

Suivi radiographique de la cicatrisation osseuse et troubles de la cicatrisation

PLAN DU CHAPITRE

Cicatrisation osseuse normale	416
Radiographies post-chirurgicales	417
Troubles de la cicatrisation	418

La radiographie est l'examen de choix dans le suivi de la cicatrisation osseuse et dans l'exploration de ses anomalies.

Cicatrisation osseuse normale

Suite à une fracture, deux types de cicatrisation osseuse existent : la cicatrisation par première intention et par seconde intention.

La cicatrisation par seconde intention est la plus répandue. Elle comporte plusieurs étapes :

- très précocement, un hématome se développe au sein du foyer de fracture ;
- des cellules mésenchymateuses pluripotentes se différencient ensuite en chondroblastes, ostéoblastes et fibroblastes sous l'influence de médiateurs de l'inflammation, de facteurs angiogéniques, de facteurs de croissance ou encore des forces

de pression qui s'exercent sur le foyer de fracture. Un tissu de granulation remplace ainsi progressivement l'hématome ;

- le tissu de granulation est lui-même remplacé par un tissu fibreux puis par la formation d'un cal fibrocartilagineux. Ces étapes stabilisent au fur et à mesure le foyer de fracture et la vascularisation s'y organise ;
- le cal s'ossifie progressivement par réaction endochondrale et périostée jusqu'à l'union des bouts osseux ;
- enfin, le cal osseux se remanie très lentement.

La cicatrisation par première intention est beaucoup plus rare et nécessite une réduction chirurgicale anatomique parfaite ainsi qu'une compression des bouts osseux. Dans ce cas, aucun cal ne se met en place.

La radiographie permet de suivre les différentes étapes de la cicatrisation par seconde intention (voir [tableau 15.1](#)).

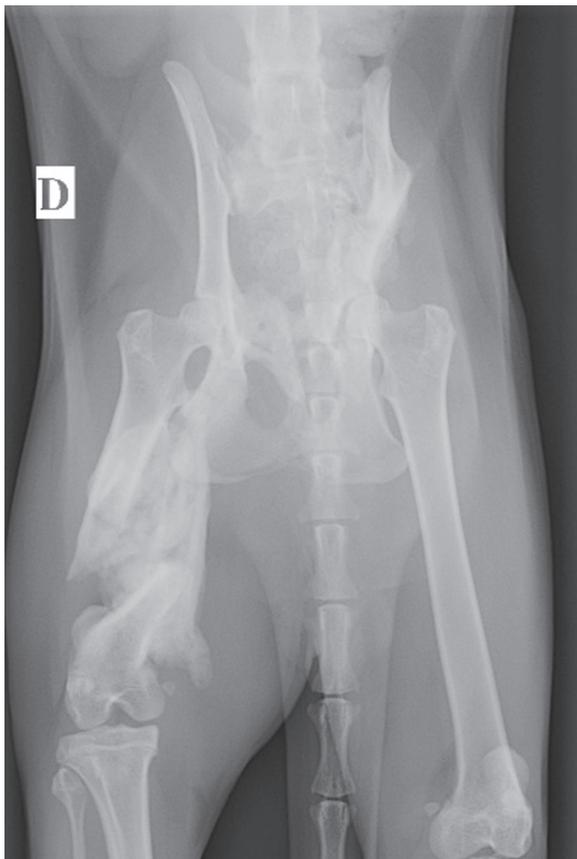
De nombreux facteurs influencent la vitesse de cicatrisation osseuse. Ces facteurs sont soit intrinsèques à l'animal, soit liés au traitement mis en place (voir [tableau 15.2](#)).

Tableau 15.1 Images radiographiques lors de cicatrisation osseuse normale par seconde intention.

Temps	Signes radiographiques
Immédiat après la fracture	Les bouts osseux sont bien délimités et aigus. Une tuméfaction des tissus mous est présente.
7–10 jours	Les bouts osseux apparaissent émoussés, à contours légèrement flous en raison de leur déminéralisation et de l'élimination des fragments non vascularisés. En cas de montage d'ostéosynthèse présent, le trait de fracture s'élargit légèrement (en cas de fracture en bois vert, la solution de continuité osseuse devient alors plus évidente). Une discrète irrégularité du périoste est visible à proximité du foyer de fracture.
2–3 semaines	Un cal fait pontage entre les bouts osseux mais n'est pas minéralisé et donc de visualisation difficile dans un premier temps (aspect un peu plus dense des tissus au niveau du trait de fracture). Une sclérose médullaire modérée est présente à proximité du foyer de fracture.
3–5 semaines	Le cal devient de plus en plus minéralisé et donc plus opaque (ossification endochondrale). Une ostéoprolifération périostée participe au cal à proximité des marges du foyer de fracture, conférant un aspect épaissi aux corticales. L'ostéocondensation médullaire augmente nettement, conduisant parfois à une perte du contraste cortico-médullaire. Chez le jeune, lors du traumatisme osseux, un arrachement du périoste est plus facilement présent, conduisant à une ostéoprolifération périostée plus étendue de part et d'autre du foyer de fracture. Ceci est particulièrement observé au niveau du fémur au niveau de l'insertion du muscle adducteur. Un arrachement périosté important à ce niveau peut conduire à une extension osseuse du cal caudalement au fémur (image décrite comme un « cal en corne de rhinocéros »).
6–8 semaines	Une continuité des corticales des bouts est visible. Le trait de fracture n'est plus radiotransparent.
Plusieurs mois	Le remodelage osseux du cal se fait progressivement selon les forces de pression qui s'y exercent. Réduction progressive du diamètre du cal osseux. Apparition d'une trabéculatation osseuse au sein du cal fracturaire.

Tableau 15.2 Facteurs influençant la vitesse de cicatrisation osseuse.

Facteurs	Remarques
Âge	La cicatrisation est plus rapide chez le jeune.
Type de fracture	Plus les bouts sont écartés et plus le temps de cicatrisation est long Les fractures comminutives sont plus longues à cicatriser que les fractures simples.
Localisation de la fracture	Certaines localisations sont plus longues à cicatriser. C'est notamment le cas des portions distales des radius et ulna des chiens de petite et très petite races. Ceci est dû à une faible vascularisation de ces régions. L'os spongieux est plus vascularisé et présente une activité cellulaire plus importante que l'os cortical, une fracture métaphysaire ou épiphysaire cicatrisera donc plus rapidement qu'une fracture diaphysaire.
Vascularisation du site	Une bonne vascularisation du site est nécessaire à la cicatrisation. Elle participe notamment à la destruction des tissus non viables et à l'apport de facteurs trophiques.
Stabilité de la fracture	La stabilité du montage est indispensable pour une bonne cicatrisation. En cas d'instabilité, le cal qui se met en place est régulièrement lésé, ce qui retarde donc sa cicatrisation. Un cal instable a tendance à être de diamètre plus important (figure 15.1).
Forces de pression	En cas de matériel d'ostéosynthèse trop massif, le site de fracture ne supporte pas de forces de pression, ce qui retarde la cicatrisation.
Présence d'une affection osseuse ou systémique	Tumeur osseuse Ostéomyélite Séquestre Hyperparathyroïdie primaire ou secondaire Hypercorticisme, insuffisance rénale chronique, diabète...

**Figure 15.1**

Fracture ancienne de l'aile iliaque gauche et du fémur droit chez un chat. En l'absence de stabilisation des fractures, un cal osseux exubérant s'est développé.

Radiographies post-chirurgicales

Juste après la chirurgie, la radiographie permet de vérifier la qualité de la réduction et du montage d'ostéosynthèse (figure 15.2). Pour une bonne évaluation, il est nécessaire de réaliser deux vues orthogonales incluant les articulations adjacentes. L'alignement des bouts osseux, leur angulation, leur apposition sont ainsi jugés. Le placement du matériel d'ostéosynthèse est également vérifié. Au cours des contrôles radiographiques suivants, l'avancement de la cicatrisation osseuse est évalué ainsi que l'absence de déplacement du matériel d'ostéosynthèse (migration de vis par exemple).

En post-opératoire immédiat, les tissus mous apparaissent systématiquement tuméfiés et des plages de densité aérique sont visibles au niveau du site opératoire et correspondent à de l'emphysème musculaire et sous-cutané. Cette image persiste pendant plusieurs jours. La présence de gaz est en revanche anormale au bout de plusieurs semaines et peut alors traduire soit la présence d'une fistule cutanée soit la présence d'une infection gazogène (*Clostridies spp* notamment).

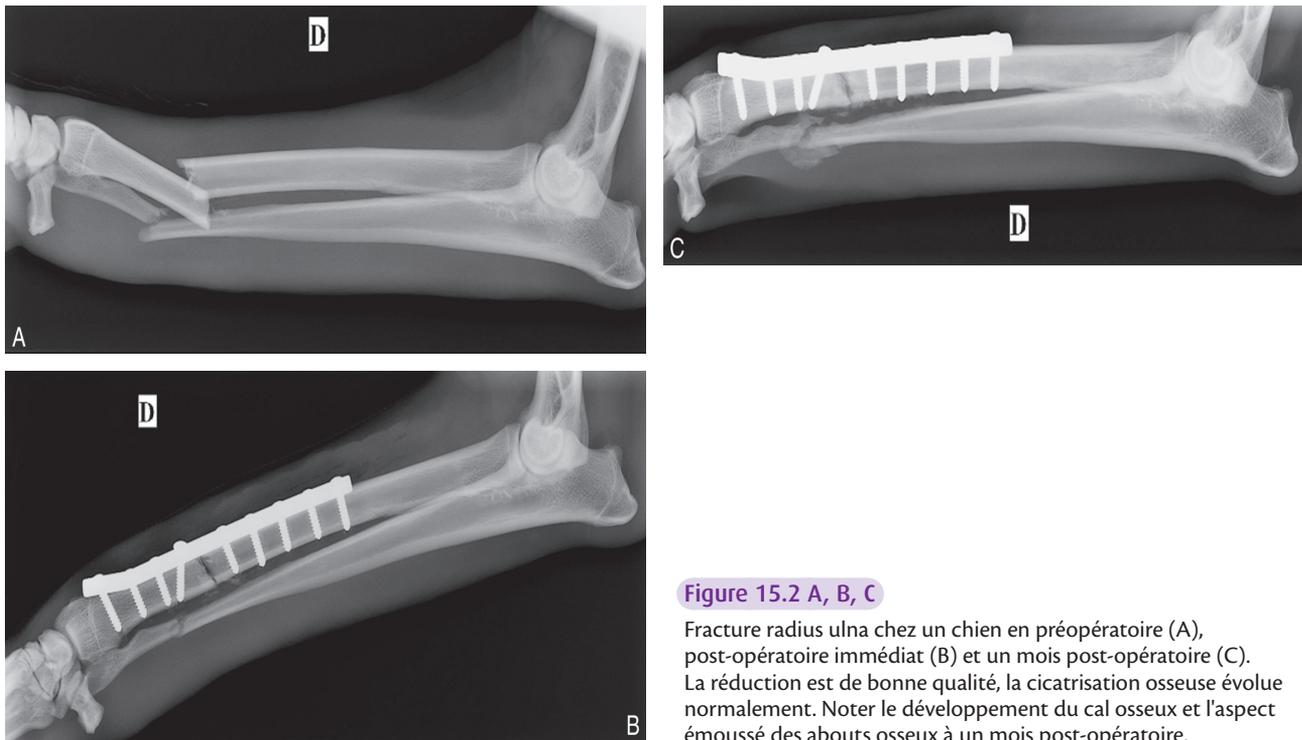


Figure 15.2 A, B, C

Fracture radius ulna chez un chien en préopératoire (A), post-opératoire immédiat (B) et un mois post-opératoire (C). La réduction est de bonne qualité, la cicatrisation osseuse évolue normalement. Noter le développement du cal osseux et l'aspect émoussé des bouts osseux à un mois post-opératoire.

Troubles de la cicatrisation

Retard de cicatrisation et non-union

Les retards de cicatrisation sont caractérisés par une évolution normale des images radiographiques mais par un site de fracture qui progresse plus lentement. Les données du [tableau 15.2](#) reprennent les principales causes de retard de cicatrisation

Une non-union correspond à une absence de pontage des bouts osseux. Deux types principaux de non-union sont possibles : atrophique et hypertrophique.

La non-union atrophique est souvent due à un défaut d'utilisation du membre, un montage d'ostéosynthèse trop solide ou un manque important de vascularisation. Le phénomène est inactif. À la radiographie, les bouts osseux s'amincissent et aucun cal ne se forme.

La non-union hypertrophique correspond à un phénomène actif, un cal osseux abondant est présent mais le pontage osseux ne se fait pas. Sur les clichés radiographiques, une ostéoprolifération abondante est présente de part et d'autre du foyer de fracture mais une bande radiotransparente persiste. Cette image est décrite comme un « cal en pied d'éléphant » (voir [figure 15.3](#)). D'autres types de non-

union active sont décrits, pour lesquels une activité osseuse est présente mais de manière moins importante que lors de non-union hypertrophique.

La non-union par défaut correspond à un défaut de cicatrisation en raison d'un manque important de trame osseuse (généralement sur les fractures par plaie de balle ou en cas d'esquille retirée au cours de la chirurgie).

Les processus de non-union sont accompagnés de pseudarthrose, c'est-à-dire du développement d'un tissu cartilagineux au site de fracture qui permet les mouvements entre les deux bouts osseux.

Mauvais alignement

Un mauvais alignement entre les bouts est toujours présent quelque soit la fracture, excepté si une réduction anatomique parfaite est réalisée. L'examen clinique, notamment en mouvement, doit permettre de juger si le défaut d'alignement entraîne une gêne ou non.

Les radiographies de contrôle permettent alors d'objectiver cette anomalie si elle est significative et préparer sa correction chirurgicale si nécessaire. Il est également important dans ce cas de juger si les articulations adjacentes souffrent de cette anomalie (développement d'une incongruence articulaire).



Figure 15.3

Non-union hypertrophique et pseudarthrose suite à une fracture oblique du tiers proximal de l'ulna chez un chien.

Séquestre osseux

Un séquestre correspond à un fragment osseux au sein du site de fracture ou à proximité, sans vascularisation et pouvant s'infecter. Dans ce dernier cas, il forme une source de réinfection chronique qu'il faut retirer chirurgicalement pour traiter l'ostéomyélite qui en découle. À la radiographie, les séquestres sont mis en évidence comme des éléments osseux entourés par une plage de densité diminuée au sein ou à proximité du fût osseux. L'os normal en périphérie est généralement de densité augmentée en raison d'une sclérose réactionnelle.

Infection osseuse

Les ostéomyélites (p. 361) sont possibles suite à une fracture. Elles découlent le plus souvent soit du traumatisme s'il s'agit d'une fracture ouverte, soit de la chirurgie.