20%)	p 1
OEDEME DES PARTIES MOLLES	3/15 (20%)	2/4 (50%)	p 0,5
OEDEME DE LA MOELLE OSSEUSE	3/15 (20%)	3/4 (75%)	p 0,07
PERIOSTITE	4/15 (26,7%)	2/4 (50%)	p 0,5
ÎLOTS MOELLE OSSEUSE RESIDUELLE	13/15 (92,8%)	1/4 (25%)	<b>p 0,03 OR 0,6 [0,0009-1,2]</b>
HYPERSIGNAL T1 / MUSCLE	0/15 (0%)	0/4 (0%)	p 1
REHAUSSEMENT*			
ARC ET ANNEAUX	10/11 (91%)	2/2 (100%)	p 1
PERIPHERIQUE	0/11 (0%)	0/2 (0%)	p 1
CONFLUENT	1/11(9%)	0/2 (0%)	p 1

Tableau 23. Caractéristiques d'imagerie membres inférieurs : chondrome versus TCA

Nous observons qu'il existait une différence significative pour certaines caractéristiques morphologiques entre les chondromes et les chondrosarcomes.

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un CS étaient :**

- Taille (0,048)
- Atteinte corticale ( $p < 0,001$ , OR 0,03 [0,0007-0,3])
- Extension des érosions endostéales  $> 2/3$  ( $p < 0,001$ )
- Solution de continuité corticale ( $p < 0,001$ )
- Envahissement des parties molles ( $p < 0,001$ )
- Épaississement cortical ( $p$  0,01)
- Réaction périostée agressive en TDM ( $p < 0,001$ )
- Extension des calcifications  $< 1/3$  ( $p$  0,01, OR 7,5 [1,3-55])
- Œdème des parties molles ( $p < 0,001$ , OR 15,2 [2,6-128])
- Œdème de la moelle osseuse ( $p < 0,001$ , OR 21 [3,3-201])
- Périostite ( $p < 0,001$ , OR 0,004 [0,003-0,3])
- Hypersignal T1 / muscle ( $p$  0,03)
- Rehaussements périphérique ( $p$  0,01) et confluent ( $p$  0,02, OR 10,3 [1,07-527])

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un Ch versus CS étaient :**

- Absence d'atteinte corticale ( $p$  0,001)
- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle ( $p < 0,001$ , OR 0,004 [0,003-0,3])
- Rehaussement en arcs et anneaux ( $p$  0,001, OR 0,04 [0,0008- 0,4])

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'une TCA étaient :**

- Profondeur des érosions endostéales  $> 2/3$  ( $p$  0,03)

**Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un Ch versus TCA étaient :**

- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle ( $p$  0,03 OR 0,6 [0,0009-1,2])

Il est intéressant de noter que 80% (4/5) des TCA présentaient des calcifications  $< 1/3$  de la surface tumorale ( $p$  0,01).

## 4. Synthèse

### 4.1. Chondrome versus chondrosarcome

Item démographique	Chondrome	Chondrosarcome	p
Sexe	Femme	Homme	<b>0,01</b>
Age	40 ans	57 ans	<b>0,001</b>
Localisation « exclusives »	Mains	Cotes / Ceintures	
Localisations « probables »	Humérus	Fémurs Epiphyses	

Caractéristiques d'imagerie	Chondrome	Chondrosarcome	p
Taille en mm	51,6	92	<b>&lt;0,001</b>
Erosions endostéales	Absentes ou <1/3 (sauf mains)	Présentes (98,5%)	<b>Présence &lt;0,001</b> <b>&lt;1/3 : 0,008</b>
Extension érosions	Ø ou <1/3 (37,2%) (sauf mains)	>2/3 (66,1%)	<b>&lt;1/3 : &lt;0,001</b> <b>&gt;2/3 : 0,001</b>
Envahissement cortical	Non (sauf mains)	Quasi pathognomonique (77,9%)	<b>&lt;0,001</b>
Envahissement parties molles	Non	Pathognomonique (66,1%)	<b>&lt;0,001</b>
Epaississement cortical	Non (sauf mains)	Quasi pathognomonique (25%)	<b>&lt;0,001</b>
Réaction périostée TDM	Non	Pathognomonique (50,9%)	<b>&lt;0,001</b>
Expansion osseuse	Fréquente (47,4%)	Fréquente (58,8%)	0,2
Fracture	Assez fréquente (18,6%)	Assez fréquente (11,8%)	0,3
Présence de calcifications	Oui (86,4%)	Oui (91,2%)	0,5
Extension des calcifications	>1/3 (52,6%)	<1/3 (76,9%)	<b>0,006</b>
Œdème des parties molles	Rare (12,2%)	Fréquent (73%)	<b>&lt;0,001</b>
Œdème de la moelle osseuse	Peu fréquent (18,4%)	Fréquent (79%)	<b>&lt;0,001</b>
Périostite	Rare (10%)	Fréquente (69,8%)	<b>&lt;0,001</b>
Moelle osseuse résiduelle	Oui (72,9%)	Peu fréquente (22,6%) :	<b>&lt;0,001</b>
	++ Nodules cartilagineux entourés de travées de moelle osseuse.	Absence (haut grades) ou foci de moelle osseuse intra-tumorale (TCA)	<b>Travées &lt;0,001</b> Foci NS
Signal T1	Intermédiaire	Intermédiaire ou hypersignal	<b>&lt;0,001</b>
Gadolinium	Rehaussement en arc et anneaux	Périphérique ou Confluent (45-47%) > Arc et anneaux (38,1%)	<b>&lt;0,001</b>

## 4.2. Chondrome versus TCA

Item démographique	Chondrome	TCA	p
Sexe	Femme	Homme	<b>0,05</b>
Age	40 ans	48 ans	<b>0,05</b>
Localisation `exclusives `	Mains	-	
Localisations `probables `	Humérus	Fémurs / Pieds	

Caractéristiques d'imagerie	Chondrome	TCA	p
Taille en mm	51,6	46,2	0,9
Erosions endostéales	Absentes (38,9%)	Présentes (94,8%)	<b>0,003</b>
Extension érosions	Absentes (38,9%)	<1/3 (31,6%) >2/3 (36,8%)	<b>Absence : 0,003</b> <b>&gt;2/3 : 0,01</b>
Envahissement cortical	Non (sauf mains)	Fréquent (52,6%)	<b>&lt;0,001</b>
Envahissement parties molles	Non	Assez fréquent (31,6%)	<b>&lt;0,001</b>
Epaississement cortical	Non (sauf mains)	Assez fréquent (15,8%)	<b>0,04</b>
Réaction périostée TDM	Non	Assez fréquente (17,6%)	<b>0,01</b>
Expansion osseuse	Fréquente (47,4%)	Fréquente (57,9%)	0,6
Fracture	Assez fréquente (18,6%)	Assez fréquente (15,8%)	1
Présence de calcifications	Oui (86,4%)	Oui (94,1%)	<b>0,6</b>
Extension des calcifications	>1/3 (52,6%)	<1/3 (81,2%)	<b>0,03</b>
Œdème des parties molles	Rare (12,2%)	Fréquent (40%)	<b>0,02</b>
Œdème de la moelle osseuse	Peu fréquent (18,4%)	Fréquent (46,7%)	<b>0,04</b>
Périostite	Rare (10%)	Fréquente (46,7%)	<b>0,004</b>
Moelle osseuse résiduelle	Oui (72,9%)	Fréquente (40%)	<b>0,02</b>
	Nodules séparés de travées de moelle osseuse	Foci de moelle osseuse persistante intra tumorale	<b>Travées : &lt;0,001</b> Foci : 0,16
Signal T1	Intermédiaire	Intermédiaire	1
Gadolinium	Rehaussement en arc et anneaux	Arcs et anneaux (53,8%) > Confluent (38,5%)	<b>A&amp;A : 0,007</b> <b>Confluent : 0,01</b> <b>Périphérique : 0,04</b>

# DISCUSSION

Notre hypothèse de pouvoir prédire le diagnostic anatomopathologique des tumeurs cartilagineuses endo-osseuses à partir de l'imagerie TDM et IRM est partiellement confirmée. En effet, il est relativement aisé de faire le diagnostic différentiel en imagerie entre un Ch et un CS de haut grade ; cependant le diagnostic des TCA versus Ch reste un challenge diagnostique. La diversité de comportement de ces tumeurs en fonction des localisations rend ce diagnostic d'autant plus complexe. Néanmoins cette étude nous permet de confirmer certaines données de la littérature.

## 1. Quels sont les critères retenus pour différencier un chondrome d'un chondrosarcome

### 1.1. Genre et Age

L'âge au diagnostic aide à faire la différence entre Ch et CS, les Ch apparaissent significativement plus tôt que les CS. L'âge moyen du groupe Ch était de 40,3ans (40 ans, min :15 max :68,6 SD±14,3) et 57,2ans (min :15 max :87,7 SD±17,1) pour le groupe CS.

Ces données viennent confirmer celles de la littérature, qui montre que les CS se déclarent dix à quinze ans plus tard que les Ch (4-6, 38, 52). Une seule étude (76) ne retrouvait pas de différence significative d'âge entre les Ch et CS.

Le sexe peut aider au diagnostic des Ch étant plus fréquents chez les femmes, néanmoins les CS sont identiquement répartis entre hommes et femmes selon la classification WHO 2020 (1, 76). Notre étude confirme l'hypothèse des Ch néanmoins il existait significativement plus de CS chez les hommes 59% (40/68) que chez les femmes 41% (28/68) ce qui a parfois été observé dans d'autres études notamment à grande échelle (7, 28, 30, 74, 77).

### 1.2. Taille :

Dans la littérature, Murphey (7) a montré que la taille était un critère significatif en faveur d'un CS quand elle était supérieure à 5cm. Ferrer santacreu (6) en revanche ne retrouvait pas de différence significative, avec une taille supérieure à 5 cm dans 40.6% des TCA. Dans notre étude, les CS mesuraient en moyenne 92mm (14-305 ;±65,3) et les Ch 51,6mm (8-186 ;±41,3). En utilisant le seuil de 5cm les CS étaient significativement plus fréquents 50,6% (48/68) que les Ch 39% (23/59) néanmoins ce critère était peu spécifique (61%) et peu sensible (70,5%).

En s'intéressant seulement aux os longs du squelette appendiculaire, la taille était également un critère significatif entre Ch et CS quelle que soit la localisation sur la pièce osseuse porteuse (épiphysaire, métaphysaire ou diaphysaire).



## 1.3. Localisation

La localisation de la tumeur est un des critères les plus importants pour différencier les Ch et les CS. Les localisations du squelette axial, des ceintures et des côtes sont des localisations quasi exclusives de CS à l'inverse des mains pour les Ch.

Dans la littérature, les localisations les plus fréquentes des CS sont le fémur (proximal > distal > diaphyse), la ceinture pelvienne et plus particulièrement l'os iliaque. Les autres sites de prédilection sont par ordre décroissant : l'humérus, le tibia et les côtes (1). Ceci est confirmé par notre étude, dans laquelle les CS étaient plus fréquents sur les fémurs (32,3%, proximal et distal) puis les humérus (19,1%, topographie exclusivement proximale), les côtes (16,2%, topographie majoritaire sur l'arc antérieure) et le bassin (10,3%), les pieds (8,8%) et la scapula (7,3%). Aucun CS n'était localisé sur les mains.

Dans la littérature, les localisations les plus fréquentes des Ch sont les mains, l'extrémité proximale des humérus puis les extrémités proximale et distale des fémurs (29, 31). Une autre partie de la littérature quant à elle, concernant les os longs du squelette appendiculaire, observe une prédominance de Ch sur les fémurs puis les humérus (6, 25, 38). Dans notre étude, les Ch étaient plus fréquents sur les humérus 44,9% (20/59) puis les mains 25,4% (15/59), les fémurs 22% (13/59), les tibias et les pieds 6,7% (4/59 et 4/59) et enfin l'ulna et la fibula 1,6% (1/59). L'explication la plus probable à cette différence est notre choix de n'inclure que les tumeurs ayant eu une analyse histologique. La topographie des mains étant quasi-exclusive de Ch (7, 15, 29), l'analyse histologique était plus rare et seulement présente en cas de Ch fracturé, tumeur atypique, douloureuse ou risque fracturaire important.

**Dans la littérature, l'atteinte des os plats est rare et doit être considérée comme un CS jusqu'à preuve histologique du contraire (4, 7, 21, 29). Notre série confirme cette donnée puisque aucune tumeur n'était localisée sur le rachis et la quasi-totalité des tumeurs localisées sur les côtes et les ceintures étaient des CS (à l'exception d'un Ch de la coracoïde).**

### 1.3.1. Mains et pieds

Les tumeurs cartilagineuses des petits os longs des mains (phalanges et métacarpiens) sont dans la très grande majorité des cas des Ch même quand ils ont une apparence atypique (7, 15, 29). La transformation secondaire chondrosarcomateuse est rare dans cette localisation. (78) En effet, dans une revue de la littérature Fayad et al. (41) ont identifiés « seulement » 229 CS des mains et 151 des pieds (soit une proportion de 60%/40%) sur un total de 105 « case reports », 10 « cases » dans d'autres langages et 21 séries de cas. Dans leur méta-analyse et en concordance avec leur série de 24 CS des mains et des pieds ils observent qu'ils se développent dans les phalanges (35,8%) ou les métacarpes (18,3%) aux mains et que le calcaneum est une localisation fréquente de CS aux pieds (24,5%). Ils déclarent également que la limite histologique entre un Ch et un CS est bien plus élevée que dans les os longs du squelette appendiculaire notamment concernant la cellularité, la présence de chondrocytes atypiques, bi-nucléés et même avec des remaniements myxoïdes. Nos résultats confirment en partie les données de la littérature, puisque **la totalité des localisations aux petits os des mains étaient des Ch**, mais que seulement 40% (4/10) des localisations aux pieds étaient des Ch versus 60% (6/10) CS dont 5 TCA et 1 CS2. Cela pourrait s'expliquer par un biais de sélection secondaire à l'inclusion sélective

des tumeurs cartilagineuses ayant eu une analyse histologique et donc les plus agressives. Une autre explication possible est que puisqu'il est communément admis que les TC de cette localisation sont fréquemment bénignes, les patients ont pu avoir uniquement une radiographie pour le diagnostic et le suivi.

En confirmation avec la littérature, les Ch des mains et des pieds présentaient des caractéristiques d'atypie plus importantes que dans les autres localisations.

Aux pieds, l'envahissement avec solution de continuité corticale et l'envahissement des parties molles étaient des caractéristiques significatives en faveur du groupe CS (7, 41). Murphey (7) déclare que le diagnostic radiologique est difficile à moins qu'il n'y ait un envahissement cortical et des parties molles. Il observe également que de profondes érosions endostéales sont fréquentes et qu'elles ne peuvent être un critère distinctif entre Ch et CS dans ces localisations.

Il est intéressant de noter que l'envahissement cortical a été identifié sur 3 Ch. Cela peut être secondaire au fait que deux de ces Ch sur trois étaient fracturés et donc l'envahissement cortical difficile à différencier du foyer fracturaire notamment dans ces petits os néanmoins il était indiscutable sur la 3eme TC. Cela pourrait aussi s'expliquer par les difficultés que peuvent avoir les anatomopathologistes pour différencier un Ch d'une TCA.

Fayad et al. (41) dans leur série de CS des mains et des pieds rapportent que la majorité présentaient un œdème de la moelle osseuse ou des parties molles, une réaction périostée, un rehaussement confluent et un envahissement des parties molles. Dans notre série, les Ch des mains présentaient rarement ces caractéristiques. En revanche les Ch des pieds présentaient plus fréquemment un œdème des parties molles et une réaction périostée ce qui pourrait s'expliquer par les contraintes plus importantes que subissent les pieds.

- **Les Ch des petits os longs des mains et des pieds présentent des caractéristiques d'atypie plus importantes que dans les os longs du squelette appendiculaire, néanmoins les CS sont extrêmement rares dans ces localisations. Dans notre série cependant 60% des TC des pieds étaient des CS, possiblement secondaire à l'inclusion sélective de TC ayant eu une analyse histologique et donc les plus agressives.**
- **Il convient en cas d'envahissement cortical ou des parties molles de suspecter un CS jusqu'à preuve histologique du contraire (7, 41).**
- **Néanmoins d'après notre étude d'authentiques Ch peuvent présenter un envahissement cortical aux mains.**

### 1.3.2. Côtes

**Les Ch sont excessivement rares dans ces localisations** et aucun n'était présent dans notre étude. Les CS présentent deux pics de fréquence, avant 20 ans et après 50 ans, ils sont préférentiellement localisés aux arcs antérieurs, aux 5 premières côtes, au sternum et à la jonction chondrocostale. Le rehaussement est fréquemment confluent ou périphérique. Ils peuvent avoir une apparence myxoïde (7, 15, 42, 43).

Dans notre série de CS costaux, la totalité des tumeurs étaient des CS dont deux TCA, 9 CS2 et un CS3. Ils étaient localisés dans 66,7% à l'arc antérieur et dans 83,3% découverts après l'âge de 50 ans ce qui confirme les données de la littérature. Seulement un CS2 était localisé au sternum.

- **En cas de TC de localisation costale il faut suspecter un CS jusqu'à preuve du contraire et la résection chirurgicale avec marges thérapeutiques est le traitement de choix en l'absence de métastases.**

### 1.3.3. Ceintures

**Les Ch sont extrêmement rares dans ces localisations (1, 7, 15).**

Notre série ne comprenait qu'un seul Ch des ceintures, localisé sur la coracoïde avec une fracture pathologique. Il est intéressant d'observer qu'une tumeur de l'os iliaque présentait toutes les caractéristiques histologiques d'un Ch mais a été classifiée de TCA/chondrosarcome de grade 1 sur le compte rendu anatomopathologique ; en raison de sa localisation, nous l'avons donc considérée comme une TCA.

- **En cas de TC des ceintures il faut suspecter un CS jusqu'à preuve du contraire.**

### 1.3.4. Os longs du squelette appendiculaire

Contrairement aux localisations des mains et des ceintures très évocatrices d'un type histologique, c'est dans les os longs du squelette appendiculaire que se pose donc le plus fréquemment la question du diagnostic différentiel entre un Ch ou un CS.

Localisation sur la pièce osseuse porteuse des os longs du squelette appendiculaire :

Selon De Coninck et Choi, la majorité des Ch se localisent sur la diaphyse ou la métaphyse. Plus ils sont découverts tardivement plus ils s'étendent dans la diaphyse. Les lésions épiphysaires sont plus rares et représentent 1 à 8% des localisations selon De Coninck, 22% selon Choi et 16% selon Murphey (4, 7, 29, 76).

Douis (79) et Murphey (38) observent significativement plus de CS dans les localisations proximales (seulement pour les CS de haut grade selon Douis) que distales.

Dans notre étude :

- **Les CS étaient significativement plus fréquents dans les localisations épiphysaires et métaphysaires des os longs du squelette appendiculaire.**
- **Il n'existait pas de différence entre les Ch et les CS selon la topographie proximale ou distale des humérus et fémurs.**

L'atteinte épiphysaire était peu fréquente pour les Ch et les CS mais quand elle était présente il y avait significativement plus de CS (76,9% versus 23% de Ch). Dans un degré moindre, l'atteinte métaphysaire était significativement plus fréquente pour les CS 92,1% (35/38) que pour les Ch 71,8% (28/39).

En discordance avec Douis (79) et Murphey (38) nous n'avons pas observé de différence significative entre les Ch et les CS dans les localisations proximales des fémurs et des humérus.

Ces données sont à prendre avec précaution en raison du petit nombre de patient inclus dans l'étude et pouvant être le fruit de fluctuations d'échantillonnage.

Caractéristiques d'imagerie spécifiques des os longs du squelette appendiculaire

Dans la littérature les critères en faveur d'un CS sont la profondeur et l'extension des érosions endostéales >2/3, l'envahissement cortical, l'épaississement cortical, la réaction périostée, l'œdème péri-tumoral et l'absence de moelle osseuse jaune résiduelle intra-tumorale (7, 38).

Douis (79) dans sa série de CS du squelette appendiculaire a comparé en IRM les TCA et les CS de haut grade. En analyse multivariée étaient significatifs la taille, l'expansion osseuse, la réaction périostée et la présence d'un envahissement des parties molles avec une précision diagnostique (AUC) de 95,6% en cas d'association.

Yoo (9) dans sa série composite comprenant 75% de CS du squelette appendiculaire (31/41 TC) comparant les caractéristiques des TCA et ceux des CS de haut grade observait que la **présence de moelle osseuse au sein de la tumeur et la présence d'un envahissement des parties molles étaient des caractéristiques utiles pour différencier TCA et CS de haut grade. En cas d'absence de moelle osseuse trappée dans la tumeur, le diagnostic de CS de haut grade était posé dans 93% des cas (13/14).**

Dans notre étude :

Nous avons analysé d'une part les TC des membres supérieurs (étant donné que les Ch sont plus fréquents sur les humérus que les CS) et d'autre part les TC des membres inférieurs (étant donné que les CS sont plus fréquents sur les fémurs que les Ch).

Aux membres supérieurs :

<u>Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un CS étaient :</u>	<u>Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un Ch étaient :</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taille</li> <li>- Atteinte corticale</li> <li>- Extension des érosions endostéales &gt;2/3</li> <li>- Solution de continuité corticale</li> <li>- Envahissement des parties molles</li> <li>- Epaissement cortical</li> <li>- Réaction périostée agressive en TDM</li> <li>- Extension des calcifications &lt;1/3</li> <li>- Œdème des parties molles et de la moelle osseuse</li> <li>- Périostite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence d'atteinte corticale</li> <li>- Extension des calcifications &gt;2/3</li> <li>- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle</li> </ul>

Aux membres inférieurs :

<u>Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un CS étaient :</u>	<u>Les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'un Ch étaient :</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taille</li> <li>- Atteinte corticale</li> <li>- Extension des érosions endostéales &gt;2/3</li> <li>- Solution de continuité corticale</li> <li>- Envahissement des parties molles</li> <li>- Epaissement cortical</li> <li>- Réaction périostée agressive en TDM</li> <li>- Extension des calcifications &lt;1/3</li> <li>- Œdème des parties molles</li> <li>- Œdème de la moelle osseuse</li> <li>- Périostite</li> <li>- Hypersignal T1 / muscle</li> <li>- Rehaussement périphérique et/ou confluent/nodulaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence d'atteinte corticale</li> <li>- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle</li> <li>- Rehaussement en arcs et anneaux</li> </ul>

En concordance avec la littérature, ces critères étaient plus fréquents selon un grade tumoral croissant.

**En plus des caractéristiques citées dans la littérature, l'hypersignal T1 en plages était un critère significatif en faveur d'un CS sur les os longs des membres inférieurs. Ce critère n'était pas significatif aux membres supérieurs (p = 0,12) néanmoins il était identifié sur 38,4% (5/13) CS versus 0% (0/6) Ch ce qui fait évoquer le vraisemblable manque de puissance de l'étude pour identifier cette caractéristique.**

## 1.4. Critères d'imagerie

### 1.4.1. Erosions endostéales

Dans la littérature il est bien décrit que l'extension et la profondeur des érosions endostéales sont significativement plus fréquentes dans les CS (5, 6, 38, 52). Murphey (7) observe que l'extension des érosions endostéales est un critère suggérant un CS mais moins distinctif que la profondeur des érosions endostéales. Néanmoins il ne s'est intéressé qu'aux tumeurs cartilagineuses du squelette appendiculaire et il convient de rappeler que de profondes érosions endostéales dans les petits os longs des mains peuvent être présentes sans pour autant suggérer un CS.

Ferrer-santacreu (6) quant à lui ne retrouve pas de différence significative avec la classification [ $<1/3$  ;  $>2/3$ ].

Dans notre étude la profondeur des érosions endostéales  $<1/3$  de l'épaisseur corticale était significativement plus fréquente dans le groupe Ch (Se 27% Sp 91%). Il n'existait pas de différence significative avec la profondeur des érosions endostéales  $>2/3$  de l'épaisseur corticale. Néanmoins notre série comportait très peu de CS présentant des érosions  $>2/3$  de la profondeur corticale (5,3%, 5/68) étant donné que 77,9% (53/68) des CS avaient un envahissement cortical.

En concordance avec Ferrer-santacreu (6) ayant redistribué les patients en deux catégories (érosions versus absence d'érosions endostéales), l'absence d'atteinte corticale était significativement plus fréquente dans les Ch soit 38,6% (17/44) (Se 39% Sp 98,5%) contre seulement 1,5% (1/58) CS ( $p=0,001$ ).

L'extension des érosions endostéales  $<1/3$  était significativement plus fréquente dans le groupe Ch (Se 37% Sp 84%) et l'extension supérieure à  $2/3$  d'extension de la tumeur était significativement plus fréquente dans le groupe CS (Se 66% Sp 90%).

En analysant seulement les TC avec des érosions endostéales mais sans envahissement cortical, la profondeur et l'extension des érosions endostéales n'étaient pas des caractéristiques significatives. Cela pourrait s'expliquer par le faible nombre de CS ne présentant pas d'envahissement cortical dans notre série.

- **L'absence d'atteinte corticale est une caractéristique quasi-pathognomonique de Ch (Se 39%, Sp 98,5%) et l'atteinte corticale en faveur d'un CS.**
- **La profondeur des érosions endostéales  $<1/3$  est une caractéristique significative en faveur d'un Ch (Se 27%, Sp 91%)**
- **L'extension des érosions endostéales  $<1/3$  est une caractéristique significative en faveur d'un Ch (Se 37% Sp 84%) et  $>2/3$  en faveur d'un CS (Se 66% Sp 90%).**
- **En analysant seulement les TC avec des érosions endostéales mais sans envahissement cortical, la profondeur et l'extension des érosions endostéales n'étaient pas des caractéristiques significatives.**

### 1.4.2. Envahissement cortical et des parties molles

En confirmation avec ce que rapporte l'ensemble de la littérature l'envahissement cortical et l'envahissement des parties molles sont des caractéristiques en faveur d'un CS (4-6, 9, 38, 76, 79). Dans notre étude ils ont été identifiés dans respectivement 77,9% (53/68) et 66,1% (45/68) des CS soit pour l'envahissement cortical Se 77,9% Sp 95% et pour l'envahissement des parties molles Se 66,2% Sp 100%. Il est intéressant de noter que 3 Ch des petits os longs des mains (P1, P2 et MCP du 2<sup>ème</sup> rayon) présentaient également

un envahissement cortical, cependant deux d'entre eux étaient fracturés d'analyse difficile sur ces petits os ce qui pourrait entraîner un biais de classement. L'envahissement des parties molles en revanche n'a été identifié sur aucun Ch.

- **L'envahissement cortical est une caractéristique quasi-pathognomonique des CS (Se 77,9% Sp 95%). Il peut cependant être présent sur les Ch des petits os longs des mains qui présentent des atypies plus importantes que dans les autres localisations, néanmoins cela reste une caractéristique évocatrice de CS. (7)**
- **L'envahissement des parties molles est une caractéristique pathognomonique des CS (Se 66,2% Sp 100%). (4, 7, 9)**

Illustrant cela, Yoo (9) en utilisant seulement le critère d'envahissement des parties molles a pu poser un diagnostic correct dans 79% (11/14) des TCA et 96% (27/29) des CS2/CS3 avec une précision diagnostique de 90% en IRM.

#### 1.4.3. Épaississement cortical

En concordance avec la littérature, l'épaississement cortical secondaire à une réaction périostée uni lamellaire est critère significatif quasi-pathognomonique de CS (25, 27, 38, 45, 52, 76, 80). Dans notre série, un épaississement cortical a été retrouvé dans 25% (18/68) des CS contre seulement 1,7% (1/59) Ch, Ch diaphyso métaphyso épiphysaire non fracturé de P1 avec envahissement cortical. Soit une Se 25% et une Sp 98,3%. Quand un épaississement cortical était présent, la tumeur était donc un CS dans 94,7% (18/19) des cas. Ce critère était majoritairement présent dans les CS de haut-grade.

- **L'épaississement cortical était un critère quasi-pathognomonique de CS (Se 25% Sp 98,3%), il peut être identifié sur les Ch des petits os longs des mains mais doit faire suspecter un CS.**

#### 1.4.4. Expansion osseuse

Dans notre étude et de façon contradictoire aux principales données de la littérature (5, 38, 44, 52, 81) notamment Parlier-Cuau désignant l'expansion osseuse comme un critère d'activité (32), l'expansion osseuse n'était pas associée au groupe CS, identifiée dans 47,4% (28/59) Ch vs 58,8% (40/68) CS (p0,2). Il était plus fréquent sur les Ch des petits os longs des mains 93,3% (14/15). En s'intéressant seulement aux localisations des os longs du squelette appendiculaire, ce critère n'était également pas significatif.

Cependant nous avons observé une progression croissante du grade histologique des tumeurs corrélée à l'expansion osseuse à partir des Ch jusqu'aux CS2, présente dans 47,4% (28/59) Ch, 57,9% (11/19) TCA, 65,7% (23/35) CS2. Paradoxalement, elle était moins fréquente dans les CS3 42,8% (6/14) tandis que ce sont des tumeurs très agressives avec une ostéolyse et envahissement des parties molles. Notre hypothèse est que suite à l'importante destruction corticale et envahissement des parties molles avec des corticales fréquemment évanescences, nous les avons incluses (CS3) « à tort » dans le groupe sans expansion osseuse. Néanmoins à l'encontre de notre sentiment de subjectivité d'analyse de ce critère dans les tumeurs de haut grade, Crim (52) identifie une très bonne concordance inter-observateurs sur ce critère d'imagerie.

#### 1.4.5. Œdème de la moelle osseuse, des parties molles et périostite

Dans notre série et en confirmation des données de la littérature, l'œdème de la moelle osseuse, des parties molles et la périostite étaient des caractéristiques significatives en faveur d'un CS (4, 5, 40, 76). Elles étaient identifiées dans respectivement 79,2% (42/53) et 73,5% (39/53) et 69,8% (37/53) des CS versus 18,4% (9/49) et 12,2% (6/49) et 10,2% (5/49) des Ch. Elles étaient majoritairement identifiées dans les CS de haut grade.

- **En présence d'un œdème de la moelle osseuse (Se 79,2% Sp 81,6%), des parties molles (Se 73,5% Sp 87,7%) et/ou de périostite en IRM (Se 69,8% Sp 74,5%) il faut suspecter un CS mais ces caractéristiques peuvent également être présentes en cas de fracture pathologique, de Ch atypique ou de pathologie musculo-squelettique associée.**

#### 1.4.6. Réaction périostée en TDM

En concordance avec la littérature, la réaction périostée agressive en TDM était un critère significatif évocateur de CS (38). Dans notre étude elle était identifiée dans 50,9% (29/57) des CS versus 0% (0/44) Ch, principalement dans les CS de haut grade.

- **La réaction périostée agressive en TDM était un critère pathognomonique de CS (Se 50,9% Sp 100%).**

#### 1.4.7. Fracture pathologique

Contrairement à Murphey (38), notre étude ne retrouve **pas de différence** entre les Ch et les CS concernant les fractures pathologiques, identifiées dans 18,6% (11/59) Ch et 11,8% (8/68) CS.

#### 1.4.8. Moelle osseuse

La présence de moelle osseuse au sein de la tumeur est significativement plus fréquente dans les Ch que dans les CS en rapport avec le pattern de croissance lobulaire de ces tumeurs laissant en place des travées de moelle osseuse jaune normale. Comme observé en histologie et étant un des critères les plus importants dans le diagnostic des CS, la présence de moelle osseuse résiduelle normale est rare car l'architecture lobulaire est perméative, infiltrant la moelle osseuse et créant des septa fibreux entre les lobules cartilagineux. (1, 38) Vanel (20) a montré qu'il y avait une bonne corrélation entre l'IRM et l'analyse histologique pour détecter la moelle osseuse résiduelle intra-tumorale en hypersignal T1 et qu'elle était plus fréquemment observée dans les Ch. De plus dans les cas difficiles, la présence d'îlots cartilagineux entourés de moelle osseuse grasseuse en périphérie de la tumeur serait très évocatrice d'une origine cartilagineuse de la tumeur. Il déclare également que ces lésions périphériques ne devraient pas être considérées comme des skip métastases et qu'il serait peut-être possible un jour selon les futurs résultats des études de pouvoir pratiquer une exérèse à travers ces îlots cartilagineux en périphérie dans les localisations où une exérèse avec marges est difficile comme le pelvis ou le rachis.

En concordance avec certaines données de la littérature nous avons observé qu'il existait une différence significative entre les Ch et les CS concernant la présence de moelle osseuse résiduelle intra-tumorale (9, 20, 32, 38). La moelle osseuse résiduelle était plus fréquente dans les Ch 72,9% (35/47) que dans les CS 22,6% (12/53).

- **La présence de moelle osseuse résiduelle intra-tumorale était un critère d'imagerie en faveur d'un Ch (Se 74,5% Sp 77,3%).**

Parlier-Cuau en 2011 (32) identifie significativement plus de moelle osseuse persistante en hypersignal T1 dans les Ch (65%) que dans les CS (35%).

Yoo (9) identifie significativement plus de moelle osseuse intra-tumorale dans les TCA (26,9%) versus CS de haut grade (1,4%). En analyse multivariée ce critère était contributif et quand il n'y avait pas de moelle osseuse persistante intra-tumorale, un CS de haut grade était identifié dans 93% (13/14) des cas par rapport à une TCA.

Par ailleurs nous avons étudié spécifiquement la présence de nodules cartilagineux séparés par des travées de moelle osseuse en périphérie de la tumeur et la présence de foci de moelle osseuse (hypersignaux T1 punctiformes intra-tumoraux). Nous avons constaté que les « foci » étaient plus fréquents dans les CS et notamment les TCA et qu'ils pourraient correspondre à un stade du processus d'infiltration des travées de moelle osseuse jaune normale par l'architecture perméative des CS.

Dans notre étude, il existait une différence significative entre les Ch et les CS et les nodules cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse. En effet la présence de travées était rare dans les CS 5,6% (3/43) versus Ch 56,2% (27/48). Nous émettons comme hypothèse que les 5,6% de CS avec des nodules cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse en périphérie de la tumeur pourraient correspondre aux 4%\* de CS secondaires développés à partir de Ch. (16, 27)\*

- **La présence de nodules cartilagineux séparés de travées de moelle osseuse grasseuse en périphérie de la tumeur est un critère quasi-pathognomonique de Ch (Se 56,2% Sp 94,3%). Ce critère est plus spécifique que la présence de moelle osseuse persistante intra-tumorale (travées + foci).**

Appuyant notre hypothèse précédente, « les foci de moelle osseuse persistante intra-tumorale pourraient correspondre à un stade du processus d'infiltration de la moelle osseuse jaune normale par l'architecture perméative des CS, dans le continuum des grades histologiques » : **les Foci de moelle osseuse intra-tumorale étaient plus fréquents dans les TCA 33,3% (5/15) que dans les Ch 16,7% (8/48) et les CS de Haut grade 10,5% (4/38)**, néanmoins ces critères n'étaient pas significatifs (p 0,16 et p 0,09) et nécessitent d'être validés par des études plus puissantes. La découverte d'îlots cartilagineux séparés par des travées de moelle osseuse (voire de foci en fonction des études ultérieures) pourrait hypothétiquement donner plus d'arguments pour permettre au chirurgien, en l'absence d'importantes caractéristiques d'agressivité de la tumeur, d'orienter la prise en charge vers un curetage/biopsie/comblement en 1 temps dans le cas des tumeurs peu agressives du squelette appendiculaire.

#### **1.4.9. Signal T1**

Peu d'études se sont intéressées au signal en T1 et les résultats sont divergents.

Murphey en 1998 (38) déclare qu'en T1 la partie non minéralisée des tumeurs était toujours de signal faible ou intermédiaire sans plus de précision par rapport à la corrélation anatomopathologique.

Choi en 2013 (4) observe que les patients avec des TCA présentent de manière significative un signal intermédiaire en T1 (72% 13/18) par rapport aux Ch (25% 4/16) qui présentaient plus fréquemment un hyposignal T1.

Yoo (9) dans son étude sur les CS signale que des plages en hypersignal étaient plus fréquemment observées dans les CS de haut grade (36%) et retrouvée dans aucune TCA.



Dans notre étude, nous avons trouvé une corrélation forte entre l'hypersignal T1 et le grade tumoral. Un hypersignal T1 était identifié dans 26,4% des CS (14/53) versus 0% des Ch (0/49). A l'inverse des hypersignaux T1 graisseux précédemment décrits sous forme de travées ou de foci, ces hypersignaux étaient matérialisées sous forme de plages en hypersignal plus ou moins bien limitées. Notre hypothèse étayée également par Yoo (9) serait qu'il existe dans ces tumeurs des remaniements nécrotico-hémorragiques ce qui expliquerait qu'ils seraient majoritairement retrouvés dans les CS de haut grade.

- **Les plages en hypersignal T1 étaient exclusivement retrouvées dans les CS de haut grade et étaient un critère pathognomonique de CS dans notre étude (Se 26,4% Sp 100%).**

#### 1.4.10. Minéralisation cartilagineuse

En confirmation avec une partie de la littérature, **la présence ou l'absence de calcifications n'est pas un critère utile pour déterminer l'agressivité des tumeurs** (4, 38).

Geirnaerd (44) signale que la combinaison de contours lobulés avec scalloping endostéal et calcifications en pop-corn sur les radiographies lui a permis de diagnostiquer une TCA versus un Ch dans 90% des cas. Néanmoins la TDM et l'IRM apportent plus d'informations de nos jours pour différencier un Ch d'un CS.

Contrairement à Murphey (38), nous avons retrouvé une différence significative entre Ch et CS de l'extension des calcifications au sein de la tumeur. Les calcifications étaient étendues  $<1/3$  de la surface tumorale dans 76,9% (40/52) des CS versus 47,3% (18/38) Ch. La présence de calcifications  $>2/3$  n'était pas un critère discriminant entre Ch et CS.

En revanche il est intéressant de noter que la minéralisation cartilagineuse des Ch des petits os longs des mains était  $<1/3$  dans 100% (6/6) et des pieds dans 66,7% (2/3) des cas. En effet comme décrit précédemment, les TC des petits os longs des mains et des pieds présentent plus fréquemment des caractéristiques d'atypie.

- **La présence de calcifications  $<1/3$  de la surface tumorale était un critère évocateur de CS (Se 76,9% Sp 52,6%) à l'exception des TC des petits os longs des mains.**
- **La présence de calcifications  $>2/3$  de la surface tumorale n'était pas un critère d'imagerie discriminant entre Ch et CS.**

#### 1.4.11. Rehaussement

Le rehaussement en arcs et anneaux est connu pour être très spécifique des tumeurs cartilagineuses et le pattern de rehaussement est une caractéristique utile pour aider à la différenciation entre Ch et CS (10, 82, 83).

En effet, les CS de haut grade perdent fréquemment l'architecture lobulaire typique des tumeurs cartilagineuses en T2 avec apparition de larges zones centrales sans rehaussement septal secondaires aux remaniements histopathologiques nécrotico-hémorragiques et myxoïdes de ces tumeurs (9, 82, 84). Les résultats de notre étude sont bien corrélés avec les études précédentes. Beuckeleer et al. ont trouvé que les CS de haut grade étaient moins lobulés, avec de la nécrose intra-tumorale et un rehaussement hétérogène sans rehaussement septal. (84) Geirnaerd et al (82) qui ont analysé 4 CS de haut grade ont décrit une absence de pattern lobulé et de septa interlobulaires. Yoo et al. (9) ont observé que les CS de haut grade présentaient fréquemment de larges zones centrales non rehaussées (64%) avec des plages en hypersignal T1 (43%) et également un rehaussement de portions solides intra-tumorales (29%) correspondant au rehaussement « confluent/nodulaire » dans notre étude.

Dans notre étude, le rehaussement en arcs et anneaux était significativement plus fréquent chez les Ch 90,5% (38/42) que les CS 38,1% (16/42) (Se 90,5% Sp 62%). En revanche les rehaussements périphériques et confluents étaient significativement plus fréquents dans les CS, respectivement dans 45,2% (19/42) et 47,6% (20/42) versus 2% (1/42) et 7% (3/42) des Ch. Soit pour les rehaussements périphériques (Se 45,2% Sp 97,6%) et confluents (Se 47,6% Sp 92,8%).

Le rehaussement périphérique était majoritairement présent dans les CS de haut grade (47,8% 11/23 des CS2 et 53,8% 7/13 des CS3) tandis que le rehaussement confluent était majoritairement présent dans les TCA (38,5% 5/13) et les CS2 (47,8% 11/23) et moins fréquent dans les CS3 (38,5% 5/13). Cela corrobore les données de Yoo (9) étayant que les CS de très haut grade auront préférentiellement un rehaussement périphérique secondaire aux remaniements nécrotico-hémorragiques centraux et donc moins fréquemment un rehaussement confluent.

- **Le rehaussement en arcs et anneaux était un critère sensible mais peu spécifique évocateur de Ch (Se 90,5% Sp 62%).**
- **Les rehaussements périphériques et confluents étaient quasi-pathognomoniques de CS mais peu sensibles, surtout présents dans les CS de haut-grade. (Périphérique : Se 45,2% Sp 97,6% ; Confluent : Se 47,6% Sp 92,8%).**

Nous n'avons pas étudié le rehaussement dynamique des tumeurs en raison du caractère rétrospectif de l'étude car que ce n'est pas une pratique courante dans notre hôpital, néanmoins cette technique semble prometteuse pour certains auteurs (76, 85), mais potentiellement moins utile pour différencier Ch et TCA et nécessite de futures études (5).

## 2. Quels sont les critères retenus pour différencier les TCA d'un chondrome ?

Alors que de nombreux critères épidémiologiques et d'imagerie permettent d'être capable de différencier Ch et CS en préopératoire et/ou pré biopsie, il est difficile de différencier les Ch des TCA.

Les critères pouvant aider au diagnostic issus de cette étude sont revus à la lumière de la littérature.

### 2.1. Genre et Age

En discordance avec une partie de la littérature (6, 52) et en accord avec Geirnaerdt (44), **il existait dans notre étude une différence significative d'âge de découverte des Ch et TCA**, les TCA étaient découvertes en moyenne 8,3 ans plus tard que les Ch.

En concordance avec la littérature, le genre ne semble pas aider au diagnostic (1, 4, 6, 52). Ferrer-Santacreu et Choi ont retrouvé une prédominance de femme dans le groupe TCA sans différence significative par rapport au groupe Ch (4, 6). Crim (52) retrouve un H/F ratio de 13/3 pour les Ch et 1/1 pour les TCA. **Dans notre étude ce critère n'était pas significatif, nous observions cependant une légère prédominance d'hommes dans le groupe TCA.**

### 2.2. Taille

Une partie de la littérature observe que la taille est significativement plus grande dans le groupe TCA (5, 44, 52). Crim (52) observe significativement plus de TCA >5cm, particulièrement si >7,5cm et Douis (5) trouve un seuil de significativité à 4,7 cm. Une autre partie de la littérature dont notre étude ne retrouve pas de différence significative de taille (6, 86). En utilisant le seuil de 4,7 cm nous n'aurions identifié que 21% (4/19) des TCA. Les Ch mesuraient en moyenne 51,6mm (min :8 max :186 SD±41,3) mm et les TCA 46,2mm (min :14 max :170 SD±38,3mm). Une des hypothèses possibles est que nous n'avons inclus que des Ch ayant nécessité une preuve histologique ou ayant eu un curetage complet donc possiblement des Ch atypiques, plus volumineux et agressifs.

Il est intéressant de noter que de très petites tumeurs peuvent être des TCA : la plus petite TCA mesurait 14mm sur P2 du 4eme rayon du pied et sur les os longs du squelette appendiculaire la plus petite TCA mesurait 23mm, épiphysaire distale du fémur.

### 2.3. Localisation

En considérant que les tumeurs cartilagineuses endo-osseuses du squelette axial et des ceintures sont des CS jusqu'à preuve du contraire (1, 7, 15, 42) et que les TC des mains sont des Ch (en l'absence d'envahissement cortical ou des parties molles), c'est dans les localisations des pieds et des os longs du squelette appendiculaire qu'il est important de ne pas passer à côté d'une TCA.

Selon Choi (4) la majorité des TCA sont localisées dans les épiphyses ou les os plats 56% contre seulement 19% pour les Ch. Par ailleurs les localisations les plus fréquentes étaient le squelette axial et les os longs.

Funovics (14) dans sa série chirurgicale de 70 TCA observe une prédominance aux mains (21,4%) puis aux fémurs (17,1%), humérus (12,9%), pelvis (11,4%) et côtes/sternum (10%) néanmoins les caractéristiques d'imagerie de ces tumeurs n'ont pas été décrites.

Douis (79) dans sa série sur les CS des os longs ne trouve pas de différence significative entre le caractère proximal (49,5%) ou distal (44,9%) des TCA, en revanche les CS de haut grade étaient significativement plus fréquents dans les localisations proximales (58,4%) versus distales (18,1%).

- **Dans notre étude et en concordance avec une partie de la littérature (5, 86) il n'existait pas de différence entre le caractère proximal ou distal des Ch et TCA sur les humérus et fémurs.**
- **Dans notre étude il n'existait pas de différence entre les Ch et les TCA selon les topographies épiphysaire, métaphysaire ou diaphysaire.**
- **A la différence de la littérature, dans notre étude les TCA étaient préférentiellement localisées sur les fémurs, les pieds puis les humérus et le pelvis, les côtes et la scapula. Elles représentaient respectivement 27,2% des CS des fémurs et 83,3% des CS des pieds. Aucune de nos TCA n'était localisée sur les mains.**

## 2.4. Caractéristiques d'imagerie

### 2.4.1. Généralités

Il est difficile en imagerie de différencier un Ch d'une TCA et beaucoup d'auteurs se contredisent sur ce sujet. Certains statuent que des contours mal définis, lobulés avec des calcifications en pop-corn visibles sur les radiographies permettent d'établir le diagnostic dans 90% des cas (44) ou alors que la meilleure combinaison pour diagnostiquer une TCA serait la présence de septa en hyposignal T1 entourant des lobules cartilagineux en hypersignal T2 avec un rehaussement en arcs et anneaux (83). **Notre étude comme certaines autres ne distingue pas ces caractéristiques (4, 10, 38, 52).**

Ferrer-Santacreu (86) n'a identifié aucune caractéristique significative entre Ch et TCA.

Pour Crim (52), l'envahissement cortical, l'épaississement cortical et l'expansion osseuse sont des caractéristiques en faveur d'une TCA sur les radiographies et l'envahissement cortical et le rehaussement confluent/nodulaire en IRM. Il observe également que le rehaussement en arcs et anneaux était plus fréquent dans les Ch que dans les TCA.

Douis (5) dans sa série de tumeurs cartilagineuses du squelette appendiculaire identifie que la profondeur des érosions endostéales >2/3, l'envahissement cortical, l'expansion osseuse et l'envahissement des parties molles sont des critères significatifs entre chondromes et TCA.

Choi (4) signale que seul l'envahissement cortical est un facteur discriminant des TCA et que la profondeur des érosions endostéales n'est pas contributive.

Pour Ferrer-Santacreu (6) l'atteinte corticale quelle que soit la profondeur est un critère significatif en faveur d'une TCA.

Choi et Janzen (4, 40) observent également que la présence d'un envahissement des parties molles (4) et d'œdème de la moelle osseuse et des parties molles (4, 40) sont des caractéristiques significatives en faveur d'une TCA versus un Ch.

Dans notre étude :

Les critères d'imagerie significatifs en faveur d'une TCA étaient :	Les critères d'imagerie significatifs en faveur d'un Ch étaient :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extension des érosions endostéales &gt;2/3 du grand axe tumoral* (Se 36,8% Sp 90%)</li> <li>- <b>Solution de continuité par envahissement cortical (Se 52,6% Sp 95%)</b></li> <li>- <b>Envahissement des parties molles (Se 31,5% Sp 100%)</b></li> <li>- <b>Epaississement cortical (Se 15,8% Sp 98,3%)</b></li> <li>- <b>Réaction périostée agressive en TDM (Se 17,6% Sp 100%)</b></li> <li>- Extension des calcifications &lt;1/3 de la tumeur (Se 81,2% Sp 52,6%)</li> <li>- Œdème des parties molles (Se 40% Sp 87,7%)</li> <li>- Œdème de la moelle osseuse (Se 46,6% Sp 81,6%)</li> <li>- <b>Périostite en IRM (Se 46,6% Sp 89,8%)</b></li> <li>- <b>Rehaussement confluent (Se 38,5% Sp 92,8%)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Absence d'érosion endostéale (Se 40% Sp 95%)</b></li> <li>- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle (Se 73% Sp 60%)</li> <li>- <b>Présence de travées de moelle osseuse séparant des ilots cartilagineux (Se 56,2% Sp 93,3%)</b></li> <li>- Rehaussement en arcs et anneaux (Se 90,5% Sp 46%)</li> </ul> <p><b>En gras : critères les plus spécifiques.</b></p>

Les critères d'imagerie en faveur d'une TCA et d'un CS étaient sensiblement les mêmes.

En cas d'envahissement cortical, le diagnostic de CS est assez évident (identifié dans 52,6% (10/19) TCA, Se) et les tumeurs sont plus volumineuses et plus agressives, il est alors intéressant de s'intéresser aux tumeurs sans envahissement cortical : **\*En l'absence d'envahissement cortical il n'existait pas dans notre étude de différence significative entre Ch et TCA de la profondeur et de l'extension des érosions endostéales.** Il existait une tendance non significative (p 0,07) pour les Ch de présenter des érosions endostéales <1/3 de l'épaisseur de la corticale

En concordance avec la littérature, **l'envahissement cortical (Se 52,6% Sp 95%) et l'envahissement des parties molles (Se 31,5% Sp 100%)** sont dans notre étude des critères très spécifiques des CS et donc des TCA.

Comme dans l'étude de Crim (52) **l'épaississement cortical était dans notre étude un critère très spécifique en faveur d'une TCA ou d'un CS (Sp 98,3% TCA et 98,3% CS) mais peu sensible (Se 15,8% TCA et 25% CS).** Il était majoritairement présent dans les CS3.

Dans notre étude la réaction périostée agressive en TDM était une caractéristique pathognomonique de CS (Se 50,9% Sp 100%) et également identifiée dans 22% des TCA (Se 17,6% Sp 100%). Elle était majoritairement présente dans les CS de haut-grade 45,6% (26/57) par rapport aux TCA 17,6% (3/19).

Contrairement à Douis et Crim (5, 52), dans notre **étude l'expansion osseuse n'était pas une caractéristique significative en faveur d'une TCA.**

Dans notre étude la présence d'une fracture pathologique n'était pas un critère discriminant entre Ch et TCA.

En concordance avec la littérature la présence de calcifications était majoritaire dans les TCA et les Ch et n'est donc pas utile au diagnostic différentiel (5, 44). Douis (5) n'observe pas de différence significative dans l'extension des calcifications mais une tendance dans les TCA à avoir des calcifications <1/3 de la tumeur dans 20% des cas versus 40% pour les Ch ; ce qui est confirmé dans notre étude : **l'extension des calcifications <1/3 de la tumeur était significativement plus fréquente dans les TCA 81,2% (13/16) que dans les Ch 47,3% (18/38) (Se 81,2% Sp 52,6%).**

En concordance avec la littérature, nous retrouvons que l'œdème des parties molles et de la moelle osseuse étaient des caractéristiques significativement en faveur d'une TCA versus un Ch (respectivement Se 40% Sp 87,7% et Se 46,6% Sp 81,6%) (4, 40). Nous avons également étudié la périostite qui semblait être un critère aussi sensible et légèrement plus spécifique que les précédents (Se 46,6% Sp 89,8%).

Choi et Douis (4, 5) ne retrouvent pas de différence significative concernant la moelle osseuse résiduelle intra-tumorale entre Ch et TCA. En revanche Douis retrouve une différence significative entre les Ch et CS de haut grade. Néanmoins dans notre étude comme pour d'autres auteurs (20, 32, 38) **la présence de moelle osseuse résiduelle intra tumorale était significativement plus fréquente dans les Ch 72,9% (35/48) que dans TCA 40% (6/15), Se 73% Sp 60%. La présence de travées de moelle osseuse grasseuse séparant des nodules cartilagineux en périphérie de la tumeur était un critère encore plus spécifique, quasi pathognomonique de Ch 56,2% (27/48) versus TCA 6,7% (1/15), Se 56,2% Sp 93,3%.**

Contrairement à notre étude Choi (4) observe que l'hyposignal T1 est en faveur du groupe Ch (75%) comparativement au signal intermédiaire qui est en faveur du groupe TCA (72%). Dans notre étude tous les Ch et TCA étaient de signal intermédiaire à discret hyposignal T1. **Les plages en hypersignal T1 intra-tumorales n'étaient jamais retrouvées dans les Ch et les TCA**, seulement dans les CS de haut-grade ce qui étaye l'hypothèse de remaniements nécrotico-hémorragiques intra-tumoraux.

Concernant le rehaussement, la littérature est également floride à ce sujet. Certains auteurs signalent que les Ch se rehaussent seulement de manière périphérique et que la présence de septa se rehaussant autour de lobules cartilagineux est un signe de CS (82). D'autres études identifient un rehaussement septal également dans les Ch. (7, 38, 52, 83). Choi (4) parle de rehaussement multiloculaire dans les TCA.

Dans notre étude en comparant les Ch et les TCA, **le rehaussement en arcs et anneaux était significativement plus fréquent dans le groupe Ch 90,5% 38/42 que dans le groupe TCA 53,8% (7/13), Se 90,5% Sp 46%. Le rehaussement nodulaire/confluent était un critère spécifique, significativement plus fréquent dans le groupe TCA 38,5% (5/13) que dans le groupe Ch 7,1% (3/42), Se 38,5% Sp 92,8%.** Le rehaussement périphérique n'était associé à aucun des deux groupes.

Crim (52) a observé avec des chiffres similaires le rehaussement confluent comme un critère significatif dans 28 à 39% des TCA (OR=10 ; p=0,03).

## 2.4.2. Caractéristiques d'imagerie en fonction de la topographie

En considérant que les tumeurs cartilagineuses endo-osseuses du squelette axial et des ceintures sont des CS jusqu'à preuve du contraire (1, 7, 15, 42) et que les TC des petits os longs des mains et des pieds sont des Ch (en l'absence d'envahissement cortical ou des parties molles), c'est sur les os longs du squelette appendiculaire qu'il est important de ne pas passer à côté d'une TCA. Néanmoins notre série comportait une majorité de CS aux pieds ce que nous pensons être un biais de sélection au regard de l'importante littérature à ce sujet.

Aux pieds, les Ch présentaient plus fréquemment des caractéristiques d'atypie ne devant pas orienter à tort vers des CS/TCA, néanmoins notre échantillon de TC des pieds était petit et ces données sont à prendre avec précaution : En effet, l'œdème de la moelle osseuse, des parties molles et la périostite IRM étaient fréquents sur les Ch et les TCA et n'étaient pas des caractéristiques distinctives. De plus la répartition des calcifications <1/3 était visible sur 66,7% (2/3) des Ch et 75% (3/4) des TCA ce qui n'était pas discriminant. Néanmoins en comparaison aux Ch, toutes les TCA avaient une atteinte corticale contre seulement la moitié des Ch. Parmi ces TCA, 80% (4/5) avaient un envahissement cortical et 20% (1/5) des érosions endostéales [1/3-2/3] de l'épaisseur corticale.

Les critères d'imagerie significatifs en faveur du groupe TCA aux pieds étaient :

- L'envahissement avec solution de continuité corticale
- L'envahissement des parties molles

Sur les os longs du squelette appendiculaire les Ch présentent moins de caractéristiques d'atypie mais peuvent tout à fait mimer une TCA. La distinction entre les deux tumeurs est importante car il faut recourir à la chirurgie pour les TCA (curetage-comblement ou exérèse avec marges) et un simple suivi radiologique peut être effectué pour les Ch en l'absence de risque fracturaire (dans ce cas un curetage-comblement est le plus souvent réalisé). De plus dans ces localisation la chirurgie peut être morbide et la biopsie chirurgicale entraîner des fractures pathologiques sur un os déjà fragilisé.

Aux membres supérieurs les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'une TCA étaient :

- Extension des érosions endostéales >2/3\*
- Envahissement cortical
- Envahissement des parties molles
- Réaction périostée agressive en TDM
- Périostite

\* En cas d'envahissement cortical, le diagnostic de CS est certain. En comparant l'extension des érosions endostéales seulement avec les tumeurs sans envahissement cortical, ce critère n'était plus significatif néanmoins il s'agit d'un très petit effectif et ces données sont à prendre avec précaution.

Par ailleurs, la totalité des TCA 100% (3/3) présentaient des calcifications <1/3 de la surface tumorale (p 0,08) contre seulement 33,3% (5/15) des Ch, ce critère n'est pas significatif mais devrait être validé dans une étude avec plus de patients.

Aux membres inférieurs les caractéristiques d'imagerie significatives en faveur d'une TCA étaient :

- Profondeur des érosions endostéales >2/3 de l'épaisseur corticale
- Absence d'îlot de moelle osseuse résiduelle

Contrairement aux os longs des membres supérieurs, aucune TCA 0% (0/6) ne présentait d'envahissement cortical, des parties molles ou de réaction périostée TDM (0/5).

Il est intéressant de noter que 80% (4/5) des TCA présentaient des calcifications <1/3 de la surface tumorale (p 0,01).

Néanmoins ces critères sont basés sur de petits effectifs et doivent être pris avec précaution. Malgré toutes ces données, le diagnostic reste très difficile ; un des meilleurs critères diagnostiques pourrait alors être la modification péjorative de la tumeur lors d'un contrôle radiologique. (71)

### **3. Limites de l'étude**

Les limites de ce travail sont celles de la plupart des études rétrospectives observationnelles en imagerie : hétérogénéité des machines TDM et IRM (1,5T / 3T ; marques différentes), des protocoles réalisés avec parfois des séquences manquantes. Nos groupes IRM et TDM n'étaient pas comparables, de nombreux patients n'avaient qu'une TDM ou une IRM.

La principale limite est un biais de sélection lié à nos critères d'inclusions : seuls ont été inclus les Ch prouvés histologiquement et donc vraisemblablement des Ch avec des caractéristiques d'imagerie atypiques, des Ch douloureux et à risque fracturaire. Les Ch à priori les plus quiescents ou de plus petite taille ont été exclus. Par ailleurs nous n'avons pas recueilli le mobile de cette analyse histologique, certains dossiers étant très anciens et mal référencés sur le RIS. Néanmoins nous avons jugé ce biais nécessaire pour ne pas inclure à tort des TCA dans le groupe contrôle.

De plus, toutes les TC n'ont pas eu un curetage-comblement ou une exérèse chirurgicale et le diagnostic histologique a été retenu sur l'analyse de la biopsie chirurgicale ou radiologique. Il est possible que certains grades tumoraux aient été sous-estimés. Néanmoins il s'agit d'une minorité de TC, 88,2% (60/68) des CS ont eu une exérèse avec marges et 84,7% (50/59) des Ch un curetage thérapeutique et les Ch ont été surveillés et stables sur une période allant de 3 à 11 ans.

Le petit effectif de patients ne nous a probablement pas permis de déceler toutes les caractéristiques d'imagerie significatives notamment lors de l'analyse en sous-groupe selon chaque topographie.



## **4. Nous proposons la démarche diagnostique suivante devant la découverte d'une tumeur cartilagineuse centromédullaire.**

A la lumière de la littérature et surtout de cette étude malgré ses limites énumérées, il est proposé aux praticiens confrontés au diagnostic d'une éventuelle TC centromédullaire l'attitude suivante résumée dans la Figure 7 ci-dessous.

### **4.1. Confirmer la nature Cartilagineuse de la tumeur**

Il existe 4 types de matrice tumorale : Les matrices osseuse, cartilagineuse, fibreuse et graisseuse. L'analyse de la matrice se fera préférentiellement sur la TDM et sur l'IRM par rapport aux clichés standards. Seules les matrices osseuses et cartilagineuses sont radio-opaques.

La matrice cartilagineuse typique est caractérisée par des contours lobulés et la présence de calcifications intra-tumorales, de présentation variable soit en « pop-corn », floconneuses, arciformes ou annulaires en fonction du degré de maturité des îlots cartilagineux. La TDM est la meilleure imagerie pour la détection des calcifications et l'IRM pour les contours lobulés.

### **4.2. Analyse de la topographie**

La topographie de la tumeur est un des critères les plus importants pour différencier les Ch et les CS, elle détermine le type de prise en charge chirurgicale après discussion en RCP.

#### **4.2.1. Tumeur des côtes, sternum ou des ceintures**

Il s'agit d'un CS jusqu'à preuve du contraire. Il faut adresser le patient dans un centre de référence pour discuter une biopsie première après RCP puis une résection en marges saines.

#### **4.2.2. Tumeur des petits os longs des mains**

C'est la topographie la plus fréquente des Ch (35 à 65% de l'ensemble des Ch), les CS y sont rarissimes. Dans 1/3 des cas le mode de révélation est une fracture pathologique. Le risque évolutif majeur du Ch est l'exceptionnelle dégénérescence sarcomateuse qui survient généralement après 30 ans (à l'exception des enchondromatoses). Celle-ci est plus fréquente au fur et à mesure que l'on se rapproche des ceintures (1, 29).

Dans cette localisation, toute TC est à priori un Ch même s'il existe des caractéristiques d'atypie (à l'exception d'un envahissement cortical et des parties molles). Aucun traitement n'est préconisé en l'absence de symptômes (douleur, fracture patente ou risque fracturaire évident). Un curetage-comblement de la cavité résiduelle par des substituts osseux ou une autogreffe spongieuse est réalisé : en cas de réponse histologique en faveur d'un CS de haut grade une exérèse chirurgicale avec marges est indiquée dans un second temps et après confrontation entre imagerie et histologie auprès de deux médecins référents de cette spécialité. S'il existe un envahissement cortical ou des parties molles il faut suspecter un CS (7, 41) et discuter en RCP d'une biopsie pour orienter la prise en charge thérapeutique.

### 4.2.3. La tumeur est située sur les pieds

Habituellement la TC est un Ch même s'il existe des caractéristiques d'atypie (1). Les CS sont rares dans cette localisation, suspectés en cas d'envahissement cortical ou des parties molles (7). La prise en charge consensuelle est la même que sur les petits os longs des mains (Cf. 3.2.2).

Dans notre étude cependant 60% (6/10) des TC des pieds étaient des CS et plus particulièrement des TCA. Il est possible que ce soit due à un biais de sélection n'incluant que les patients ayant nécessité une analyse histologique. Tous nos CS présentaient un envahissement cortical et/ou des parties molles à l'exception d'une TCA diaphyso-métaphysaire distale du 2eme métacarpien. Cette TCA ne présentait ni œdème ni périostite mais il existait un rehaussement périphérique qui aurait pu réorienter le diagnostic car étant un critère quasi-pathognomonique de CS (Se 45,2% Sp 97,6%).

### 4.2.4. La tumeur est située sur les os longs du squelette appendiculaire

#### a) Topographie sur la pièce osseuse porteuse

##### Epiphyse

Si la tumeur est épiphysaire ou présente un envahissement épiphysaire, il faut suspecter un CS : le centre de référence discutera de la réalisation d'une biopsie première ou d'un curetage biopsique avec adaptation du geste (résection) en cas d'une histologie de CS et de son grade.

##### Métaphyse ou diaphyse

Si la tumeur est métaphysaire ou diaphysaire, il faut analyser les critères sémiologiques d'imagerie tout en se rappelant que les localisations humérales sont des Ch dans 60% des cas des Ch et des CS dans 40%, l'inverse aux fémurs.

Les critères premiers d'imagerie quasi-pathognomoniques de CS sont :

- Envahissement cortical (Se 77,9% Sp 95%)
- Envahissement des parties molles (Se 66,2% Sp 100%)
- Réaction périostée agressive en TDM (Se 50,9% Sp 100%)
- Epaissement cortical (réaction périostée uni lamellaire) (Se 25% Sp 98,3%)
- Présence de plages en hypersignal T1 intra tumorales (Se 26,4% Sp 100%).
- Rehaussement périphérique (Se 45,2% Sp 97,6%) ou nodulaire confluent (Se 47,6% Sp 92,8%)

Si un de ces critères est présent, la tumeur est un CS jusqu'à preuve du contraire. Il faut l'adresser dans un centre de référence et discuter une biopsie première après réunion de concertation pluridisciplinaire. En l'absence de ces critères il faut analyser les autres caractéristiques d'imagerie évocatrices de CS

Les critères secondaires d'imagerie en faveur d'un CS sont :

- Calcifications étendues <1/3 de la tumeur (Se 76,9% Sp 52,6%)
- Œdème des parties molles péri-tumorales (Se 73,5% Sp 87,7%) et/ou de la moelle osseuse (Se 79,2% Sp 81,6%)
- Périostite (Se 69,8% Sp 74,5%)
- Absence d'îlot de moelle osseuse résiduelle (Se 77,3% Sp 74,5%)

Si un de ces critères est présent, il est possible que la TC soit un CS, il faut alors adresser le patient dans un centre de référence. Le centre de référence discutera de la réalisation soit d'une surveillance, d'un curetage-biopsique ou d'une biopsie première avec prise en charge chirurgicale adaptée aux résultats anatomopathologiques. Dans notre étude, 89,4% (17/19) des TC de cette catégorie étaient de bas grade, composées de 82,3% (14/17) de Ch et 17,6% (3/17) de TCA. Les 10,5% (2/19) de TC restantes étaient des CS2 et auraient nécessité une exérèse chirurgicale en marges saines dans un second temps en cas de curetage biopsique premier. (Annexe 4. Algorithme de prise en charge des tumeurs cartilagineuses appliqué à notre série)

Les critères d'imagerie en faveur d'un Ch sont :

- Absence d'érosion endostéale (Se 39%, Sp 98,5%)
- Erosions endostéales <1/3 de la profondeur corticale (Se 27% Sp 91%)
- Présence d'îlots de moelle osseuse résiduelle (Se 74,5% Sp 77%)
- Nodules cartilagineux entourés de travées de moelle osseuse (Se 56,2% Sp 94,3%)
- Rehaussement en arcs et anneaux (Se 90,5% Sp 62%)

En l'absence des autres critères et d'autant plus que ces critères sont présents, la tumeur est vraisemblablement un Ch et un suivi radiologique ou un curetage complet selon la symptomatologie et le risque fracturaire peuvent être effectués. Dans notre série 19 Ch et 1 TCA excentrée de la métaphyse distale fémorale avec de profondes et étendues érosions endostéales était dans cette catégorie néanmoins seule la TDM était disponible (possible biais de confusion/classement).

(Annexe 4)(Illustration 19. Tumeur cartilagineuse atypique excentrée de la métaphyse fémorale distale)

□

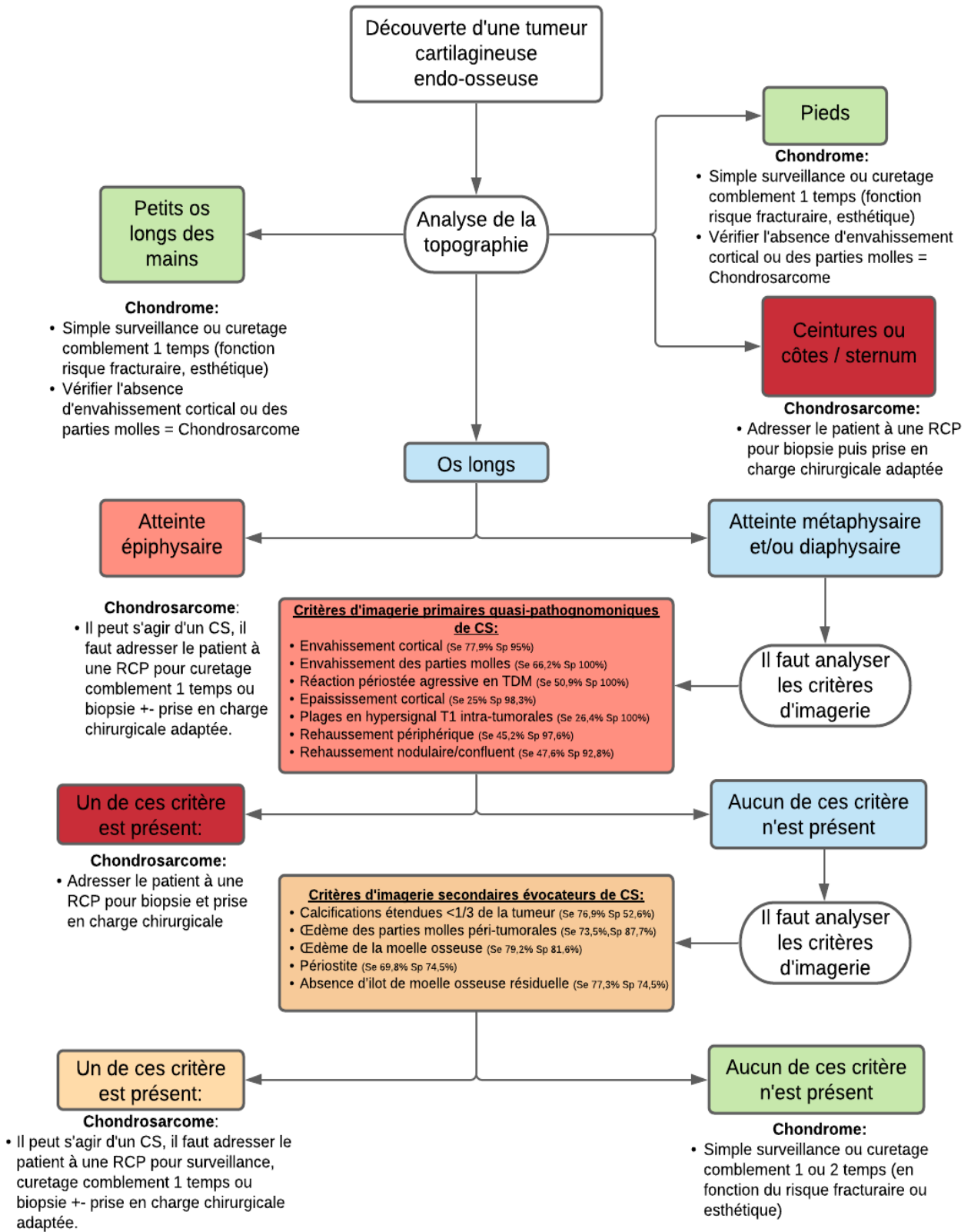


Figure 7. Prise en charge des TC endo-osseuses hors centre de référence

## Conclusion

Prédire le type histologique des tumeurs cartilagineuses endo-osseuses en imagerie est souvent difficile. Particulièrement en raison de la diversité des comportements de ces tumeurs en fonction des localisations. Il est relativement aisé de faire le diagnostic différentiel entre un Ch et un CS de haut-grade ou une TCA avec d'importants critères d'agressivité. Par contre le diagnostic de TCA peu agressive versus Ch reste un challenge diagnostique, et ce d'autant plus qu'il existe une importante variabilité inter-observateurs pour les critères d'imagerie comme pour l'analyse histologique. Plusieurs critères d'imagerie en IRM et en TDM peuvent aider au diagnostic. Un suivi radiologique peut être effectué en cas de faible suspicion diagnostique étant donné leur évolution essentiellement locale et leur faible risque métastatique. Nous proposons à partir des données de la littérature et de nos résultats une démarche diagnostique et de prise en charge des tumeurs cartilagineuses endo-osseuses.

## Bibliographie

1. Soft Tissue and Bone Tumours. 5 ed: World Health Organization; 2020.
2. Walden MJ, Murphey MD, Vidal JA. Incidental enchondromas of the knee. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190(6):1611-5.
3. Reliability of histopathologic and radiologic grading of cartilaginous neoplasms in long bones. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(10):2113-23.
4. Choi BBJ, W. H.; Sunwoo, H. J.; Cho, J. H.; Kim, J. Y.; Chun, K. A.; Hong, S. J.; Chung, H. W.; Sung, M. S.; Lee, Y. S.; Chung, Y. G. MR differentiation of low-grade chondrosarcoma from enchondroma. *Clin Imaging.* 2013;37(3):542-7.
5. Douis HP, M.; Vaiyapuri, S.; Davies, A. M. What are the differentiating clinical and MRI-features of enchondromas from low-grade chondrosarcomas? *Eur Radiol.* 2018;28(1):398-409.
6. Ferrer-Santacreu EMO-C, E. J.; Diaz-Almiron, M.; Pozo Kreilinger, J. J. Enchondroma versus Chondrosarcoma in Long Bones of Appendicular Skeleton: Clinical and Radiological Criteria-A Follow-Up. *J Oncol.* 2016;2016:8262079.
7. Murphey MDW, E. A.; Wilson, A. J.; Kransdorf, M. J.; Temple, H. T.; Gannon, F. H. From the archives of the AFIP: imaging of primary chondrosarcoma: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics.* 2003;23(5):1245-78.
8. Varma DGA, A. G.; Carrasco, C. H.; Guo, S. Q.; Kumar, R.; Edeiken, J. Chondrosarcoma: MR imaging with pathologic correlation. *Radiographics.* 1992;12(4):687-704.
9. Yoo HJ, Hong SH, Choi JY, Moon KC, Kim HS, Choi JA, et al. Differentiating high-grade from low-grade chondrosarcoma with MR imaging. *Eur Radiol.* 2009;19(12):3008-14.
10. Aoki JS, S.; Fujioka, F.; Terayama, K.; Ishii, K.; Karakida, O.; Imai, S.; Sakai, F.; Imai, Y. MR of enchondroma and chondrosarcoma: rings and arcs of Gd-DTPA enhancement. *J Comput Assist Tomogr.* 1991;15(6):1011-6.
11. Andreou D, Gilg MM, Gosheger G, Werner M, Harges J, Pink D, et al. Metastatic Potential of Grade I Chondrosarcoma of Bone: Results of a Multi-institutional Study. *Ann Surg Oncol.* 2016;23(1):120-5.
12. Campanacci DA, Scoccianti G, Franchi A, Roselli G, Beltrami G, Ippolito M, et al. Surgical treatment of central grade 1 chondrosarcoma of the appendicular skeleton. *J Orthop Traumatol.* 2013;14(2):101-7.
13. Donati D, El Ghoneimy A, Bertoni F, Di Bella C, Mercuri M. Surgical treatment and outcome of conventional pelvic chondrosarcoma. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(11):1527-30.
14. Funovics PT, Panotopoulos J, Sabeti-Aschraf M, Abdolvahab F, Funovics JM, Lang S, et al. Low-grade chondrosarcoma of bone: experiences from the Vienna Bone and Soft Tissue Tumour Registry. *Int Orthop.* 2011;35(7):1049-56.
15. Mulligan ME. How to Diagnose Enchondroma, Bone Infarct, and Chondrosarcoma. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2018.
16. Altay M, Bayrakci K, Yildiz Y, Ereku S, Saglik Y. Secondary chondrosarcoma in cartilage bone tumors: report of 32 patients. *J Orthop Sci.* 2007;12(5):415-23.

17. G.W.Herget PS, C. Rottenburger, U. Kontny, T.Krauss, J. Bohm, N. Sudkamp, M. UHL. Insights into Enchondroma, Enchondromatosis and the risk of secondary Chondrosarcoma. Review of the literature with an emphasis on the clinical behaviour, radiology, malignant transformation and the follow up. *Neoplasma*. 2013;61:365-78.
18. Shariat Torbaghan SA, M.; Jalayer Naderi, N.; Baherini, N. Histopathologic Differentiation between Enchondroma and Well-differentiated Chondrosarcoma: Evaluating the Efficacy of Diagnostic Histologic Structures. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2011;5(3):98-101.
19. Mirra JMG, R.; Downs, J.; Eckardt, J. J. A new histologic approach to the differentiation of enchondroma and chondrosarcoma of the bones. A clinicopathologic analysis of 51 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1985(201):214-37.
20. Vanel DK, J.; Larousserie, F.; Alberghini, M.; Mirra, J.; De Paolis, M.; Picci, P. Enchondroma vs. chondrosarcoma: a simple, easy-to-use, new magnetic resonance sign. *Eur J Radiol*. 2013;82(12):2154-60.
21. Fletcher CDM UK, Mertens F. Pathology and genetics of tumours of soft tissue and bone. *Who classification of Tumors*. 2002;5.
22. Chow WA. Chondrosarcoma: biology, genetics, and epigenetics. *F1000Res*. 2018;7.
23. Nakayama RM, Y.; Ogino, J.; Susa, M.; Watanabe, I.; Horiuchi, K.; Anazawa, U.; Toyama, Y.; Morioka, H.; Mukai, M.; Hasegawa, T. Detection of HEY1-NCOA2 fusion by fluorescence in-situ hybridization in formalin-fixed paraffin-embedded tissues as a possible diagnostic tool for mesenchymal chondrosarcoma. *Pathol Int*. 2012;62(12):823-6.
24. Drilon AD, Popat S, Bhuchar G, D'Adamo DR, Keohan ML, Fisher C, et al. Extraskeletal myxoid chondrosarcoma: a retrospective review from 2 referral centers emphasizing long-term outcomes with surgery and chemotherapy. *Cancer*. 2008;113(12):3364-71.
25. Brien EW, Mirra JM, Kerr R. Benign and malignant cartilage tumors of bone and joint: their anatomic and theoretical basis with an emphasis on radiology, pathology and clinical biology. I. The intramedullary cartilage tumors. *Skeletal Radiol*. 1997;26(6):325-53.
26. Verdegaal SH, Bovee JV, Pansuriya TC, Grimer RJ, Ozger H, Jutte PC, et al. Incidence, predictive factors, and prognosis of chondrosarcoma in patients with Ollier disease and Maffucci syndrome: an international multicenter study of 161 patients. *Oncologist*. 2011;16(12):1771-9.
27. Herget GW, Strohm P, Rottenburger C, Kontny U, Krauss T, Bohm J, et al. Insights into Enchondroma, Enchondromatosis and the risk of secondary Chondrosarcoma. Review of the literature with an emphasis on the clinical behaviour, radiology, malignant transformation and the follow up. *Neoplasma*. 2014;61(4):365-78.
28. Andreou D, Ruppin S, Fehlberg S, Pink D, Werner M, Tunn PU. Survival and prognostic factors in chondrosarcoma: results in 115 patients with long-term follow-up. *Acta Orthop*. 2011;82(6):749-55.
29. Sans NP, G. Imagerie des tumeurs osseuses 2014 2014. 515 p.
30. Logie CIW, E. A.; Forsberg, J. A.; Potter, B. K.; Murphey, M. D. Chondrosarcoma: A Diagnostic Imager's Guide to Decision Making and Patient Management. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2013;17(2):101-15.
31. Afonso PD, Isaac A, Villagran JM. Chondroid Tumors as Incidental Findings and Differential Diagnosis between Enchondromas and Low-grade Chondrosarcomas. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2019;23(1):3-18.
32. Parlier-Cuau C, Bousson V, Ogilvie CM, Lackman RD, Laredo JD. When should we biopsy a solitary central cartilaginous tumor of long bones? Literature review and management proposal. *Eur J Radiol*. 2011;77(1):6-12.
33. Douis HJ, L.; Grimer, R.; Vaiyapuri, S.; Davies, A. M. Is there a role for diffusion-weighted MRI (DWI) in the diagnosis of central cartilage tumors? *Skeletal Radiol*. 2015;44(7):963-9.
34. Feldman F, Van Heertum R, Saxena C, Parisien M. 18FDG-PET applications for cartilage neoplasms. *Skeletal Radiol*. 2005;34(7):367-74.
35. Jesus-Garcia R, Osawa A, Filippi RZ, Viola DC, Korukian M, de Carvalho Campos Neto G, et al. Is PET-CT an accurate method for the differential diagnosis between chondroma and chondrosarcoma? *Springerplus*. 2016;5:236.
36. Subhawong TK, Winn A, Shemesh SS, Pretell-Mazzini J. F-18 FDG PET differentiation of benign from malignant chondroid neoplasms: a systematic review of the literature. *Skeletal Radiol*. 2017;46(9):1233-9.
37. Patel A, Davies AM, Botchu R, James S. A pragmatic approach to the imaging and follow-up of solitary central cartilage tumours of the proximal humerus and knee. *Clin Radiol*. 2019;74(7):517-26.

38. Murphey MD, Flemming DJ, Boyea SR, Bojescul JA, Sweet DE, Temple HT. Enchondroma versus chondrosarcoma in the appendicular skeleton: differentiating features. *Radiographics*. 1998;18(5):1213-37; quiz 44-5.
39. Bui KLI, H.; Bauer, T. W.; Lietman, S. A.; Joyce, M. J.; Sundaram, M. Cortical scalloping and cortical penetration by small eccentric chondroid lesions in the long tubular bones: not a sign of malignancy? *Skeletal Radiol*. 2009;38(8):791-6.
40. Janzen L, Logan PM, O'Connell JX, Connell DG, Munk PL. Intramedullary chondroid tumors of bone: correlation of abnormal peritumoral marrow and soft-tissue MRI signal with tumor type. *Skeletal Radiol*. 1997;26(2):100-6.
41. Fayad LM, Ahlawat S, Khan MS, McCarthy E. Chondrosarcomas of the hands and feet: A case series and systematic review of the literature. *Eur J Radiol*. 2015;84(10):2004-12.
42. Tateishi U, Gladish GW, Kusumoto M, Hasegawa T, Yokoyama R, Tsuchiya R, et al. Chest wall tumors: radiologic findings and pathologic correlation: part 2. Malignant tumors. *Radiographics*. 2003;23(6):1491-508.
43. O'Sullivan P, O'Dwyer H, Flint J, Munk PL, Muller NL. Malignant chest wall neoplasms of bone and cartilage: a pictorial review of CT and MR findings. *Br J Radiol*. 2007;80(956):678-84.
44. Geirnaerdt MJH, J.; Bloem, J. L.; Kroon, H. M.; Pope, T. L.; Taminiau, A. H.; Hogendoorn, P. C. Usefulness of radiography in differentiating enchondroma from central grade 1 chondrosarcoma. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;169(4):1097-104.
45. Kendell SDC, M. S.; Adkins, M. C.; Sundaram, M.; Unni, K. K. Radiographic differentiation of enchondroma from low-grade chondrosarcoma in the fibula. *Skeletal Radiol*. 2004;33(8):458-66.
46. Jennings RR, N.; Rose, B.; Rossi, R.; Skinner, J. A.; Cannon, S. R.; Briggs, T. W.; Pollock, R.; Saifuddin, A. An evaluation of the diagnostic accuracy of the grade of preoperative biopsy compared to surgical excision in chondrosarcoma of the long bones. *Int J Surg Oncol*. 2010;2010:270195.
47. Enneking WF, Spanier SS, Malawer MM. The effect of the Anatomic setting on the results of surgical procedures for soft parts sarcoma of the thigh. *Cancer*. 1981;47(5):1005-22.
48. Aarons C, Potter BK, Adams SC, Pitcher JD, Jr., Temple HT. Extended intralesional treatment versus resection of low-grade chondrosarcomas. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(8):2105-11.
49. Deckers C, de Leijer EM, Flucke U, de Rooy JWJ, Schreuder HWB, Dierselhuis EF, et al. Curettage and cryosurgery for enchondroma and atypical cartilaginous tumors of the long bones: Oncological results of a large series. *J Surg Oncol*. 2021;123(8):1821-7.
50. Mermerkaya MU, Bekmez S, Karaaslan F, Danisman M, Kosemehmetoglu K, Gedikoglu G, et al. Intralesional curettage and cementation for low-grade chondrosarcoma of long bones: retrospective study and literature review. *World J Surg Oncol*. 2014;12:336.
51. Sampath Kumar V, Tyrrell PN, Singh J, Gregory J, Cribb GL, Cool P. Surveillance of intramedullary cartilage tumours in long bones. *Bone Joint J*. 2016;98-B(11):1542-7.
52. Crim JS, R.; Layfield, L.; Hanrahan, C.; Manaster, B. J. Can imaging criteria distinguish enchondroma from grade 1 chondrosarcoma? *Eur J Radiol*. 2015;84(11):2222-30.
53. Deckers C, Schreuder BH, Hannink G, de Rooy JW, van der Geest IC. Radiologic follow-up of untreated enchondroma and atypical cartilaginous tumors in the long bones. *J Surg Oncol*. 2016;114(8):987-91.
54. Coley BL, Higinbotham NL. Secondary chondrosarcoma. *Ann Surg*. 1954;139(5):547-59.
55. Schwartz HS, Zimmerman NB, Simon MA, Wroble RR, Millar EA, Bonfiglio M. The malignant potential of enchondromatosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(2):269-74.
56. Chung BM, Hong SH, Yoo HJ, Choi JY, Chae HD, Kim DH. Magnetic resonance imaging follow-up of chondroid tumors: regression vs. progression. *Skeletal Radiol*. 2018;47(6):755-61.
57. Brien EW, Mirra JM, Luck JV, Jr. Benign and malignant cartilage tumors of bone and joint: their anatomic and theoretical basis with an emphasis on radiology, pathology and clinical biology. II. Juxtacortical cartilage tumors. *Skeletal Radiol*. 1999;28(1):1-20.
58. Donati D, Colangeli S, Colangeli M, Di Bella C, Bertoni F. Surgical treatment of grade I central chondrosarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(2):581-9.
59. Leerapun T, Hugate RR, Inwards CY, Scully SP, Sim FH. Surgical management of conventional grade I chondrosarcoma of long bones. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;463:166-72.
60. Brown MT, Gikas PD, Bhamra JS, Skinner JA, Aston WJ, Pollock RC, et al. How safe is curettage of low-grade cartilaginous neoplasms diagnosed by imaging with or without preoperative needle biopsy? *Bone Joint J*. 2014;96-B(8):1098-105.

61. Chen YC, Wu PK, Chen CF, Chen WM. Intralesional curettage of central low-grade chondrosarcoma: A midterm follow-up study. *J Chin Med Assoc.* 2017;80(3):178-82.
62. Errani C, Tsukamoto S, Ciani G, Akahane M, Cevolani L, Tanzi P, et al. Risk factors for local recurrence from atypical cartilaginous tumour and enchondroma of the long bones. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27(6):805-11.
63. Omlor GW, Lohnherr V, Lange J, Gantz S, Merle C, Fellenberg J, et al. Enchondromas and atypical cartilaginous tumors at the proximal humerus treated with intralesional resection and bone cement filling with or without osteosynthesis: retrospective analysis of 42 cases with 6 years mean follow-up. *World J Surg Oncol.* 2018;16(1):139.
64. Dierselhuis EF, Goulding KA, Stevens M, Jutte PC. Intralesional treatment versus wide resection for central low-grade chondrosarcoma of the long bones. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;3:CD010778.
65. Bauer HC, Brosjo O, Kreicbergs A, Lindholm J. Low risk of recurrence of enchondroma and low-grade chondrosarcoma in extremities. 80 patients followed for 2-25 years. *Acta Orthop Scand.* 1995;66(3):283-8.
66. Hanna SA, Whittingham-Jones P, Sewell MD, Pollock RC, Skinner JA, Saifuddin A, et al. Outcome of intralesional curettage for low-grade chondrosarcoma of long bones. *Eur J Surg Oncol.* 2009;35(12):1343-7.
67. Schwab JH, Wenger D, Unni K, Sim FH. Does local recurrence impact survival in low-grade chondrosarcoma of the long bones? *Clin Orthop Relat Res.* 2007;462:175-80.
68. Fromm J, Klein A, Baur-Melnyk A, Knosel T, Lindner L, Birkenmaier C, et al. Survival and prognostic factors in conventional central chondrosarcoma. *BMC Cancer.* 2018;18(1):849.
69. MacDonald IJ, Lin CY, Kuo SJ, Su CM, Tang CH. An update on current and future treatment options for chondrosarcoma. *Expert Rev Anticancer Ther.* 2019;19(9):773-86.
70. Nota SP, Braun Y, Schwab JH, van Dijk CN, Bramer JA. The Identification of Prognostic Factors and Survival Statistics of Conventional Central Chondrosarcoma. *Sarcoma.* 2015;2015:623746.
71. Randall RLG, W. Grade 1 chondrosarcoma of bone: a diagnostic and treatment dilemma. *J Natl Compr Canc Netw.* 2005;3(2):149-56.
72. Zang J, Guo W, Yang R, Tang X, Liang H. Differences in clinical characteristics and tumor prognosis between primary and secondary conventional pelvic chondrosarcoma. *BMC Cancer.* 2020;20(1):1054.
73. Chen-Ming Su Y-CF, Chih-Hsin Tang. An overview of current and future treatment options for chondrosarcoma. *Expert Opinion on Orphan Drugs.* 2014;2:217-27.
74. Lee FY, Mankin HJ, Fondren G, Gebhardt MC, Springfield DS, Rosenberg AE, et al. Chondrosarcoma of bone: an assessment of outcome. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(3):326-38.
75. Hickey M, Farrokhyar F, Deheshi B, Turcotte R, Ghert M. A systematic review and meta-analysis of intralesional versus wide resection for intramedullary grade I chondrosarcoma of the extremities. *Ann Surg Oncol.* 2011;18(6):1705-9.
76. De Coninck TJ, L.; Sys, G.; Hysse, W.; Verstraeten, T.; Forsyth, R.; Poffyn, B.; Verstraete, K. Dynamic contrast-enhanced MR imaging for differentiation between enchondroma and chondrosarcoma. *Eur Radiol.* 2013;23(11):3140-52.
77. Giuffrida AY, Burgueno JE, Koniaris LG, Gutierrez JC, Duncan R, Scully SP. Chondrosarcoma in the United States (1973 to 2003): an analysis of 2890 cases from the SEER database. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(5):1063-72.
78. O'Connor MI, Bancroft LW. Benign and malignant cartilage tumors of the hand. *Hand Clin.* 2004;20(3):317-23, vi.
79. Douis HS, L.; Saifuddin, A. MRI differentiation of low-grade from high-grade appendicular chondrosarcoma. *Eur Radiol.* 2014;24(1):232-40.
80. Douis HS, A. The imaging of cartilaginous bone tumours. II. Chondrosarcoma. *Skeletal Radiol.* 2013;42(5):611-26.
81. Wang XLDB, L. H.; De Schepper, A. M.; Van Marck, E. Low-grade chondrosarcoma vs enchondroma: challenges in diagnosis and management. *Eur Radiol.* 2001;11(6):1054-7.
82. Geirnaerdts MJB, J. L.; Eulderink, F.; Hogendoorn, P. C.; Taminiu, A. H. Cartilaginous tumors: correlation of gadolinium-enhanced MR imaging and histopathologic findings. *Radiology.* 1993;186(3):813-7.
83. De Beuckeleer LHDS, A. M.; Ramon, F.; Somville, J. Magnetic resonance imaging of cartilaginous tumors: a retrospective study of 79 patients. *Eur J Radiol.* 1995;21(1):34-40.



84. De Beuckeleer LH, De Schepper AM, Ramon F. Magnetic resonance imaging of cartilaginous tumors: is it useful or necessary? *Skeletal Radiol.* 1996;25(2):137-41.
85. Geirnaerdts MJH, P. C.; Bloem, J. L.; Taminiau, A. H.; van der Woude, H. J. Cartilaginous tumors: fast contrast-enhanced MR imaging. *Radiology.* 2000;214(2):539-46.
86. Ferrer-Santacreu EMO-C, E. J.; Gonzalez-Lopez, J. M.; Perez Fernandez, E. Enchondroma versus Low-Grade Chondrosarcoma in Appendicular Skeleton: Clinical and Radiological Criteria. *J Oncol.* 2012;2012:437958.

## Table des illustrations

Illustration 1. Chondrome .....	25
Illustration 2. Chondrosarcome grade 1 .....	26
Illustration 3. Chondrosarcome de grade 2.....	26
Illustration 4. Chondrome de la métaphyse fémorale proximale .....	29
Illustration 5. Chondrome de la métaphyse humérale proximale.....	30
Illustration 6. TDM d'une tumeur cartilagineuse atypique métaphyso-épiphysaire proximale de l'humérus .....	32
Illustration 7. IRM d'une tumeur cartilagineuse atypique métaphyso-épiphysaire proximale de l'humérus .....	33
Illustration 8. IRM d'un chondrosarcome grade 3 de la métaphyse fémorale proximale.....	33
Illustration 9. Chondrosarcome de grade 2 de la métaphyse fémorale distale.....	34
Illustration 10. IRM d'un chondrome métaphyso-diaphysaire de la base de P1 du 5eme rayon de la main .....	35
Illustration 11. Biopsie osseuse sous guidage TDM d'une lésion ostéolytique épiphysaire distale du fémur.....	37
Illustration 12. Curetage comblement avec allogreffe osseuse d'une tumeur de la diaphyse humérale .....	46
Illustration 13. Curetage comblement par ciment PMMA d'une tumeur épiphysaire distale du fémur.....	47
Illustration 14. Travées de moelle osseuse séparant des nodules cartilagineux.....	53
Illustration 15. Chondrome de la diaphyse de la MCP du 4eme rayon chez un patient de 15 ans. ....	54
Illustration 16. Chondrosarcome de grade 2 diaphyso-métaphyso-épiphysaire proximal de l'humérus chez une patiente de 31 ans.....	54
Illustration 17. Chondrosarcome grade 3 métaphyso-diaphysaire distal du fémur .....	55
Illustration 18. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-diaphysaire distal du tibia .....	55
Illustration 19. Tumeur cartilagineuse atypique excentrée de la métaphyse fémorale distale .....	56
Illustration 20. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-diaphysaire proximal fémoral .....	56
Illustration 21. Chondrosarcome de grade 2 métaphyso-épiphysaire proximal du <i>tibia</i> .....	57
Illustration 22. Hypersignal T1 intra tumoral .....	57
Illustration 23. Hypersignal T1 intra tumoral .....	58

## Table des tableaux

Tableau 1. Classification des tumeurs cartilagineuses selon la World Health Organization 2013 .....	24
Tableau 2. Caractéristiques d'activité et d'agressivité des TC extrait de Parlier-Cuau (32).....	39
Tableau 3. Imageries disponibles suivant le type histologique.....	59
Tableau 4. Analyse descriptive du type de prélèvement anatomopathologique et du traitement réalisés .....	60
Tableau 5. Répartition des différents types de tumeurs suivant le genre, l'âge et la localisation.....	61
Tableau 6. p en fonction du genre et de l'âge .....	61
Tableau 7. Caractère proximal ou distal des tumeurs humérales et fémorales .....	64
Tableau 8. Localisation tumorale sur la pièce osseuse humérale et fémorale : en fonction des localisations épiphysaires, métaphysaires et diaphysaires .....	65
Tableau 9. Taille des TC des os longs en fonction de la topographie sur la pièce osseuse .....	65
Tableau 10. Caractéristiques d'imageries des TC en fonction du type histologique. ....	67
Tableau 11. Analyse des caractéristiques d'imagerie : chondrome versus chondrosarcome .....	68
Tableau 12. Analyse de la taille des chondromes et chondrosarcomes* .....	70
Tableau 13. Erosions endostéales des tumeurs sans envahissement cortical .....	70
Tableau 14. Analyse des caractéristiques d'imagerie : chondrome versus TCA.....	71
Tableau 15. Analyse de la taille des TCA .....	72
Tableau 16. Erosions endostéales des TCA sans envahissement cortical .....	73
Tableau 15. Caractéristiques d'imagerie des chondromes des mains .....	74
Tableau 16. Caractéristiques d'imagerie des TC des pieds : chondrome versus chondrosarcome .....	76
Tableau 17. Caractéristiques d'imagerie des TC des pieds : chondrome versus TCA .....	77
Tableau 18. Caractéristiques d'imagerie membres supérieurs : chondrome versus chondrosarcome .....	79
Tableau 19. Caractéristiques d'imagerie membres supérieurs : chondrome versus TCA .....	80
Tableau 20. Caractéristiques d'imagerie membres inférieurs : chondrome versus chondrosarcome .....	82
Tableau 21. Caractéristiques d'imagerie membres inférieurs : chondrome versus TCA.....	83

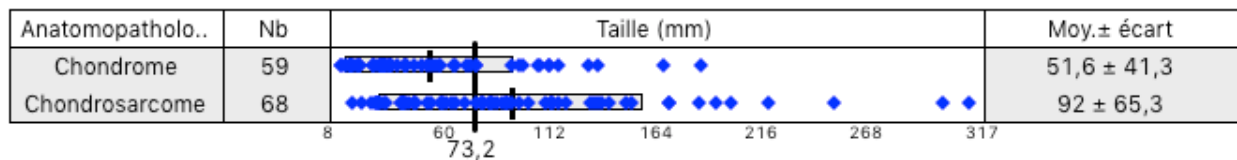
## Table des Figures

Figure 1. Prise en charge des tumeurs cartilagineuse des os longs extrait de Parlier-Cuau (29, 32).....	40
Figure 3. Birmingham Atypical Cartilaginous Tumour Imaging Protocol (BACTIP) (37) .....	44
Figure 4. Diagramme de flux.....	59
Figure 5. Topographie des tumeurs cartilagineuses en fonction de la pièce osseuse porteuse .....	62
Figure 6. Topographie des tumeurs cartilagineuses en fonction du type histologique .....	63
Figure 7. Topographie des TCA.....	66
Figure 8. Prise en charge des TC endo-osseuses hors centre de référence .....	107

## Table des Annexes

Annexe 1. Âge moyen des chondromes et chondrosarcomes.....	117
Annexe 2. Âge moyen des chondromes et chondrosarcomes.....	117
Annexe 3. Analyse statistique de l'histologie en fonction du genre .....	117
Annexe 4. Algorithme de prise en charge des tumeurs cartilagineuses appliqué à notre série .....	119
Annexe 5. Critères d'imagerie quasi-pathognomoniques de chondrosarcomes (en rapport avec l'Annexe 4) ..	119
Annexe 6. Critères d'imagerie secondaires évocateurs de chondrosarcomes (en rapport avec l'Annexe 4) .....	120

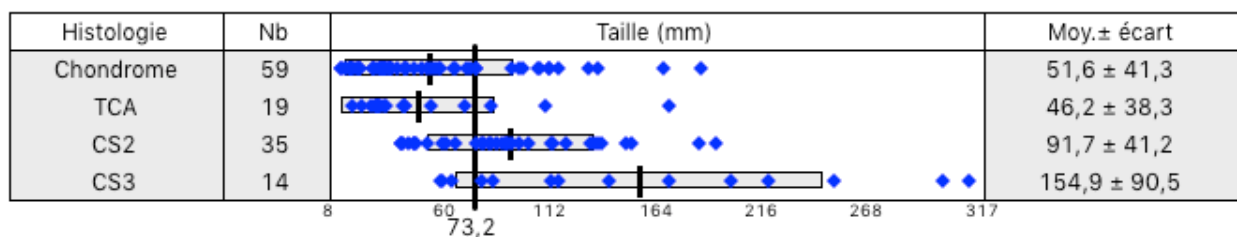




\* TP1 : z (Ecart-Réduit)=4,21      Résultat S    p=0,001    (Table ER)

\* TP2 : F (Rapp. Variances)=2,49    (DDL 67/58)    Résultat S    p=0,05    (Table F)  
(si distributions normales)

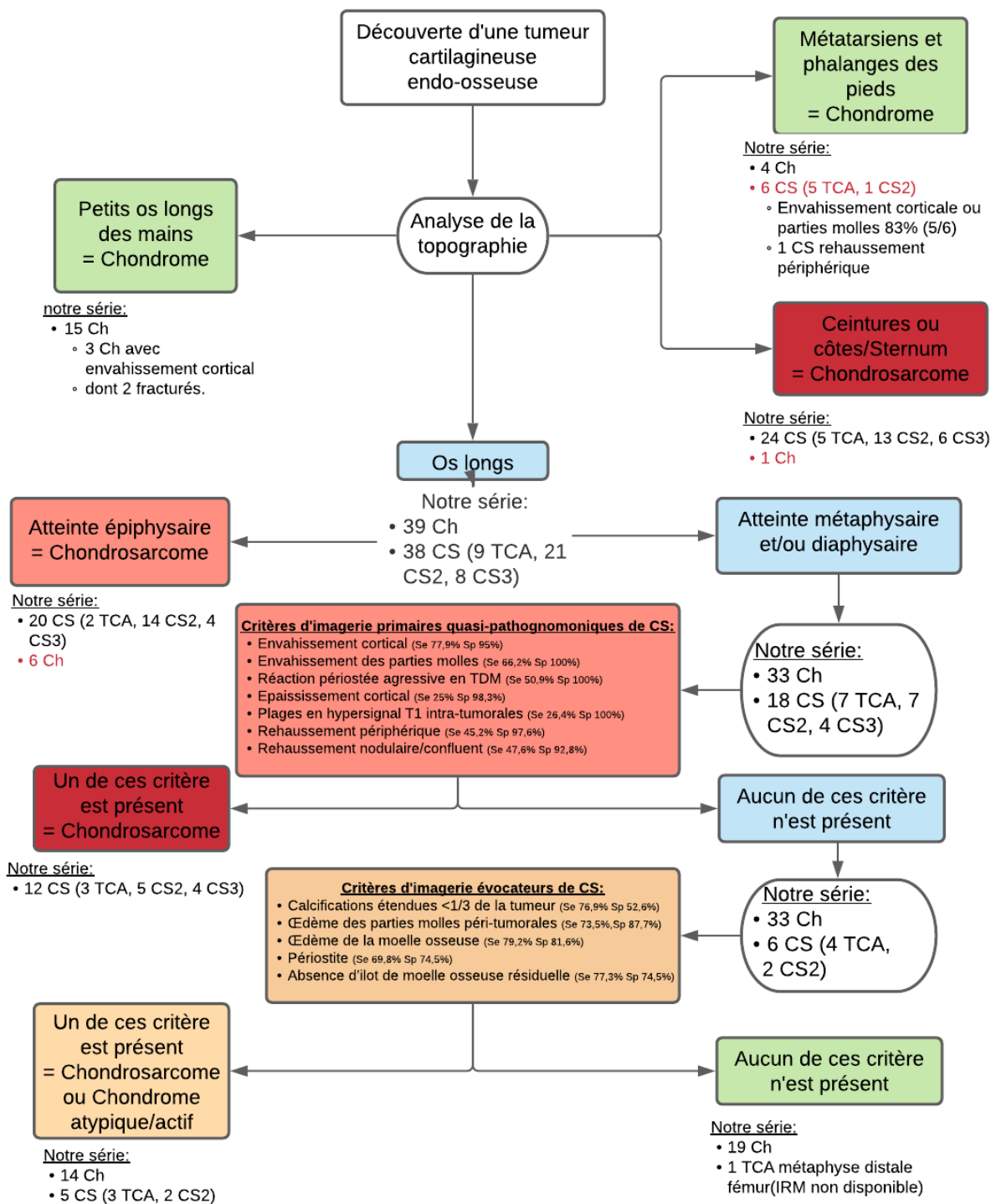
\* TnP : U (Mann-Withney)=4,23    (DDL 59/9)    Résultat S    p=0,001    (Table ER)  
(nombre d'ex-aequos = 19 sur 127)



\* TP : F (ANOVA)=20,75    (DDL 3/123)    Résultat S    p=0,01    (Table F)  
(si distributions normales)

\* TnP : H (Kruskall)=86,64    (DDL 3)    Résultat S    p=0,001    (Table Chi2)  
(nombre d'ex-aequos = 25 sur 127)

□



Annexe 4. Algorithme de prise en charge des tumeurs cartilagineuses appliqué à notre série

Envahissement cortical	Envahissement parties molles	Réaction périostée	Epaissement cortical	Hypersignal T1	Rehaussement Périphérique	Rehaussement confluent
9 CS	6 CS	6 CS	4 CS :	4 CS	5 CS	5 CS
- 2 TCA	- 1 TCA	- 2 TCA	- 1 CS2	- 2 CS2	- 2 CS2	- 1 TCA
- 3 CS2	- 1 CS2	- 1 CS2	- 3 CS3	- 2 CS3	- 2 CS3	- 2 CS2
- 4 CS3	- 3 CS3	- 3 CS3				- 2 CS3

Annexe 5. Critères d'imagerie quasi-pathognomoniques de chondrosarcomes (en rapport avec l'Annexe 4)



Calcifications <1/3	Œdème parties molles	Œdème moelle osseuse	Périostite	Absence de moelle osseuse résiduelle
5 CS - 3 TCA - 2 CS2	1 CS - 1 CS2	3 CS - 1 TCA - 2 CS2	3 CS - 1 TCA - 2 CS2	2 CS - 1 TCA - 1 CS2
8 Ch	3 Ch	6 Ch	4 Ch	2 Ch

Annexe 6. Critères d'imagerie secondaires évocateurs de chondrosarcomes (en rapport avec l'Annexe 4)

**Introduction :** L'enjeu d'établir des hypothèses diagnostiques en imagerie est essentiel pour la prise en charge thérapeutique qui diffère selon le type histologique. Pour le moment les critères d'imagerie permettent le plus souvent de différencier les chondrosarcomes (CS) de haut grade des chondromes (Ch), moins fréquemment les Tumeurs cartilagineuses atypiques/Chondrosarcomes de grade 1 (TCA/CS1) alors que la prise en charge diffère.

**Matériel et méthodes :** Etude rétrospective observationnelle entre 2004 et 2020 des Ch et CS d'un centre expert de tumeurs osseuses de Toulouse. Inclusion de tous les patients avec un diagnostic anatomopathologique de Ch, TCA/CS1, chondrosarcome de grade 2 (CS2) ou chondrosarcome de grade 3 (CS3) avec au moins une imagerie IRM ou TDM sur le PACS. Lecture par deux radiologues de manière consensuelle en aveugle du diagnostic histologique.

**Résultats :** 127 TC ont été incluses, 59 Ch et 68 CS dont 19 TCA/CS1, 35 CS2 et 14 CS3. La localisation était une caractéristique importante : La totalité des TC des petits os longs mains étaient des Ch et celles du pelvis et des côtes étaient des CS. 83% (5/6) des TC scapulaires et 60% (6/10) des TC des pieds étaient des CS. Sur les humérus 60,6% (20/33) étaient des Ch fémurs 63% (22/35) étaient des CS. Les caractéristiques significatives du groupe CS étaient ( $p < 0,05$ ): l'âge, le genre masculin, la topographie épiphysaire du squelette appendiculaire, la taille élevée, l'extension des érosions endostéale  $> 2/3$  du grand axe tumoral, l'envahissement de la corticale et des parties molles, l'épaississement cortical, la réaction périostée, l'extension des calcifications  $< 1/3$  de la tumeur, l'œdème des parties molles, de la moelle osseuse et la périostite, les plages en hypersignal T1 intra-tumorales et les rehaussements périphériques et confluent. Dans le groupe Ch : le genre féminin, l'absence d'érosion ou érosions endostéales  $< 1/3$  de l'épaisseur corticale, les îlots de moelle osseuse résiduelle et le rehaussement en arcs et anneaux. Dans le groupe TCA les caractéristiques étaient les mêmes que les CS à l'exception de la topographie épiphysaire, la profondeur des érosions, l'hypersignal T1 et le rehaussement périphérique.

**Conclusion :** Cette étude permet de souligner les critères d'imagerie connus en faveur de chaque type histologique. A partir de nos données, nous proposons une démarche diagnostique à réaliser suite à la découverte d'une TC centromédullaire tenant en compte de la localisation et des caractéristiques d'imagerie.

**Mots clés :** IRM, TDM, critères, caractéristiques, chondrome, chondrosarcome, tumeur cartilagineuse atypique, tumeur osseuse, cartilage, diagnostic.

**Introduction:** The challenge of establishing diagnostic hypotheses on imaging is essential for therapeutic management, which differs according to histological type. Presently, imaging criteria most often allow differentiation between high-grade chondrosarcomas (CS) and chondromas (Ch), and less frequently between atypical cartilage tumors/grade 1 chondrosarcomas (ACT/CS1), although treatment differs.

**Material and methods:** Retrospective observational study between 2004 and 2020 of the Ch and CS of an expert center of bone tumors in Toulouse. Inclusion of all patients with a pathological diagnosis of Ch, atypical cartilage tumor/chondrosarcoma grade 1 (TCA/CS1), chondrosarcoma grade 2 (CS2) or chondrosarcoma grade 3 (CS3) with at least one MRI or CT scan in the PACS. Blinded imaging reading of histological diagnosis by two radiologists.

**Results:** 127 CTs were included, 59 Ch and 68 CS including 19 TCA/CS1, 35 CS2 and 14 CS3. Location was an important feature: All TCs of the small long bones hands were Ch and those of the pelvis and ribs were CS. 83% (5/6) of scapular TCs and 60% (6/10) of TCs of the feet were CS. On the humerus 60.6% (20/33) were Ch and on femurs 63% (22/35) were CS. The significant characteristics of the CS group were ( $p < 0.05$ ): age, male gender, epiphyseal topography of the appendicular skeleton, large size, extension of endosteal erosions  $> 2/3$  of the major tumor axis, cortical and soft tissue invasion, cortical thickening, periosteal reaction, extension of calcifications  $< 1/3$  of the tumor, soft tissue edema, bone marrow edema and periostitis, intra-tumoral T1 hypersignal areas and peripheral and confluent enhancement. In the Ch group: female gender, absence of endosteal erosions or erosions  $< 1/3$  of the cortical thickness, residual bone marrow islands and arc and ring enhancement. In the TCA group the features were the same as CS except for epiphyseal topography, depth of erosions, T1 hypersignal and peripheral enhancement.

**Conclusion:** This study highlights the known imaging criteria for each histological type. Based on our data, we propose a diagnostic approach to be performed following the discovery of a centromedullary CT taking into account the location and imaging characteristics.

**keywords :** MRI, CT, criteria, features, chondroma, chondrosarcoma, atypical cartilaginous tumour, bone tumour, cartilage, diagnostic.

# ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) Harold CHIRON  
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une  
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,  
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.  
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées  
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **15 / 07 / 2021**

## SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, en présence des maîtres de cette école et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité qui la régissent.

Mon premier souci sera, de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous les éléments physiques et mentaux, individuels collectifs et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients de décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer leurs consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai influencer ni par la recherche du gain ni par la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers.

Et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances, sans acharnement.

Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Que je sois modéré en tout, mais insatiable de mon amour de la science.

Je n'entreprendrai rien qui ne dépasse mes compétences ; je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.



**NOM :** CHIRON

**PRENOM :** Harold

**Sujet de la thèse :** Prédiction de la nature des tumeurs cartilagineuses endosseuses à partir de l'imagerie. Etude rétrospective observationnelle de 127 tumeurs.

**Thèse :** Médecine

**Qualification :** Médecine spécialisée

**Année :** 2021

**Numéro d'identification :** 2021ANTI0711

**MOTS CLEFS :** IRM, TDM, critères, caractéristiques, chondrome, chondrosarcome, tumeur cartilagineuse atypique, tumeur osseuse, cartilage, diagnostic.

---

**Introduction :** L'enjeu d'établir des hypothèses diagnostiques en imagerie est essentiel pour la prise en charge thérapeutique qui diffère selon le type histologique. Pour le moment les critères d'imagerie permettent le plus souvent de différencier les chondrosarcomes (CS) de haut grade des chondromes (Ch), moins fréquemment les Tumeurs cartilagineuses atypiques/Chondrosarcomes de grade 1 (TCA/CS1) alors que la prise en charge diffère.

**Matériel et méthodes :** Etude rétrospective observationnelle entre 2004 et 2020 des Ch et CS d'un centre expert de tumeurs osseuses de Toulouse. Inclusion de tous les patients avec un diagnostic anatomopathologique de Ch, TCA/CS1, chondrosarcome de grade 2 (CS2) ou chondrosarcome de grade 3 (CS3) avec au moins une imagerie IRM ou TDM sur le PACS. Lecture par deux radiologues de manière consensuelle en aveugle du diagnostic histologique.

**Résultats :** 127 TC ont été incluses, 59 Ch et 68 CS dont 19 TCA/CS1, 35 CS2 et 14 CS3. La localisation était une caractéristique importante : La totalité des TC des petits os longs mains étaient des Ch et celles du pelvis et des côtes étaient des CS. 83% (5/6) des TC scapulaires et 60% (6/10) des TC des pieds étaient des CS. Sur les humérus 60,6% (20/33) étaient des Ch fémurs 63% (22/35) étaient des CS. Les caractéristiques significatives du groupe CS étaient ( $p < 0,05$ ): l'âge, le genre masculin, la topographie épiphysaire du squelette appendiculaire, la taille élevée, l'extension des érosions endostéale  $> 2/3$  du grand axe tumoral, l'envahissement de la corticale et des parties molles, l'épaississement cortical, la réaction périostée, l'extension des calcifications  $< 1/3$  de la tumeur, l'œdème des parties molles, de la moelle osseuse et la périostite, les plages en hypersignal T1 intra-tumorales et les rehaussements périphériques et confluent. Dans le groupe Ch : le genre féminin, l'absence d'érosion ou érosions endostéales  $< 1/3$  de l'épaisseur corticale, les îlots de moelle osseuse résiduelle et le rehaussement en arcs et anneaux. Dans le groupe TCA les caractéristiques étaient les mêmes que les CS à l'exception de la topographie épiphysaire, la profondeur des érosions, l'hypersignal T1 et le rehaussement périphérique.

**Conclusion :** Cette étude permet de souligner les critères d'imagerie connus en faveur de chaque type histologique. A partir de nos données, nous proposons une démarche diagnostique à réaliser suite à la découverte d'une TC centromédullaire tenant en compte de la localisation et des caractéristiques d'imagerie.

---

**JURY : Président :** Professeur SANS Nicolas

**Juges :** Mme GOMEZ-BROUCHET Anne

M. BONNEVIALLE PAUL

Mme FARUCH-BILFELD Marie

M. De BAZELAIRE Cédric

Mme RICARD Claire

M. AZIZA Richard

Professeur

Professeur

Professeur

Professeur

Docteur en Médecine

Docteur en Médecine