



**HAL**  
open science

# Apport de l'O-arm<sup>TM</sup> dans la prise en charge chirurgicale des traumatismes du bassin : étude rétrospective au CHU de Nantes sur une période de 16 ans

Jean Darnaudet

## ► To cite this version:

Jean Darnaudet. Apport de l'O-arm<sup>TM</sup> dans la prise en charge chirurgicale des traumatismes du bassin : étude rétrospective au CHU de Nantes sur une période de 16 ans. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03897076

**HAL Id: dumas-03897076**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03897076>**

Submitted on 13 Dec 2022

**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.

#### IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

---

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

**UNIVERSITÉ DE NANTES**

---

**FACULTÉ DE MÉDECINE**

---

Année : 2022

N° **(Renseigné par la Scolarité)**

**THESE**

Pour le

**DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Chirurgie Générale – Spécialité Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

par

Jean DARNAUDET

Né le 29 octobre 1993 à TOULOUSE

---

Présentée et soutenue publiquement le 14 octobre 2022

---

**APPORT DE L'O-ARM™ DANS LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE DES TRAUMATISMES DU  
BASSIN : ÉTUDE RÉTROSPECTIVE AU CHU DE NANTES SUR UNE PERIODE DE 16 ANS**

---

Président : Monsieur le Professeur Christophe NICH

Directeur : Monsieur le Docteur Kevin BRULEFERT

*« Le meilleur vin n'est pas nécessairement le plus cher, mais celui qu'on partage. »*  
Georges Brassens

## REMERCIEMENTS :

Monsieur le Professeur NICH : Merci de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Exposer ce travail au-devant vos connaissances en chirurgie orthopédique est un honneur. Soyez assuré de mon plus profond respect.

Monsieur le Docteur BRULEFERT : Merci de m'avoir encadré durant cette démarche scientifique. Je te remercie pour tout ce que tu as su m'apporter dans mon parcours chirurgical. Je te souhaite le meilleur dans ton nouvel établissement et dans ta vie.

A Monsieur le Dr WAAST : Merci d'avoir accepté de participer à ce jury. Je vous remercie pour ces belles années passées et futures dans votre service. Merci pour votre accueil et votre enseignement de chaque instant.

A Monsieur le Dr PIETU : Merci pour tout Guy. Même si tu me traiteras probablement de connard quand tu liras ou pas ces lignes, tu es une véritable star de la chirurgie orthopédique. Te côtoyer est un réel plaisir.

A Monsieur le Dr VARENNE : Merci mon indien préféré. Depuis mon premier jour tu m'as accompagné dans toute ma vie de chirurgien et je t'en remercie chaudement. Opérer à tes côtés est toujours une aventure. Ton sang-froid est comparable à celui de Cristiano à 11 mètres !

Au Dr CAPPELLI : Merci pour tout. Ton implication dans ton métier, l'enseignement pratique, théorique et philosophique de la vie sont pour moi un exemple que j'espère reproduire à l'avenir.

Au Dr GADBLED : Merci pour toutes ces discussions que nous avons partagées. La variabilité de nos sujets n'est en rien comparable à la somme de connaissance que tu emmagasines et nous transmet.

Au Dr CRENN : En effet il me restait beaucoup à apprendre et j'apprends tous les jours, notamment en te côtoyant. Merci pour ces moments de rigolade au bloc et en dehors.

Au Dr QUINETTE : Merci pour tout Yonis. Mon chef depuis que je suis arrivé, nous partageons la passion du cinéma, de la musique, de la gangue en plus de celle de la chirurgie. Toujours un plaisir de partager ces moments avec toi.

Au Dr CHAPAT : Christophe mon ami, j'ai beaucoup appris à tes côtés. N'écoute pas les rageux, ton flow est unique. Tu es un coéquipier de choix sur et en dehors du rainté, j'espère que nous pourrons rebâtir une dream team dans le futur.

Au Dr CARLIER : Benji mon ami, merci pour ton accompagnement au bloc et dans mes pensées obscures. Nous partageons beaucoup de choses tous les deux que je ne peux résumer en quelques lignes. On possède une sorte de relation symbiotique comme une sorte de bactérie dans un colon. Puisse ton transit être le plus court possible et notre relation la plus longue possible.

Au Dr RENAULT : Arthur l'homme parfait. Un exemple de dévouement et d'engagement à tout épreuve. Merci de m'avoir accompagné sur ma route.

Au Dr LATASTE : François je me rappelle ma première garde avec toi, les mots en latins, les violons...etc. Tu m'as beaucoup appris de la chirurgie, de la rigueur et de l'organisation. Au plaisir de poursuivre cette relation.

Au Dr LAMBERT : Merci mon pote François Xavier. De co-interne à chef notre relation n'a pas évoluée, tu es un vrai exemple pour moi dans ta manière de travailler, d'être. Tu es vraiment INCROYABLE et je te souhaite tout le bonheur du monde avec Margaux et Jeanne !

A Mes anciens chefs du Chu : Merci Mike le chirurgien américain, Karim l'homme le plus drôle du monde, Cécile la violoniste.

Au service de Neurotraumatologie : Merci pour ce difficile semestre, j'y ai appris des choses sur moi et une manière de réfléchir sur mon métier, merci Joseph et Philippe. Merci à l'équipe paramédicale pour son accompagnement et nos moments de rigolade. Merci Amaury pour Mme Cx pour M Cd et pour tous ces moments de rigolade que nous avons partagés et que nous continuons de partager. Merci Jojo pour ce -38 et la relation qu'y nous a permis de survivre durant ces 6 mois.

Au service de Chirurgie pédiatrique : Merci Cyrille de m'avoir transmis ton savoir dans la bonne humeur et la rigolade. Ce n'était pas tous les jours facile mais tu étais là pour m'accompagner.

Au service de Chirurgie orthopédique et traumatologique du CH de la roche sur yon : Merci aux Dr Le COUR GRANDMAISON, Dr TESSON, Dr VENET, Dr GIRARD, Dr FRAQUET, Dr HANNEBICQUE et Dr COUSIN pour ce semestre passé en votre compagnie. Vous m'avez redonné goût pour ce métier incroyable et m'avez appris énormément. C'est avec impatience que j'attends mon retour en terre vendéenne.

Au service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique du Ch de St Nazaire : Merci a vous tous. Luc le chirurgien le plus drôle que j'ai rencontré, Florent celui qui m'a fait découvrir et aimé l'épaule, Laurence qui m'a beaucoup appris, Jeremstar qui n'avait peur de rien, Vincent pour ces bons moments passés, Xavier avec qui j'ai progressé malgré nos charges opposées et Marie qui a su me faire confiance.

### A mes co-internes :

Ismael, mon rayon du soleil levant. Ton amitié est très importante pour moi. Ta découverte à mon arrivée à Nantes est pour moi une véritable chance. Notre route va se poursuivre pour de longues années.

Jimmy, Henry : nous formons un beau trio, et même si nous ne nous sommes jamais réunis au complet, j'ai passé de très bons moments avec vous. Vous formez un duo complémentaire bien qu'un poil frontal. Au plaisir de continuer ce chemin avec vous.

Guillaume, Monia : Merci à vous 2 pour ces moments passés. Guillaume ton implication est aussi importante que ton flush après 3 Ricard. Monia J'apprécie beaucoup cette relation d'amitié que nous partageons au travail et en dehors.

Bertout, Julien, Emilie : Vous avez été mes premiers jeunes. Mon Bertout j'ai pour toi une affection sincère et profonde depuis ce semestre d'enfer que tu as su embellir. Julien ta bonne humeur est un véritable plaisir. Emilie, tu as vaincue ton stress qui étais ton pire ennemie et avoir assisté à ce combat m'a rendu très heureux.

Marie, Jean, Quentin : Marie ma petite Hermione Granger préférée, peu de choses à redire, tu es sincère et pas naïve, drôle et motivée, c'est un véritable plaisir de passer du temps à tes côtés au travail et en dehors. Jean, mon homonyme, merci de tenir la baraque toujours avec le sourire. Quentin, tu as ce pouvoir que peu de personnes ont de communiquer ta bonne humeur aux autres.

Manon, Pilouis, Cécile : Manon mon rayon de soleil, passer du temps avec toi me fais oublier la pluie nantaise et me rafraichis pendant sa canicule, j'aurais plaisir à poursuivre cette amitié à l'avenir. Pilouis ma force tranquille, sans peur sans stress, je n'ai aucun doute quant à ton avenir radieux et j'aurais plaisir de te suivre dans le futur. Cécile, je te souhaite un mariage heureux et un avenir radieux.

A mes Co-internes du Flesselle : Lucie, My-van, Julien, Alexis nous n'avons jamais été dans la même équipe mais je vous ai découverts et appréciés lors des troisième mi-temps. Merci de m'avoir montré la voie.

A François, Emeline, Andy et Marie : Merci d'avoir fait toutes ces consultations. Un honneur pour moi d'avoir travaillé avec le célèbre Thuau et d'avoir créé le staff IPP avec toi Marie.

A Max, Anoujat, Camille et Sophie : mes découvertes nantaises. Très heureux de vous avoir rencontrés et de vous revoir de temps à autres. Nous nous perdons de vue peu à peu ces derniers semestres mais à chaque fois que l'on se revois c'est comme au début. Merci beaucoup et nous partagerons de nouveaux moments Jean suis sûr.

**Aux soignants du rez de chaussé bas :**

Merci de m'avoir accueilli dans votre aile pendant ces 3 semestres. Même si vous me donnez beaucoup de travail à faire je passe de très bons moments avec vous. A bientôt !

**Aux infirmiers infirmières de bloc de M de J de S et de plus :**

Je suis très content de travailler avec vous dans la joie et la bonne humeur. Merci de rire à mes blagues même si je sais que ça fait partie de votre fiche de poste. J'aurais plaisir à vous revoir après cette pose d'un an.

**A la consultation et aux secrétaires :**

Merci d'apporter de la bonne humeur dans cette torture que constitue la consultation de traumatologie. Désolé pour mon accent et mes comptes rendus à refaire...

**A ma famille :**

Papa maman : merci d'avoir su me faire confiance durant toutes ces années ! Je vous remercie pour l'amour que vous me portez tous les jours.

Olivier et Laurent : merci pour votre soutien et tous ces souvenirs que nous partageons ! Quelle belle fratrie nous avons.

## **A mes Kaptiens :**

Martin Strong : on se connaît depuis plus de 20 ans maintenant et je suis sûr qu'il nous restera plus de 20 ans à se côtoyer encore. Merci pour ton aide sur ce travail. Merci pour ton amitié et ton humour.

Gregz : Merci pour ces parties de PES, merci pour ces réflexions sur le monde et tes analyses réfléchies. Merci pour les années rugby. Merci pour tout !

PAQ : Merci Quentin pour ton amitié naninana. Tu es un vrai phare pour moi.

Antoine Nardi : La perte de ta particule a été un vrai traumatisme pour moi. Mon ami je te remercie pour tout ce qui fait notre relation.

Felix : Tu parviens progressivement à maîtriser ta colère et je suis très heureux. Merci d'être là avec moi.

La Dupe : mon suisse allemand préféré, ta bonne humeur et ton enthousiasme font de toi un être unique. Je te remercie pour tous ces moments passés.

La Bête : ton rire est autant inimitable que tes blagues. Merci pour ton amitié.

L'achat d'aout : Merci pour tout. Ton hospitalité légendaire, tes variations d'humeur ton business de Lego, ton soutien et ta mentalité.

Samy : Merci pour ton écoute et ces discussions toutes plus intéressantes les unes que les autres. Tu es mon américain préféré, j'espère qu'un jour tu nous diras enfin combien tu gagnes (sic).

La barille : A chaque fois que l'on se voit c'est comme si on c'était vu hier. Merci pour ta spontanéité et ta bonne humeur. Je te souhaite plein de bonheur avec charlotte ta femme

La Serane : Mon voisin. On a tous les 2 grandi dans la street et on a réussi à en sortir. Toujours un plaisir de se voir et de discuter de nos vies évoluant.

Martiou : Thanks Dude. Merci pour cette longue amitié.

La Tong : à chaque fois que je vois ton nom j'entends dans ma tête le « oh jeannot » qui résonne. Merci pour tout.

### **A ma Golden Team :**

Lisou : Merci d'avoir réussi à me supporter durant toutes ces années. Ton amitié est très importante pour moi. Tu t'adouciss avec le temps et cela te vas à ravir !

Sylvain : merci mon poto ! nos intérêts convergent sur chaque sujet de discussion et même quand tu te bloques le dos tu arrives à garder ta bonne humeur. Notre relation est destinée à se poursuivre dans le temps et je suis très heureux.

Paulo : mon Paulo. Merci pour tes séances de psy, ton amitié, tes pétages de câbles et tout le reste.

Victor : Notre relation conflictuelle a plutôt très bien évolué je dois dire. Très heureux d'être ton ami.

Alexia : Merci pour ton amitié et ton écoute. Tu déchires !

Anna : ton franc parler n'a d'égal que ta beauté. Merci pour cette belle amitié.

Victo : merci Mme Basté. Tu ne rougis d'aucune comparaison !

Martin : merci de m'avoir fait marrer pendant toutes ces soirées. Je suis sûr que tu trouveras ton équilibre intérieur. Merci pour tout.

Tim : j'ai passé de très bons moments avec toi pendant ces années. Moi je blasphémais toi tu me disais ta gueule en rigolant.

Marie Agathe, Phiphi, charlotte : merci au gang des mamans !

# SERMENT MÉDICAL

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels 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 leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des 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 les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront 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. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui 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(e) et méprisé(e) si j'y manque.

## Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	15
INTRODUCTION .....	16
MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	19
1/ Design de l'étude .....	19
2/ Recueil de données.....	19
2.1 Procédure Chirurgicale .....	22
3/ Lésions occultes .....	23
4/ Analyse Statistique.....	23
RÉSULTATS .....	25
1/ Epidémiologie .....	26
2/ Évolution des pratiques .....	27
3/ Indications chirurgicales .....	28
4/ Complications .....	30
5/ Lésions occultes .....	31
DISCUSSION.....	33
CONCLUSION.....	39
BIBLIOGRAPHIE .....	40
ANNEXES .....	44

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Tableau 1 Caractéristiques démographiques et cliniques des patients pris en charge pour une fracture du bassin au CHU de Nantes selon la période considérée.</i>	26
<i>Tableau 2 Description des taux d'intervention par année en fonction du type de traitement entre la période de 2003 à 2019 au CHU de Nantes.</i>	27
<i>Tableau 3 Description et comparaison des proportions des types de fractures du bassin en fonction de la modalité de prise en charge chirurgicale entre janvier 2003 et décembre 2019 au CHU de Nantes.</i>	28
<i>Tableau 4 Description et comparaison des taux de complications en fonction de la modalité de prise en charge chirurgicale entre janvier 2003 et décembre 2019 au CHU de Nantes.</i>	30
<i>Figure 1 Flow Chart</i>	25
<i>Figure 2 Histogramme empilé regroupant le nombre de patients opérés par an suivant les traitements réalisés à la période étudiée</i>	28
<i>Figure 3 A : body scanner d'entrée / B : première acquisition révélant la disjonction sacro-iliaque / C : mise en place d'une vis sacro-iliaque en S1 / D : mise en place d'une vis Trans sacrée</i>	31
<i>Figure 4 Fracture apophyse transverse L5 homolatérale</i>	32
<i>Annexe 1: Classification de LETOURNEL et JUDET</i>	44
<i>Annexe 2: Classification de Tile des traumatismes de l'anneau pelvien</i>	45
<i>Annexe 3: Classification de Roy Camille</i>	46
<i>Annexe 4 Bodyscanner révélant deux avulsion des ligaments sacro-iliaques antérieurs (« fleck-Sign ») sans disjonction sacro-iliaque homolatérale.</i>	47

## INTRODUCTION

Les fractures du bassin comptent pour 1.5 % des fractures de l'adulte<sup>1</sup>. Elles surviennent lors de traumatismes à haute énergie chez le patient jeune polytraumatisé dont la mortalité est alors de 15 - 19 %<sup>2,3</sup> et à faible énergie chez la personne âgée ostéoporotique<sup>4,5</sup>. L'incidence des fractures du bassin en France augmente, elle est passée de 17.1 à 28.3 pour 100 000 en 10 ans principalement chez les patients de plus de 75 ans<sup>4</sup>.

La prise en charge du polytraumatisé avec une lésion du bassin s'effectue selon une stratégie de « damage control » associant une « ressuscitation » et une stabilisation clinique initiale. L'instabilité hémodynamique et la présence de lésions associées sont en corrélation directe avec une mortalité élevée<sup>6,7</sup>. Le score ISS<sup>8</sup> (International Severity Score) permettant d'évaluer la mortalité prédictive d'un patient varie de 25 à 48 suivant les études<sup>9</sup>. Secondairement, les lésions instables de l'anneau pelvien sont prises en charge afin de permettre une réduction anatomique stable, nécessaire à la récupération fonctionnelle du patient<sup>10-12</sup>.

Il est recommandé que cette stabilisation secondaire se fasse entre le 4<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> jour posttraumatique<sup>11,13</sup> en raison de la réaction inflammatoire systémique (SIRS) attendue. Le SIRS correspond à une réaction inflammatoire diffuse du corps en lien avec une agression qu'elle soit traumatique, infectieuse ou thermique notamment. Elle est définie par la présence d'au moins 2 critères parmi une hypo/hyperthermie, tachycardie, tachypnée et une hyper/hypoleucocytose<sup>14,15</sup>.

Le bilan iconographique comprenant une radiographie de bassin de face<sup>11</sup> et un bodyscanner (avec reconstructions en 3D) permettent un diagnostic des lésions et l'élaboration d'une

stratégie thérapeutique. On retrouve ainsi 2 grands cadres nosologiques, celui intéressant l'articulation coxofémorale correspondant aux fractures du cotyle et celui s'intéressant à l'anneau pelvien dans son ensemble (classé selon Tile ou Young & Burgess<sup>16</sup>).

La classification de Letournel et Judet (Annexe 1), établie en 1964 par le Professeur Robert JUDET, le Dr Jean JUDET et le Dr Emile LETOURNEL, permet de décrire les fractures de l'acétabulum en 10 types, regroupées en 5 fractures simples et 5 fractures complexes<sup>17</sup>.

La classification de Tile (Annexe 2), permet quant à elle de séparer les lésions du bassin en 3 groupes suivant l'intégrité de l'arc postérieur<sup>18</sup>.

Actuellement, il est reproché à l'analyse scanographique et radiographique seule une perte d'information sur la réelle stabilité du pelvis par méconnaissance de lésions<sup>19</sup>. De plus, la stabilisation temporaire du pelvis par l'utilisation d'une ceinture pelvienne, de fixateur externe ou de bride de bassin, dans le cadre de patients hémodynamiquement instables initialement peut masquer certaines lésions qui apparaissent alors occultes<sup>20-22</sup>. Différentes stratégies ont été proposées afin de démasquer ces lésions occultes. Ainsi en 2011, Sagi et al. conseillent de réaliser des clichés radiographiques dynamiques sous anesthésie générale chez des patients avec une lésion Tile B afin de statuer sur l'instabilité postérieure et d'adapter la prise en charge chirurgicale définitive<sup>19</sup>. En 2019 Maertens et al. rapportent que l'analyse des imageries préopératoires retrouvant un « fleck sign » (correspondant à l'avulsion des ligaments sacro-iliaques antérieurs ou postérieurs) (Annexe 4) ou une fracture du processus transverse homolatéral de L5 (Figure 4) doit faire rechercher une lésion occulte<sup>20,23</sup>.

L'O-arm™(laboratoire Medtronic) est un système mobile d'imagerie chirurgicale intra opératoire multidimensionnelle qui produit, lors d'une acquisition sur 360°, des images 3D de haute qualité, ainsi que des vues bidimensionnelles multiplans<sup>24</sup>. Il fut développé afin de

permettre un meilleur positionnement des moyens d'ostéosynthèse pédiculaires lors de la chirurgie rachidienne. Son utilisation a permis une réduction drastique des taux de malpositions des vis pédiculaires<sup>25</sup>. Depuis, son utilisation en chirurgie orthopédique extra-rachidienne s'est répandue à travers le monde et a abouti à de nombreuses publications mettant en évidence sa faisabilité et son intérêt <sup>26-30</sup>. A partir de 2016 cet outil a pu être utilisé en traumatologie du bassin au Chu de Nantes.

L'objectif de ce travail était de répondre aux questions suivantes :

- 1) L'utilisation de l'O-arm™ a-t-elle modifié notre prise en charge chirurgicale ?
- 2) Quelles indications ont été modifiées par l'avènement de cet outil ?
- 3) Y a-t-il eu une diminution des taux de complications ?
- 4) L'O-arm™ peut-il être considéré comme un outil pertinent pour le diagnostic et le traitement des lésions occultes de sacro-iliaque ?

Nous avons fait l'hypothèse que l'O-arm™ a permis d'augmenter les indications chirurgicales en prenant en charge des patients plus complexes, diminuant les taux de complications et permettant la détection et le traitement des lésions occultes.

# MATÉRIEL ET MÉTHODE

## 1/ Design de l'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle, descriptive, rétrospective et monocentrique des patients pris en charge pour fracture du bassin entre janvier 2003 et décembre 2019 au CHU de Nantes.

L'approbation d'un comité d'éthique n'a pas été requise pour cette étude car il s'agissait d'un examen rétrospectif de dossiers de patients suivis dans le cadre de consultations de routine.

## 2/ Recueil de données

Les données cliniques et épidémiologiques ont été recueillies à partir de l'analyse des dossiers informatisés disponibles sur le système d'information. Pour récupérer l'ensemble de la série, les codages et informations CIM10 et CCAM, correspondant aux différentes lésions du bassin et de leur prise en charge ont été croisées :

- CIM 10 : S32.1; S32.2; S32.3; S32.4; S32.5; S33.2; S33.4; S33.6
- CCAM : NACA001; NACA002; NACA003; NACA004; NACA005; NACB001; NEDA003; NEDB454; NEMA019

Tous les patients âgés de 15 à 90 ans ayant été pris en charge pour traumatisme du bassin de janvier 2003 à décembre 2019 ont été inclus. Les critères d'exclusion comprenaient :

- L'absence d'imagerie ou de compte rendu opératoire (dans les groupes patients opérés sans et avec O-arm™).

- Le décès à la prise en charge.
- L'absence de suivi ou un patient considéré comme perdu de vu.
- Un transfert vers un autre centre.
- Les fractures du cotyle périprothétique.

Les éléments suivants ont été relevés pour chaque patient :

- Données épidémiologiques : âge, sexe, date de l'accident, date de la chirurgie, durée de suivi et type de fracture.
- Le type de traitement choisi : non chirurgical, chirurgical sans O-arm, chirurgical avec O-arm.
- Les complications post opératoires ou précoces (<1 mois) : déficit neurologique, infection et malposition de matériel.
- Les complications à distance (> 1 mois) : coxarthrose, arthrose sacro-iliaque, inégalité de longueur des membres, arthroplastie et arthrodèse sacro-iliaque

Le type de lésion a été relevé à l'aide des radiographies et des images scanographiques et individualisé selon :

- La classification de Tile : Utilisée dans le service elle est classée en 3 grands types, le Type A correspondant à des fractures stables, le Type B correspondant à une instabilité rotatoire seulement et le Type C pour les lésions avec instabilité verticale<sup>7</sup>. Cette classification repose donc sur l'analyse de la stabilité du bassin et permet d'adapter la stratégie chirurgicale.
- La classification de Letournel et Judet : Il s'agit d'une classification descriptive des lésions qui introduit le concept de colonne antérieure et postérieure ainsi que celui d'arche centrale formant le cotyle. Elle isole 5 fractures élémentaires qui, combinées

entre elles, regroupent 10 types de fractures au total. La classification permet ainsi de guider le chirurgien quant à la voie d'abord à utiliser en fonction de la partie fracturée du cotyle<sup>17,31</sup>.

- La classification de Roy Camille (Annexe 3) : Utilisée dans les fractures transversales du sacrum, elle décrit 3 types de fractures suivant le déplacement et la translation de la 1<sup>ère</sup> pièce sacrée. Nous avons rajouté à cette classification les lésions élémentaires en type U, lambda, T et en H, qui présentent également un composant transversal. Cette classification est uniquement descriptive, l'indication chirurgicale dépendant de l'atteinte neurologique à l'examen clinique et de l'importance du déplacement<sup>32</sup>.

Les traitements ont été répertoriés et classés en 3 grands groupes suivant les protocoles du service :

- Non opérés : Regroupant les patients ayant bénéficié d'un traitement fonctionnel (mobilisations libres avec appui autorisé suivant douleur) et ceux ayant bénéficié d'un traitement orthopédique (impliquant une période de repos au lit plus ou moins associée à la pose d'une traction, qu'elle soit collée ou transcondylienne)
- Opérés sans O-arm™ : incluant tous les moyens d'ostéosynthèse disponibles. Nous avons ainsi pu isoler des sous-groupes en fonction du traitement chirurgical utilisé, vissage percutané, ostéosynthèse à ciel ouvert, fixateurs externes, montage lombopelvien ainsi que la combinaison de ceux-ci.
- Opérés avec O-arm™ : regroupant les ostéosynthèses percutanées plus ou moins associées à celles à ciel ouvert et celles associées à l'utilisation d'un fixateur externe

## 2.1 Procédure Chirurgicale

L'O-arm™ est un appareil d'imagerie 3D peropératoire, il est couplé au dispositif StealthStation™<sup>33</sup> (laboratoire Medtronic) composé d'une caméra optique et d'une console. La procédure débute par l'installation du patient en proclive ou déclive suivant la chirurgie effectuée. Par la suite le bras de l'O-arm™ est mis en place et la réalisation d'un cliché radiographique de face et profil permet d'identifier la zone d'intérêt qui sera mémorisée par l'appareil. Un capteur est présent au sommet du bras de l'O-arm™ et permet à celui-ci d'être reconnu par la caméra du StealthStation™. Le bras de l'O-arm™ est ensuite déplacé en proximal (« mode parking ») et le champage stérile du patient et de l'appareil sont réalisés.

Le début de la procédure commence par la mise en place d'un repère. Celui-ci sera reconnu par la caméra du StealthStation™ grâce à un capteur. Ce repère nécessite une fixation osseuse afin d'éviter de fausser la navigation.

Lorsqu'une acquisition d'O-arm™ est nécessaire, le personnel quitte la salle d'opération et l'imagerie est réalisée. L'imagerie est analysée dans les 3 plans de coupe permettant ainsi la lecture par le chirurgien. A chaque mobilisation du patient ou manœuvre de réduction effectuée, une nouvelle imagerie est nécessaire.

Par la suite, la mise en place de vis pour l'ostéosynthèse s'effectue à l'aide de différents instruments dédiés. On utilise un guide afin de mettre une broche pour vis canulée (Asnis™ laboratoire Stryker au CHU de Nantes). Ce guide possède également des capteurs qui sont reconnus par le StealthStation permettant de voir l'orientation de ce guide sur les 3 coupes scanner réalisées. On peut, à partir de ce moment réaliser une projection sur le StealthStation™ permettant d'identifier le trajet de la vis à partir de l'extrémité du guide. Cette projection

permet de régler la longueur et le diamètre de la vis désirée. Enfin la vis est mise en place après méchage.

En fin d'intervention une acquisition est réalisée afin de contrôler le positionnement des vis.

### 3/ Lésions occultes

Les patients ayant bénéficié d'une ostéosynthèse postérieure sous O-arm™ ont été isolés. La recherche de lésions occultes de sacro-iliaque dans cette population a été réalisée en :

- Comparant les acquisitions O-arm™ et le scanner initial.
- Recherchant au scanner initial la présence de signes faisant évoquer une disjonction occulte (Fracture de l'apophyse transverse de L 5 homolatéral, un « fleck sign »).
- Relisant les comptes-rendus opératoires.

### 4/ Analyse Statistique

Les variables quantitatives ont été décrites à l'aide de la moyenne  $\pm$  écart-type, et les variables qualitatives à l'aide des fréquences et des proportions rapportées en pourcentages (%).

Afin de vérifier les conditions d'applications des tests statistiques de comparaison de moyennes, pour les variables quantitatives continues, la comptabilité de la distribution observée dans la population globale avec une distribution théorique associée à une loi normale, des représentations graphiques et le test de Shapiro-Wilk ont été utilisés.

Aucune des distributions des variables quantitatives ne suivait une loi normale. Les comparaisons de moyennes ont été réalisées à l'aide d'un test de Wilcoxon-Mann-Whitney. Pour les variables qualitatives, les comparaisons de proportions ont été réalisées à l'aide d'un test d'indépendance du  $\chi^2$  ou d'un test exact de Fisher si tous les effectifs théoriques étaient supérieurs à 5.

Les comparaisons de trois proportions observées, dans les trois sous-populations indépendantes (Non opératoire, sans O-arm™, avec O-arm™), ont été réalisées à l'aide d'un test d'indépendance du  $\chi^2$  à (3-1) (2-1) degrés de liberté (ddl). Pour le chapitre indication chirurgicale, à la suite d'un test de comparaison de proportions rejetant l'hypothèse nulle, et afin de définir quelle différence de proportions contribue à la significativité statistique du test utilisé, nous avons réalisé des tests multiples de comparaisons paires par paires (post-hoc multiple pair-wise comparaisons) entre chaque sous-population.

Afin de contrôler l'augmentation du Family-Wise Error Rate (FEWR), la probabilité d'obtenir au moins un résultat significatif alors que l'ensemble des hypothèses nulles est vrai (différence obtenue « à tort » due au hasard), relative aux comparaisons multiples paires par paires, les p-values ont été ajustées à l'aide de la méthode conservatrice de Bonferroni.

L'ensemble des tests statistiques étaient bilatéraux en acceptant un risque d'erreur de 1<sup>ère</sup> espèce  $\alpha = 5\%$ . Toutes les p-values  $< 0,05$  étaient considérées comme statistiquement significatives. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel RStudio version 4.2.0 (The R Foundation for Statistical Computing).

## RÉSULTATS

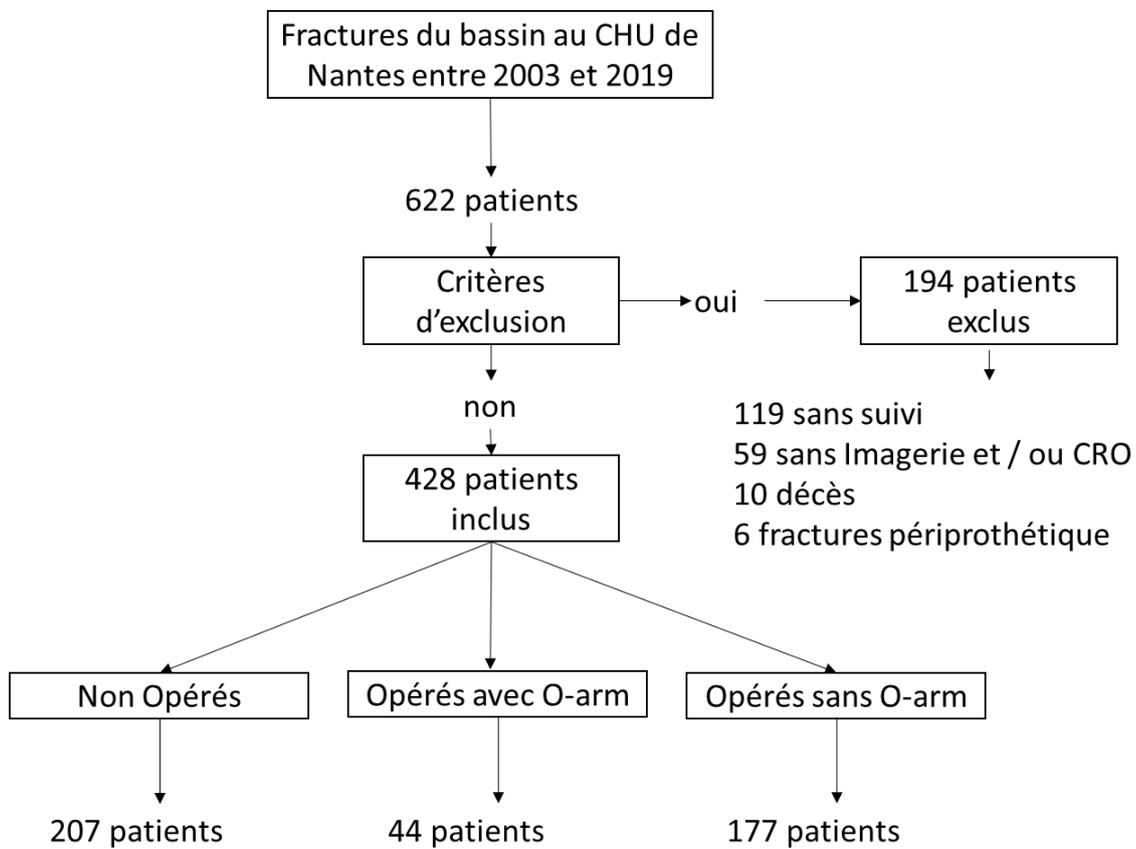


Figure 1 - Flow Chart

Après application des critères d'exclusion, 194 patients ont été exclus et 428 patients inclus

## 1/ Epidémiologie

Caractéristiques	Données	Population globale <sup>1</sup>	Avant 2016, N = 263 <sup>1</sup>	À partir de 2016, N = 165 <sup>1</sup>	p-value <sup>2</sup>
<b>Âge</b>	428				0.482
<i>Moyenne ± (ET)</i>		43.7 ± (18.9)	44.2 ± (18.8)	43.0 ± (19.1)	
<i>[Minimum ; Maximum]</i>		[15.0 ; 90.0]	[15.0 ; 90.0]	[16.0 ; 88.0]	
<i>Médiane (25% ; 75%)</i>		42.5 (27.0 ; 58.0)	43.0 (29.0 ; 58.0)	40.0 (26.0 ; 57.0)	
<b>Sexe</b>	428				0.550
<i>Femme</i>		115 (26.9%)	68 (25.9%)	47 (28.5%)	
<i>Homme</i>		313 (73.1%)	195 (74.1%)	118 (71.5%)	
<b>Absence d'intervention</b>	428				0.176
<i>Oui</i>		207 (48.4%)	134 (51.0%)	73 (44.2%)	
<i>Non</i>		221 (51.6%)	129 (49.0%)	92 (55.8%)	
<b>Intervention sans O-Arm®</b>	428				<0.001
<i>Oui</i>		177 (41.4%)	129 (49.0%)	48 (29.1%)	
<i>Non</i>		251 (58.6%)	134 (51.0%)	117 (70.9%)	
<b>Intervention avec O-Arm®</b>	428				
<i>Oui</i>		44 (10.3%)	0 (0.0%)	44 (26.7%)	
<i>Non</i>		384 (89.7%)	263 (100.0%)	121 (73.3%)	
<b>Délai avant chirurgie</b>	270				<0.001
<i>Moyenne ± (ET)</i>		5.9 ± (5.7)	5.1 ± (5.0)	7.3 ± (6.5)	
<i>[Minimum ; Maximum]</i>		[0.0 ; 54.0]	[0.0 ; 21.0]	[0.0 ; 54.0]	
<i>Médiane (25% ; 75%)</i>		5.0 (1.0 ; 9.0)	4.0 (1.0 ; 8.0)	7.0 (3.0 ; 10.0)	
<i>Manquant</i>		158	98	60	
<b>Suivi (mois)</b>	428				0.045
<i>Moyenne ± (ET)</i>		21.5 ± (30.0)	26.0 ± (35.8)	14.4 ± (14.3)	
<i>[Minimum ; Maximum]</i>		[0.0 ; 170.0]	[0.0 ; 170.0]	[0.0 ; 70.0]	
<i>Médiane (25% ; 75%)</i>		11.0 (3.0 ; 25.2)	11.0 (3.5 ; 29.0)	11.0 (3.0 ; 22.0)	

<sup>1</sup> Données exprimées avec la Moyenne ± (Écart-type), [Minimum ; Maximum], Médiane (Intervalle inter-quartile) ; et en Fréquence (%)

<sup>2</sup> Test U de Wilcoxon Mann-Whitney

Tableau 1 - Caractéristiques démographiques et cliniques des patients pris en charge pour une fracture du bassin au CHU de Nantes selon la période considérée.

Sur les 428 patients, il y avait 73.1% d'hommes, avec une moyenne d'âge à 43.7 ans (SD 18.9).

La population avant et après 2016 était comparable sur l'âge et le sexe ratio. En moyenne le délai avant chirurgie, avant 2016 était de 5.1 (SD 5.0) contre 7.3 (SD 6.5) jours après 2016 (p<0.001). La durée moyenne de suivi avant 2016 était de 26 mois (SD 35.8) contre 14.4(SD 14.3) après 2016 (p 0.045). (Tableau1)

## 2/ Évolution des pratiques

	Total <sup>†</sup>	Absence d'intervention, N = 207 <sup>†</sup>	Intervention sans O-Arm®, N = 177 <sup>†</sup>	Intervention avec O-Arm®, N = 44 <sup>†</sup>
<b>Année</b>				
2003	1 (100.0%)	0 (0.0%)	1 (100.0%)	0 (0.0%)
2004	15 (100.0%)	7 (46.7%)	8 (53.3%)	0 (0.0%)
2005	22 (100.0%)	14 (63.6%)	8 (36.4%)	0 (0.0%)
2006	12 (100.0%)	6 (50.0%)	6 (50.0%)	0 (0.0%)
2007	23 (100.0%)	7 (30.4%)	16 (69.6%)	0 (0.0%)
2008	24 (100.0%)	13 (54.2%)	11 (45.8%)	0 (0.0%)
2009	19 (100.0%)	10 (52.6%)	9 (47.4%)	0 (0.0%)
2010	19 (100.0%)	8 (42.1%)	11 (57.9%)	0 (0.0%)
2011	22 (100.0%)	10 (45.5%)	12 (54.5%)	0 (0.0%)
2012	21 (100.0%)	10 (47.6%)	11 (52.4%)	0 (0.0%)
2013	23 (100.0%)	13 (56.5%)	10 (43.5%)	0 (0.0%)
2014	35 (100.0%)	17 (48.6%)	18 (51.4%)	0 (0.0%)
2015	27 (100.0%)	19 (70.4%)	8 (29.6%)	0 (0.0%)
2016	37 (100.0%)	18 (48.6%)	15 (40.5%)	4 (10.8%)
2017	48 (100.0%)	19 (39.6%)	14 (29.2%)	15 (31.2%)
2018	40 (100.0%)	15 (37.5%)	9 (22.5%)	16 (40.0%)
2019	40 (100.0%)	21 (52.5%)	10 (25.0%)	9 (22.5%)

<sup>†</sup> Données exprimées en Fréquence (%) par ligne

Tableau 2 - Description des taux d'intervention par année en fonction du type de traitement entre la période de 2003 à 2019 au CHU de Nantes.

Avant 2016, 49% des patients étaient opérés d'une chirurgie du bassin. Après 2016, le taux de patient opéré est passé à 55.8%. Parmi eux, il y avait 29.1% opéré sans O-arm™ contre 26.7% opérés avec O-arm™. (Tableau1)

A partir de 2016, le taux de patients non opérés est passé en dessous des 50% de manière régulière hormis pour l'année 2019 (52.5%) avec un minimum en 2018 (37.5%) (Tableau 2).

La part des interventions sous O-arm™ a progressivement dépassé celle sans O-arm™ avant de se stabiliser en 2019 (Figure 2).

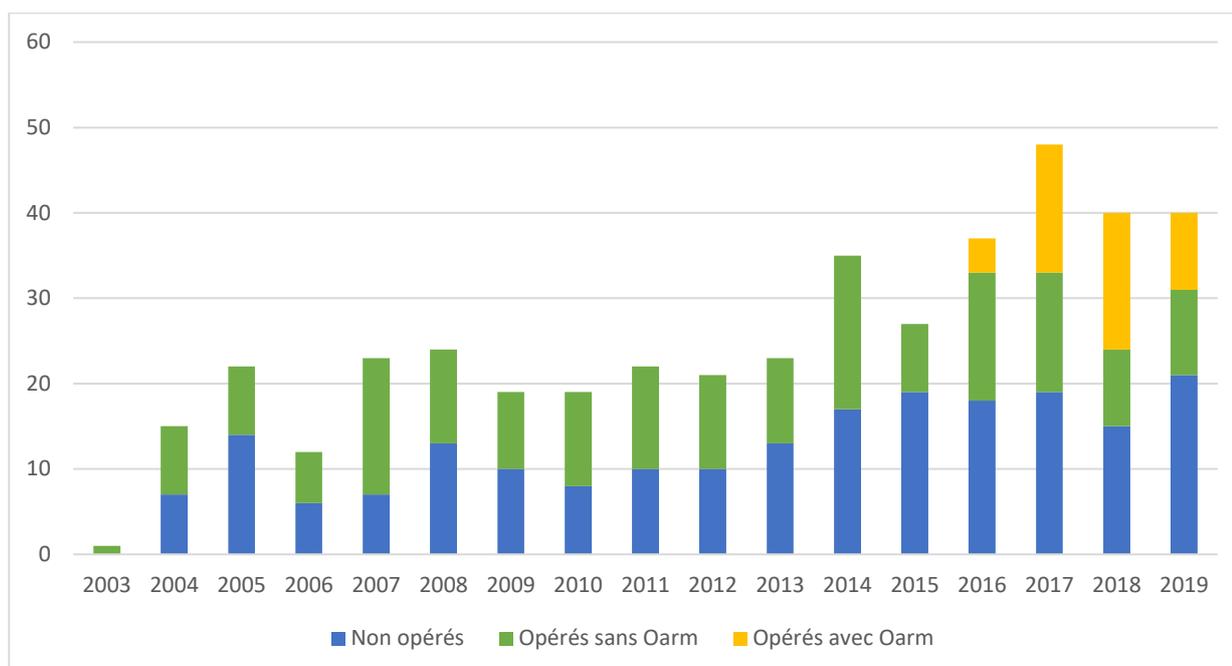


Figure 2 - Histogramme empilé regroupant le nombre de patients opérés par an suivant les traitements réalisés à la période étudiée

### 3/ Indications chirurgicales

Type de fracture	Avant 2016			À partir de 2016			
	Aucune, N = 134 <sup>†</sup>	Sans O-Arm®, N = 129 <sup>†</sup>	p-value <sup>‡</sup>	Aucune, N = 73 <sup>†</sup>	Sans O-Arm®, N = 48 <sup>†</sup>	Avec O-Arm®, N = 44 <sup>†</sup>	p-value <sup>‡</sup>
<b>Tile B</b>	25 (55.6%)	20 (44.4%)	0.497	19 (63.3%)	3 (10.0%)	8 (26.7%)	<b>0.022†</b>
<b>Tile C</b>	9 (27.3%)	24 (72.7%)	<b>0.004</b>	3 (10.0%)	7 (23.3%)	20 (66.7%)	<b>&lt;0.001†*</b>
<b>Cotyle</b>	76 (44.2%)	96 (55.8%)	<b>0.003</b>	36 (40.0%)	39 (43.3%)	15 (16.7%)	<b>&lt;0.001†**</b>
<b>Roy Camille</b>	6 (100.0%)	0 (0.0%)	<b>0.030</b>	3 (27.3%)	1 (9.1%)	7 (63.6%)	<b>0.026</b>

<sup>†</sup> Effectif (%)  
<sup>‡</sup> Test du khi-deux d'indépendance, test exact de Fisher (selon les conditions d'application)

† Différence de proportions statistiquement significative entre les sous-populations « Non opératoire » et « Sans O-ARM™ » ;

\* Différence de proportions statistiquement significative entre les sous-populations « Non opératoire » et « Avec O-ARM™ » ;

‡ Différence de proportions statistiquement significative entre les sous-populations « Sans O-ARM™ » et « Avec O-ARM™ ».

Tableau 3 Description et comparaison des proportions des types de fractures du bassin en fonction de la modalité de prise en charge chirurgicale entre janvier 2003 et décembre 2019 au CHU de Nantes.

Avant 2016, 55.6% des patients avec lésion Tile B n'ont pas été opérés. Ce pourcentage est comparable aux 63.3% après 2016. Cependant concernant les lésions Tile C, 27.3% des patients

n'ont pas été opérés avant 2016 contre 10% après. Dans cette population, il existe une différence significative concernant les patients opérés versus les patients non opérés.

La différence de proportions de patients présentant une fracture du bassin classé Tile C entre les patients dont la prise en charge était non opératoire et ceux ayant bénéficié d'une prise en charge interventionnelle avec O-arm™ (66,7%) est statistiquement significative (p-value ajustée <0,001).

De même la différence de proportions de patients présentant une fracture du bassin classé Tile C entre les patients ayant bénéficié d'une prise en charge interventionnelle sans O-arm™ (23.3%) et les patients ayant bénéficié d'une prise en charge interventionnelle avec O-arm™ (66,7%) est statistiquement significative (p-value ajustée <0,001).

Concernant les fractures de cotyles le pourcentage de patients opérés est resté équivalent (56% avant 2016 contre 60% après). Ainsi même après 2016 il y avait une majorité de patients opérés sans O-arm™ (43.3%) par rapport aux patients opérés avec O-arm™ (16.7%).

Concernant les fractures transversales du sacrum, avant 2016 il n'y a eu aucune chirurgie de réalisée alors qu'à partir de 2016 73 % des patients ont eu une chirurgie. Parmi eux, 87.5% ont été pris en charge par O-arm™ (7 patients contre 1 patient opéré sans O-arm™).

## 4/ Complications

Complications	Avant 2016		À partir de 2016		
	Non opératoire, N = 134 <sup>†</sup>	Sans O-Arm®, N = 129 <sup>†</sup>	Non opératoire, N = 73 <sup>†</sup>	Sans O-Arm®, N = 48 <sup>†</sup>	Avec O-Arm®, N = 44 <sup>†</sup>
<b>Aucune</b>	110 (82.1%)	90 (69.8%)	67 (91.8%)	32 (66.7%)	30 (68.2%)
<b>Précoces</b>					
<i>Infection</i>	0 (0.0%)	2 (1.6%)	0 (0.0%)	1 (2.1%)	5 (11.4%)
<i>Atteinte neurologique post-opératoire</i>	0 (0.0%)	8 (6.2%)	0 (0.0%)	2 (4.2%)	0 (0.0%)
<i>Malposition</i>	0 (0.0%)	2 (1.6%)			
<b>Tardives</b>					
<i>Coxarthrose</i>	17 (12.7%)	20 (15.5%)	3 (4.1%)	10 (20.8%)	3 (6.8%)
<i>Arthrose sacro-iliaque</i>	3 (2.2%)	4 (3.1%)	2 (2.7%)	1 (2.1%)	5 (11.4%)
<i>PTH</i>	12 (9.0%)	9 (7.0%)	1 (1.4%)	8 (16.7%)	1 (2.3%)
<i>Arthrodèse</i>	0 (0.0%)	1 (0.8%)	0 (0.0%)	1 (2.1%)	0 (0.0%)
<i>ILMI</i>	1 (0.7%)	1 (0.8%)	0 (0.0%)	1 (2.1%)	1 (2.3%)

<sup>†</sup> Effectif (% en colonne)

Tableau 4 - Description et comparaison des taux de complications en fonction de la modalité de prise en charge chirurgicale entre janvier 2003 et décembre 2019 au CHU de Nantes.

Concernant les complications précoces, avant 2016 on retrouve 2 infections chez les patients opérés (1.6%). De plus il existait 8 déficits neurologiques postopératoires (6.2%) et 2 malpositions de matériel dans cette population.

Après 2016, on retrouve 5 infections chez les patients opérés sous O-arm™ (11.4%) contre une pour les patients opérés sans O-arm™ (2.1%). Il n'a pas été retrouvé de déficit neurologique post opératoire chez les patients opérés avec O-arm™ et 2 ont été retrouvés dans la population opérée sans O-arm™ (4.2%).

Concernant les complications tardives, on retrouve un taux plus important de coxarthrose dans la population opérée sans O-arm™ avant et après 2016 (15.5% et 20.8% respectivement). Un taux de 11.4% d'arthrose sacro-iliaque était retrouvé dans la population opéré sous O-arm™. Ce taux était comparable entre les groupes non opéré et opéré sans O-arm™ avant et après 2016.

Le taux de prothèse totale de hanche (PTH) était de 9% chez les patients non opérés contre 7% chez les patients opérés, avant 2016. Ce taux était de 16.7% chez les patients opérés sans O-

arm™ contre 2.3% et 1.4% chez les patients opérés avec O-arm™ et non opérés respectivement.

Il y a eu 2 arthrodèse sacro-iliaque chez les patients opérés sans O-arm™ sur la période étudiée.

## 5/ Lésions occultes

Après avoir isolé les patients pris en charge sous O-arm™ pour lésion de l'Arc Postérieur (Tile B, Tile C et Roy Camille) on retrouve 34 patients de 2016 à 2019. Après relecture des dossiers, il a été retrouvé un patient avec présence de disjonction sacro-iliaque occulte (2.9%) (Figure 3) qui a pu être traitée dans le même temps.

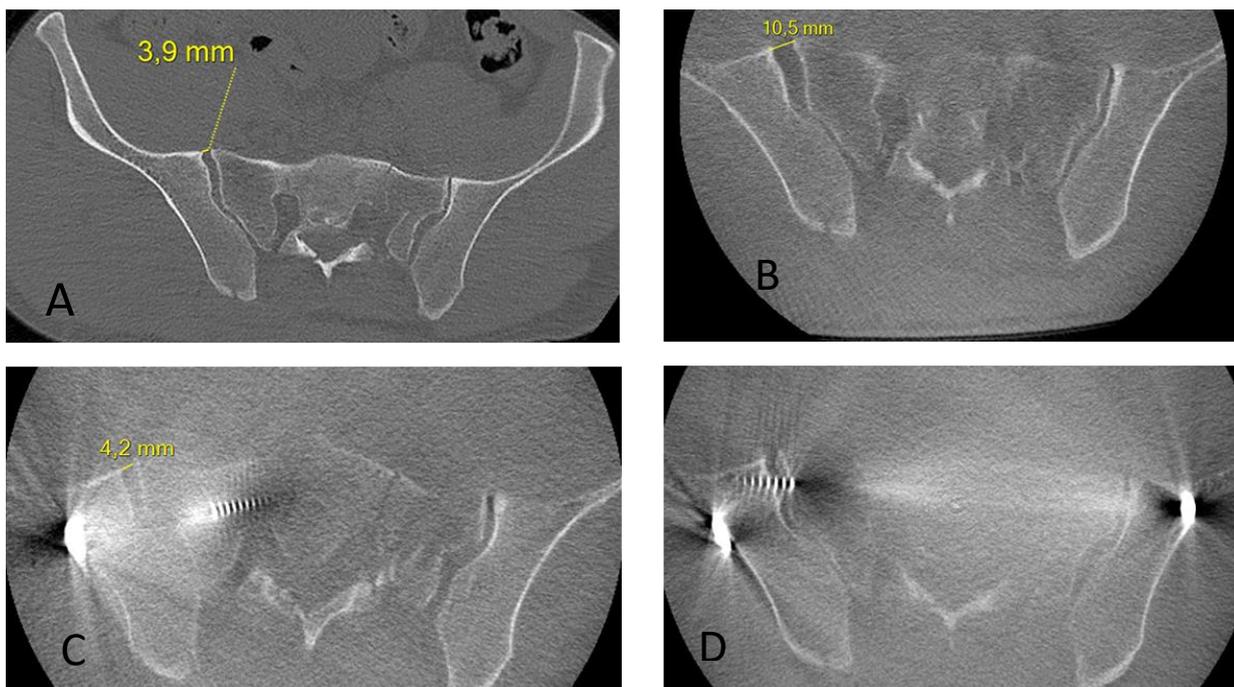


Figure 3 A : body scanner d'entrée / B : première acquisition révélant la disjonction sacro-iliaque / C : mise en place d'une vis sacro-iliaque en S1 / D : mise en place d'une vis Transiliaque-Transsacrée

Chez ce patient il existait une fracture de l'apophyse transverse de L5 homolatéral (Figure 4) mais sans « Fleck Sign ».



*Figure 4 Fracture apophyse transverse L5 homolatérale*

Parmi ces patients, 3 présentaient un « fleck Sign » sans disjonction de sacro-iliaques occultes.

## DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de montrer l'évolution de notre pratique chirurgicale par l'utilisation de l'O-arm™ en traumatologie du bassin.

Ainsi depuis 2016, on retrouve une augmentation du taux de patients opérés pour chirurgie du bassin au CHU de Nantes (Tableau 1). Cette modification s'est faite en lien avec l'arrivée de l'O-arm™ comme le montre la Figure 2. D'après Melhem et al., on retrouve une augmentation en France du taux de bassin opérés entre 2006 et 2016, respectivement de 1.43% à 2.16%, probablement en lien avec une meilleure compréhension de la pathologie et une amélioration des capacités techniques<sup>4</sup>.

A notre connaissance il n'y a pas d'articles dans la littérature évaluant ce changement dans les pratiques chirurgicales.

On peut expliquer cette tendance par une diminution des risques chirurgicaux lié à l'utilisation de cet appareil ainsi qu'une courbe d'apprentissage plus rapide permettant à des chirurgiens moins expérimentés de pouvoir réaliser ces interventions<sup>34</sup>.

Concernant le délai avant chirurgie on retrouve une différence significative, en effet le délai avant chirurgie a augmenté en moyenne de 2 jours après 2016. Cela peut être expliqué par la difficulté d'accès à la salle d'O-arm™, partagée avec les chirurgiens du rachis. Cependant ce délai reste en moyenne dans les délais de prise en charge recommandés<sup>11</sup>.

L'apport de l'O-arm™ est particulièrement visible dans les lésions de bassin Tile C et les fractures du sacrum. En effet on retrouve après 2016, une prépondérance de l'O-arm™ dans le traitement de ces fractures. Cela pourrait s'expliquer par la nature de ces lésions de l'anneau

postérieur qui sont le plus souvent des lésions graves à risque neurologique et infectieux<sup>35-37</sup>.

Or l'utilisation de l'O-arm™ rend plus accessible des traitements percutanés plus précis<sup>38</sup> et moins délétères sur les parties molles<sup>26,37</sup>.

Concernant les fractures du cotyle, on ne retrouve pas de changement concernant le nombre d'interventions par an. Cependant, actuellement dans le service la majorité des fractures cotyloïdiennes opérées bénéficient de l'aide de l'O-arm™. Ainsi, Chui et al.<sup>39</sup> ont montré que la navigation 3D de vis pour la synthèse de fracture de l'acetabulum était une bonne alternative à la prise en charge conventionnelle à foyer ouvert en terme de sécurité, de réduction et de stabilité du montage. Cependant cette étude se basait sur la pratique de chirurgiens avec une expérience de 10 ans de chirurgie du bassin traumatologique et ces résultats sont à mettre entre parenthèse étant donné la difficulté de planification préopératoire de ces fractures. Cela implique également que la fracture soit peu ou non déplacée car une réduction anatomique du cotyle est essentielle pour diminuer le risque de coxarthrose secondaire et améliorer la fonction<sup>40,41</sup>. Ainsi notre utilisation de l'O-arm™ dans le service en fait une aide afin d'apprécier le degré de réduction et le bon positionnement des vis. Il permet également, dans certaines situations, d'éviter une voie d'abord complémentaire en complétant une synthèse à foyer ouvert par un « vissage percutané ».

Concernant le taux de complications, on retrouve un nombre plus important d'infection sous O-arm™ (11% des patients opérés sous O-arm™). Après avoir isolé ces patients, 2 patients avaient bénéficié de montage lombo pelviens, 1 patient avait une fracture bicolonne du cotyle ostéosynthésée à ciel ouvert, 2 patients avaient eu une ostéosynthèse percutanée de l'anneau postérieur dont un patient présentait un décollement de Morel Lavalée. Ainsi Bellabarba et Al<sup>42</sup> constatent un taux d'infection de 26% dans leur série de 19 patients ayant bénéficié de montage lombo-pelvien dans le cadre de fractures complexes sacrés. Ce type de synthèse était

peu utilisé avant 2016, en effet on retrouve seulement 1 patient avec montage lombo-pelvien entre 2003 et 2016. Briffa et al.<sup>40</sup> observent un taux de 11% d'infection concernant les ostéosynthèses à foyer ouvert sur des fractures cotyloïdiennes dans leur série de 161 patients. Finalement, 1 patient a présenté une infection post opératoire sur un traitement percutané seul.

Il n'y avait pas de déficits neurologiques post opératoires pour les patients opérés avec O-arm™. Ainsi Lu et al.<sup>30</sup> dans leur série de 19 patients opérés pour lésion de l'anneau postérieur ne retrouvaient eux aussi aucun déficit neurologique iatrogène. Ainsi comme l'ont montrées les différentes études concernant le vissage pédiculaire<sup>38,43,44</sup>, cela en fait un outil fiable pour le chirurgien.

Le taux élevé de coxarthrose dans le groupe opéré sans O-arm™ est en lien avec le nombre important de patients avec fracture du cotyle opérés dans ce groupe. Ce constat se répète pour le groupe opéré avec O-arm™ concernant le taux d'arthrose sacro-iliaque.

Concernant la détection des lésions occultes de sacro-iliaques, on montre que celle-ci a pu être diagnostiquée et traitée dans le même temps. Ainsi il a été retrouvé chez un patient une disjonction sacro-iliaque, controlatérale d'une fracture trans-sacrée longitudinale en zone 2 de Denis (Figure 3). Maertens et al<sup>20</sup> retrouvent une incidence de 8.9 % de fractures occultes chez les patients pris en charge chirurgicalement pour fracture du bassin. Depuis 2019, 2 autres patients ont eu un diagnostique de lésion occulte de sacro-iliaque via l'utilisation de l'O-arm™. Ils ont également pu être traités dans le même temps opératoire.

On pense donc que cet outil possède une grande sensibilité pour la détection de lésions occultes de l'anneaux postérieur. Cependant la principale limite concerne le fait que pour détecter cette lésion, il a fallu que le patient présente une indication chirurgicale. Or dans la

littérature on constate que la majorité de ces lésions occultes surviennent pour des Tile B1 apparent chez qui il n'y a pas d'indication chirurgicale qui ne seront donc pas révélées par O-arm™<sup>19,20</sup>.

Pour éviter cela, on effectue chez les patients non opérés des clichés de bassin de face, ¾ alaire et ¾ obturateur entre J7 et J10, pour s'assurer de l'absence de déplacement secondaire ou de lésions occultes.

Dans la littérature il est admis que l'utilisation d'un système de navigation 3D pour l'insertion percutanée de vis iliosacrées réduit le taux de malposition et l'exposition aux radiations pour le personnel de la salle d'opération <sup>27,28,45,46</sup>. Nous pensons donc que ses autres avantages sont sa reproductibilité, sa courbe d'apprentissage rapide, ainsi que la détection des lésions occultes de sacro-iliaques permettant un traitement en temps réel de ces lésions<sup>28,30</sup>.

Récemment Yu et al<sup>47</sup> ont montré l'intérêt de l'utilisation de scanner DECT (dual energy computed tomography) dans la détection de lésions occultes de sacro-iliaques ou pubiennes chez les patients admis pour traumatisme du bassin avec ceinture pelvienne. Cela pourrait être une piste intéressante à l'avenir mais le coût, la difficulté d'accessibilité et le temps d'examen en font une limite pour la pratique actuelle.

Melhem et al.<sup>4</sup> ont montré que l'incidence prévisible des fractures augmenterait de 50 % dans les 10 prochaines années concernant la population de 75 ans et plus. Or les travaux de Richards et al. retrouvent une meilleure densité osseuse dans la partie antérieure médiane ou antérolatérale des corps sacrés comparativement aux autres régions du sacrum<sup>48</sup>. Cette différence de densité est bien plus marquée dans la population ostéoporotique, d'où la nécessité d'être le plus précis possible dans le positionnement des moyens d'ostéosynthèse.

Rouff et Al.<sup>49</sup> ont retrouvé un taux de 13% de faillite de matériel concernant les vissages sacro-iliaque, ce qui a amené la proposition d'un vissage transiliaque-transsacré plus pertinent pour lutter contre les importantes contraintes subies par le matériel. Ainsi Ziran et Al.<sup>50</sup> dans leur revue de la littérature conseillent la réalisation d'un vissage transiliaque-transsacré préférentiellement à un vissage sacro-iliaque.

Heydemann et al.<sup>51</sup> ne retrouvent pas de différence à 1 an concernant la symptomatologie sur la sacro-iliaque controlatérale entre les patients ayant reçu un vissage trans sacré vs un vissage sacro-iliaque confirmé par Mardam-Bey et al<sup>52</sup>.

Ces trois dernières données nous font penser que l'O-arm™ est le gold standard concernant le vissage des disjonctions et fractures de l'anneau postérieur car il permet un placement contrôlé et optimal des vis dans les zones d'intérêt.

La première limite de cette étude concerne son caractère rétrospectif, ne permettant pas un recueil de données complet. La deuxième limite de notre étude est le nombre important de patient exclus (1/3 de l'effectif initial) réalisant un biais de sélection. Il n'y a pas eu de révision clinique nous empêchant de conclure de manière objective sur l'amélioration ou les complications.

La différence retrouvée avant et après 2016 concernant le taux de patients opérés n'est pas significative mais montre seulement une tendance. Elle peut résulter de la différence de suivi lié à la différence de recueil entre les 2 groupes (16 ans contre 3 ans). Comme l'ont montré Sherman et al<sup>53</sup>, la période de covid et le confinement, ont entraîné une diminution drastique de la traumatologie en centre hospitalier avec notamment une diminution des accidents de la voie publique. Ces accidents sont la principale cause des fractures de pelvis à haute énergie<sup>54</sup>, ce pourquoi les patients après décembre 2019 n'ont pas été inclus.

Qui plus est, l'ensemble des traumatismes du bassin (fractures de cotyle, fractures de l'anneau, fractures du sacrum) ont été pris en compte, ce qui rend ce travail difficilement comparable aux autres études. Etant donné la tendance mise en évidence, un travail plus particulier serait à effectuer sur les fractures Tile C et les fractures transversales du sacrum.

Pour pouvoir conclure de manière objective sur le bénéfice ou non de l'utilisation de l'O-arm™, il faudrait réaliser une étude de cohorte rétrospective multicentrique appariée sur l'âge et le type de fracture, et revoir les patients en consultation pour réaliser une évaluation clinique standardisée tout en faisant le point sur les séquelles. En effet il ne nous paraît pas raisonnable de réaliser une cohorte prospective considérant les données de la littérature montrant un meilleur taux de positionnement des vis avec O-arm™<sup>55,56</sup> ainsi qu'une expérience plus importante du chirurgien nécessaire pour la réalisation de synthèse percutanée sous amplificateur de brillance<sup>46</sup>. Cela pourrait constituer une perte de chance pour des patients traités sans O-arm™ au CHU de Nantes.

## CONCLUSION

Dans notre série portant sur 16 ans de pratique chirurgicale au CHU de Nantes, nous pouvons conclure que l'O-arm™ avait induit une modification dans notre prise en charge du traumatisé du bassin.

Nous avons ainsi retrouvé une augmentation du taux de patient opérés. Celui-ci était prépondérant dans les patients avec fracture de l'anneau postérieur (Fracture Tile C et fractures du sacrum).

L'O-arm™ est un outil fiable et son utilisation dans le diagnostic et le traitement des lésions de sacro-iliaque constitue une aide supplémentaire au chirurgien dans la prise en charge de ces lésions au retentissement fonctionnel important.

## BIBLIOGRAPHIE

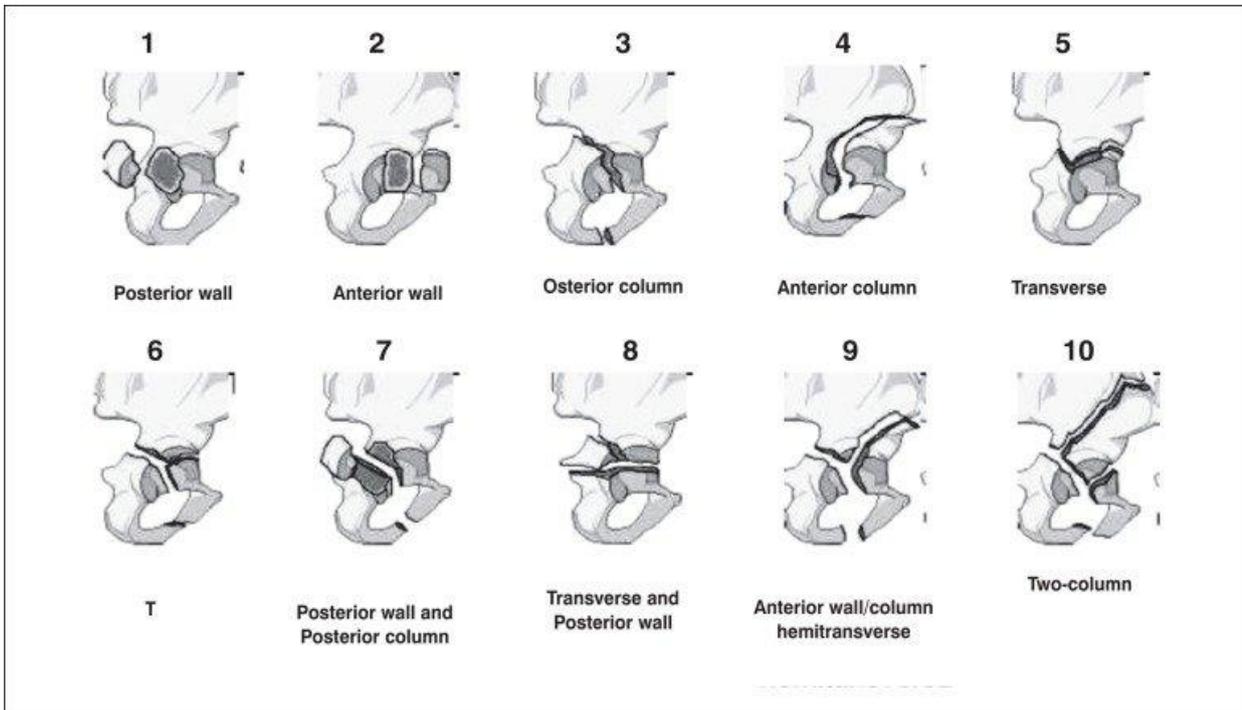
1. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*. 2006;37(8):691-697. doi:10.1016/j.injury.2006.04.130
2. Gabbe BJ, de Steiger R, Esser M, Bucknill A, Russ MK, Cameron PA. Predictors of mortality following severe pelvic ring fracture: Results of a population-based study. *Injury*. 2011;42(10):985-991. doi:10.1016/j.injury.2011.06.003
3. L F, Hg C. Pelvic fracture: the last 50 years. *The Journal of trauma*. doi:10.1097/TA.0b013e3181ef9ce1
4. Melhem E, Riouallon G, Habboubi K, Gabbas M, Jouffroy P. Epidemiology of pelvic and acetabular fractures in France. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2020;106(5):831-839. doi:10.1016/j.otsr.2019.11.019
5. Verbeek DO, Ponsen KJ, Fiocco M, Amodio S, Leenen LPH, Goslings JC. Pelvic fractures in the Netherlands: epidemiology, characteristics and risk factors for in-hospital mortality in the older and younger population. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2018;28(2):197-205. doi:10.1007/s00590-017-2044-3
6. Cullinane DC, Schiller HJ, Zielinski MD, et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture--update and systematic review. *J Trauma*. 2011;71(6):1850-1868. doi:10.1097/TA.0b013e31823dca9a
7. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(1):1-12. doi:10.1302/0301-620X.70B1.3276697
8. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187-196.
9. Grotz MRW, Allami MK, Harwood P, Pape HC, Krettek C, Giannoudis PV. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome. *Injury*. 2005;36(1):1-13. doi:10.1016/j.injury.2004.05.029
10. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J Emerg Surg*. 2017;12(1):5. doi:10.1186/s13017-017-0117-6
11. Tonetti J. Management of recent unstable fractures of the pelvic ring. An update conference supported by the Club Bassin Cotyle. (Pelvis-Acetabulum Club). *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2013;99(1 Suppl):S77-86. doi:10.1016/j.otsr.2012.11.013
12. Bouzat P, Broux C, Ageron FX, et al. [Impact of a trauma network on mortality in patients with severe pelvic trauma]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2013;32(12):827-832. doi:10.1016/j.annfar.2013.10.018
13. Flierl MA, Stoneback JW, Beauchamp KM, et al. Femur Shaft Fracture Fixation in Head-Injured Patients: When Is the Right Time? *J Orthop Trauma*. 2010;24(2):107-114. doi:10.1097/BOT.0b013e3181b6bdfc
14. Davies MG, Hagen PO. Systemic inflammatory response syndrome. *Br J Surg*. 1997;84(7):920-935. doi:10.1002/bjs.1800840707

15. Pape HC, Giannoudis PV, Krettek C, Trentz O. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. *J Orthop Trauma*. 2005;19(8):551-562. doi:10.1097/01.bot.0000161712.87129.80
16. Wong JML, Bucknill A. Fractures of the pelvic ring. *Injury*. 2017;48(4):795-802. doi:10.1016/j.injury.2013.11.021
17. Judet R, Judet J, Letournel E. FRACTURES OF THE ACETABULUM: CLASSIFICATION AND SURGICAL APPROACHES FOR OPEN REDUCTION. PRELIMINARY REPORT. *J Bone Joint Surg Am*. 1964;46:1615-1646.
18. Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin Orthop*. 1980;(151):12-21.
19. Sagi HC, Coniglione FM, Stanford JH. Examination under anesthetic for occult pelvic ring instability. *J Orthop Trauma*. 2011;25(9):529-536. doi:10.1097/BOT.0b013e31822b02ae
20. Maertens AS, Martin MP, Dean CS, et al. Occult injuries of the contralateral sacroiliac joint in operatively treated pelvis fractures: incidence, root cause analysis, and proposal of treatment algorithm. *Int Orthop*. 2019;43(10):2399-2404. doi:10.1007/s00264-018-4268-1
21. Fletcher J, Yerimah G, Datta G. The False Security of Pelvic Binders: 2 Cases of Missed Injuries due to Anatomical Reduction. *J Orthop Case Rep*. 2016;6(1):44-47. doi:10.13107/jocr.2250-0685.374
22. Swartz J, Vaidya R, Hudson I, Oliphant B, Tonnos F. Effect of Pelvic Binder Placement on OTA Classification of Pelvic Ring Injuries Using Computed Tomography. Does It Mask the Injury? *J Orthop Trauma*. 2016;30(6):325-330. doi:10.1097/BOT.0000000000000515
23. Starks I, Frost A, Wall P, Lim J. Is a fracture of the transverse process of L5 a predictor of pelvic fracture instability? *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(7):967-969. doi:10.1302/0301-620X.93B7.26772
24. O-arm - Surgical Imaging Systems | Medtronic. Accessed April 4, 2022. <https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/neurological/surgical-imaging-systems/o-arm.html>
25. Oertel MF, Hobart J, Stein M, Schreiber V, Scharbrodt W. Clinical and methodological precision of spinal navigation assisted by 3D intraoperative O-arm radiographic imaging. *J Neurosurg Spine*. 2011;14(4):532-536. doi:10.3171/2010.10.SPINE091032
26. Ciolli G, Caviglia D, Vitiello C, et al. Navigated percutaneous screw fixation of the pelvis with O-arm 2: two years' experience. *Med Glas Off Publ Med Assoc Zenica-Doboj Cant Bosnia Herzeg*. 2021;18(1):309-315. doi:10.17392/1326-21
27. Ghisla S, Napoli F, Lehoczyk G, et al. Posterior pelvic ring fractures: Intraoperative 3D-CT guided navigation for accurate positioning of sacro-iliac screws. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2018;104(7):1063-1067. doi:10.1016/j.otsr.2018.07.006
28. Takeba J, Umakoshi K, Kikuchi S, et al. Accuracy of screw fixation using the O-arm® and StealthStation® navigation system for unstable pelvic ring fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2018;28(3):431-438. doi:10.1007/s00590-017-2075-9
29. Hsu AR, Lee S. Evaluation of tarsal navicular stress fracture fixation using intraoperative O-arm computed tomography. *Foot Ankle Spec*. 2014;7(6):515-521. doi:10.1177/1938640014532130
30. Lu S, Yang K, Lu C, et al. O-arm navigation for sacroiliac screw placement in the treatment for posterior pelvic ring injury. *Int Orthop*. 2021;45(7):1803-1810. doi:10.1007/s00264-020-04832-2

31. Butler BA, Lawton CD, Hashmi SZ, Stover MD. The Relevance of the Judet and Letournel Acetabular Fracture Classification System in the Modern Era: A Review. *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 2:S3-S7. doi:10.1097/BOT.0000000000001401
32. Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Mazel C. Transverse fracture of the upper sacrum. Suicidal jumper's fracture. *Spine*. 1985;10(9):838-845. doi:10.1097/00007632-198511000-00011
33. Medtronic. Surgical Navigation Systems - StealthStation. Accessed August 28, 2022. <https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/neurological/surgical-navigation-systems/stealthstation.html>
34. Takao M, Nishii T, Sakai T, Sugano N. CT-3D-fluoroscopy matching navigation can reduce the malposition rate of iliosacral screw insertion for less-experienced surgeons. *J Orthop Trauma*. 2013;27(12):716-721. doi:10.1097/BOT.0b013e31828fc4a5
35. Gardner MJ, Routt MLC. Transiliac-transsacral screws for posterior pelvic stabilization. *J Orthop Trauma*. 2011;25(6):378-384. doi:10.1097/BOT.0b013e3181e47fad
36. Rommens PM, Hessmann MH. Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results, and functional outcomes between B1, B2/B3, and C-type lesions. *J Orthop Trauma*. 2002;16(2):92-98. doi:10.1097/00005131-200202000-00004
37. Starr AJ, Walter JC, Harris RW, Reinert CM, Jones AL. Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture-dislocations of the sacro-iliac joint (OTA Types 61-B2.2 and 61-B2.3, or Young-Burgess "lateral compression type II" pelvic fractures). *J Orthop Trauma*. 2002;16(2):116-123. doi:10.1097/00005131-200202000-00008
38. Park P, Foley KT, Cowan JA, Marca FL. Minimally invasive pedicle screw fixation utilizing O-arm fluoroscopy with computer-assisted navigation: Feasibility, technique, and preliminary results. *Surg Neurol Int*. 2010;1:44. doi:10.4103/2152-7806.68705
39. Chui KH, Chan CCD, Ip KC, Lee KB, Li W. Three-dimensional navigation-guided percutaneous screw fixation for nondisplaced and displaced pelvi-acetabular fractures in a major trauma centre. *Int Orthop*. 2018;42(6):1387-1395. doi:10.1007/s00264-017-3659-z
40. Briffa N, Pearce R, Hill AM, Bircher M. Outcomes of acetabular fracture fixation with ten years' follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(2):229-236. doi:10.1302/0301-620X.93B2.24056
41. Lichte P, Sellei RM, Kobbe P, Dombroski DG, Gänsslen A, Pape HC. Predictors of poor outcome after both column acetabular fractures: a 30-year retrospective cohort study. *Patient Saf Surg*. 2013;7(1):9. doi:10.1186/1754-9493-7-9
42. Bellabarba C, Schildhauer TA, Vaccaro AR, Chapman JR. Complications associated with surgical stabilization of high-grade sacral fracture dislocations with spino-pelvic instability. *Spine*. 2006;31(11 Suppl):S80-88; discussion S104. doi:10.1097/01.brs.0000217949.31762.be
43. Verma SK, Singh PK, Agrawal D, et al. O-arm with navigation versus C-arm: a review of screw placement over 3 years at a major trauma center. *Br J Neurosurg*. 2016;30(6):658-661. doi:10.1080/02688697.2016.1206179
44. Gelalis ID, Paschos NK, Pakos EE, et al. Accuracy of pedicle screw placement: a systematic review of prospective in vivo studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2012;21(2):247-255. doi:10.1007/s00586-011-2011-3

45. Zwingmann J, Konrad G, Kotter E, Südkamp NP, Oberst M. Computer-navigated iliosacral screw insertion reduces malposition rate and radiation exposure. *Clin Orthop*. 2009;467(7):1833-1838. doi:10.1007/s11999-008-0632-6
46. Araiza ET, Medda S, Plate JF, et al. Comparing the Efficiency, Radiation Exposure, and Accuracy Using C-Arm versus O-Arm With 3D Navigation in Placement of Transiliac-Transsacral and Iliosacral Screws: A Cadaveric Study Evaluating an Early Career Surgeon. *J Orthop Trauma*. 2020;34(6):302-306. doi:10.1097/BOT.0000000000001724
47. Yu TJ, Bangura A, Bodanapally U, et al. Dual-Energy CT and Cinematic Rendering to Improve Assessment of Pelvic Fracture Instability. *Radiology*. 2022;304(2):353-362. doi:10.1148/radiol.211679
48. Richards AM, Coleman NW, Knight TA, Belkoff SM, Mears SC. Bone density and cortical thickness in normal, osteopenic, and osteoporotic sacra. *J Osteoporos*. 2010;2010:504078. doi:10.4061/2010/504078
49. Routt ML, Nork SE, Mills WJ. Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop*. 2000;(375):15-29. doi:10.1097/00003086-200006000-00004
50. Ziran N, Collinge CA, Smith W, Matta JM. Trans-sacral screw fixation of posterior pelvic ring injuries: review and expert opinion. *Patient Saf Surg*. 2022;16(1):24. doi:10.1186/s13037-022-00333-w
51. Heydemann J, Hartline B, Gibson ME, et al. Do Transsacral-transiliac Screws Across Uninjured Sacroiliac Joints Affect Pain and Functional Outcomes in Trauma Patients? *Clin Orthop*. 2016;474(6):1417-1421. doi:10.1007/s11999-015-4596-z
52. Mardam-Bey SW, Beebe MJ, Black JC, et al. The Effect of Transiliac-Transsacral Screw Fixation for Pelvic Ring Injuries on the Uninjured Sacroiliac Joint. *J Orthop Trauma*. 2016;30(9):463-468. doi:10.1097/BOT.0000000000000622
53. Sherman WF, Khadra HS, Kale NN, Wu VJ, Gladden PB, Lee OC. How Did the Number and Type of Injuries in Patients Presenting to a Regional Level I Trauma Center Change During the COVID-19 Pandemic with a Stay-at-home Order? *Clin Orthop*. 2021;479(2):266-275. doi:10.1097/CORR.0000000000001484
54. van Veen IH, van Leeuwen AA, van Popta T, van Luyt PA, Bode PJ, van Vugt AB. Unstable pelvic fractures: a retrospective analysis. *Injury*. 1995;26(2):81-85. doi:10.1016/0020-1383(95)92181-9
55. Li B, He J, Zhu Z, et al. Comparison of 3D C-arm fluoroscopy and 3D image-guided navigation for minimally invasive pelvic surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2015;10(10):1527-1534. doi:10.1007/s11548-015-1157-6
56. Passias BJ, Grenier G, Buchan J, Buchan DR, Scheschuk J, Taylor BC. Use of 3D Navigation Versus Traditional Fluoroscopy for Posterior Pelvic Ring Fixation. *Orthopedics*. 2021;44(4):229-234. doi:10.3928/01477447-20210621-04
57. Polesello GC, Nunes MAA, Azuaga TL, de Queiroz MC, Honda EK, Ono NK. Comprehension and reproducibility of the Judet and Letournel classification. *Acta Ortop Bras*. 2012;20(2):70-74. doi:10.1590/S1413-78522012000200002

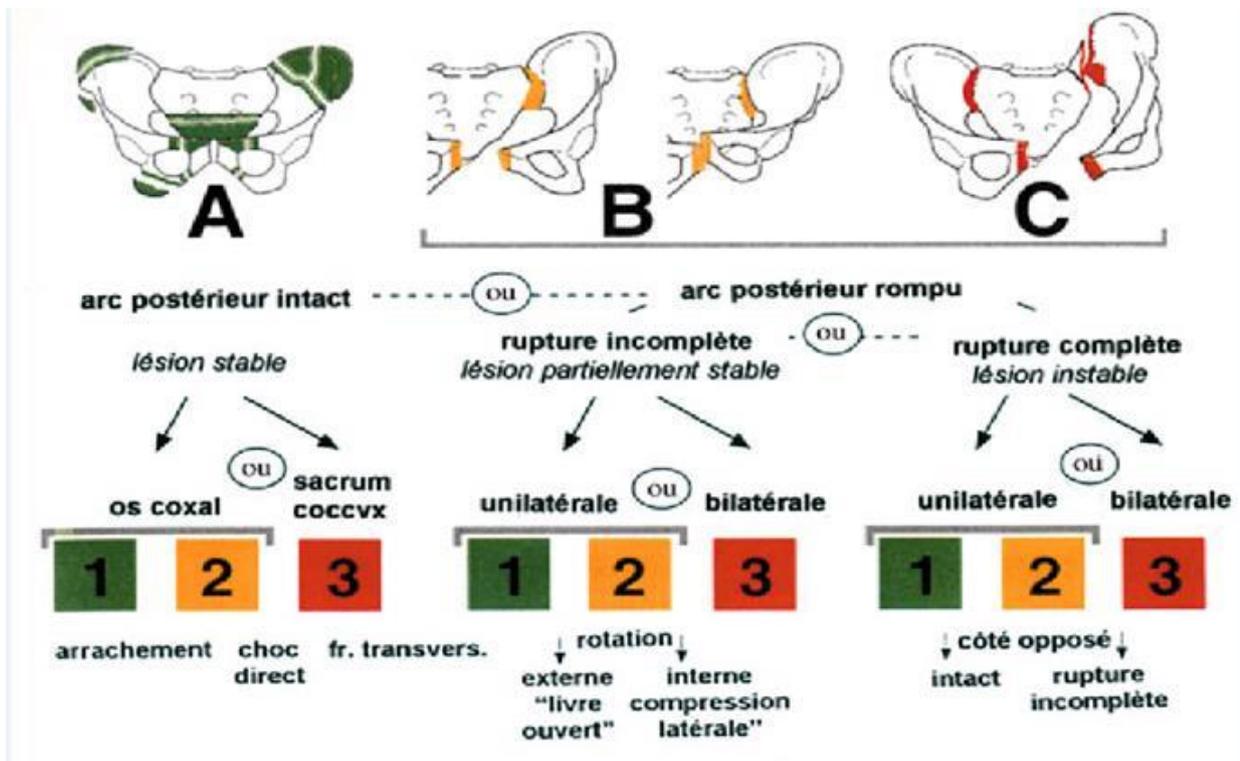
# ANNEXES



Annexe 1: Classification de LETOURNEL et JUDET<sup>57</sup>

1 à 5 : fractures simples

6 à 10 : fractures complexes

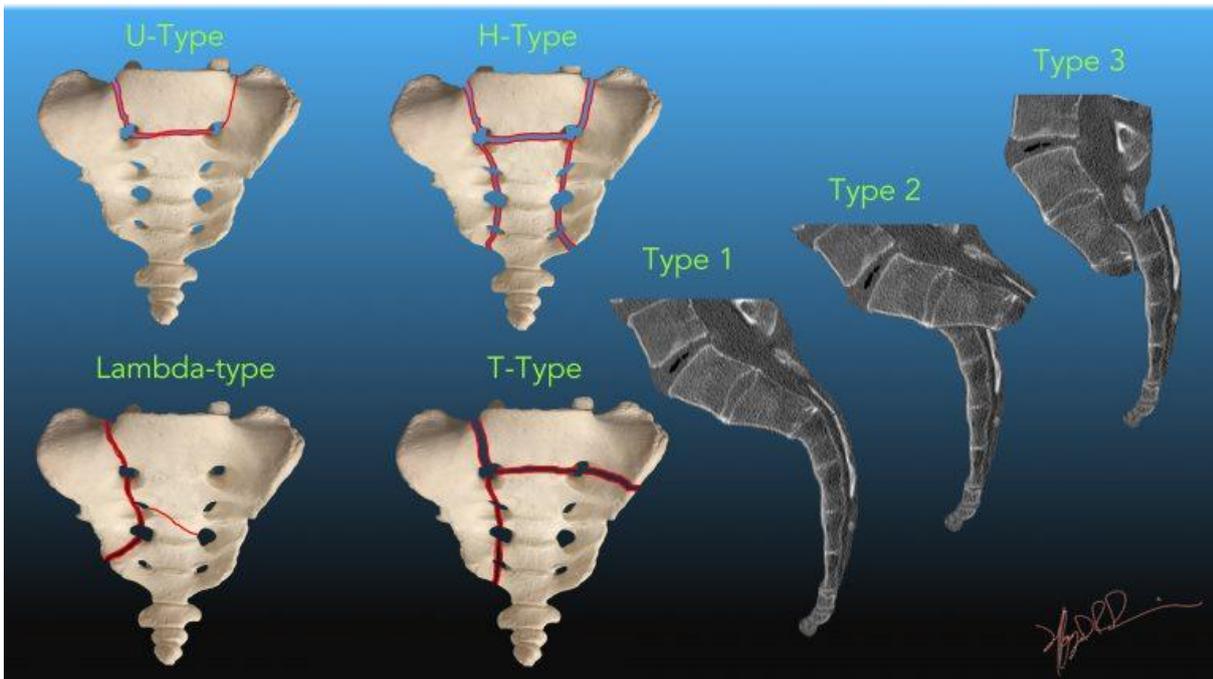


Annexe 2: Classification de Tile des traumatismes de l'anneau pelvien

**TILE A :** Fracture **stable** avec continuité de l'arc postérieur.

**TILE B :** Fracture/ disjonction de l'arc antérieur et postérieur tout en gardant une charnière osseuse ou ligamentaire : **instabilité horizontale**.

**TILE C :** Fracture / disjonction de l'arc antérieur et postérieur sans continuité : **instabilité verticale**.



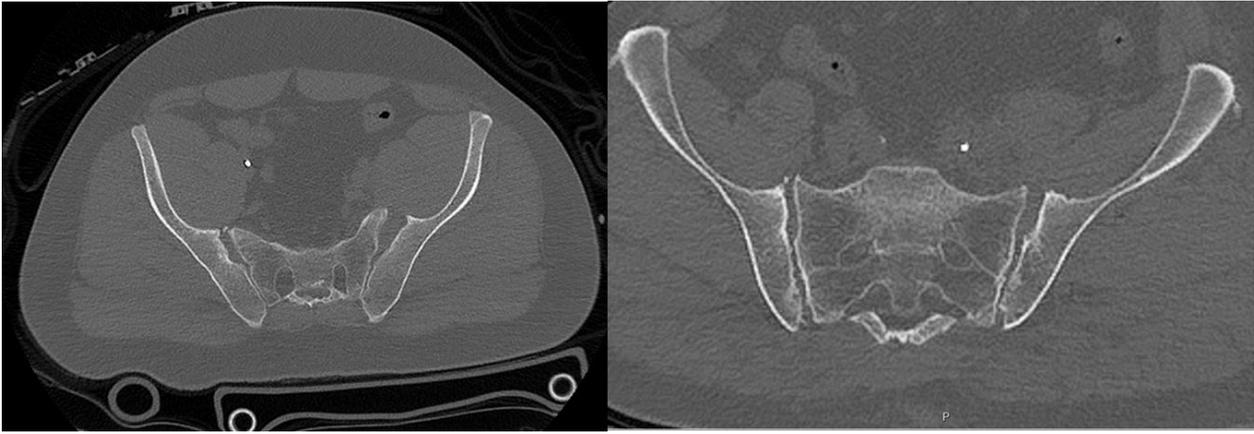
*Annexe 3: Classification de Roy Camille*

Fracture type 1 : en flexion

Fracture type 2 : en flexion avec translation postérieure

Fracture type 3 : en extension avec translation antérieure

Sous types particulier : en U, en H, lambda et en T



*Annexe 4 Bodyscanner révélant deux avulsions des ligaments sacro-iliaques antérieurs (« fleck-Sign ») sans disjonction sacro-iliaque homolatérale.*

**Vu, le Président du Jury,**  
(tampon et signature)



Professeur Christophe Nich

**Vu, le Directeur de Thèse,**  
(tampon et signature)



Docteur Kevin BRULEFERT

**Vu, le Doyen de la Faculté,**



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : DARNAUDET

PRENOM : Jean

**APPORT DE L'O-ARM™ DANS LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE DES TRAUMATISMES DU BASSIN :  
ETUDE RETROSPECTIVE AU CHU DE NANTES SUR UNE PERIODE DE 16 ANS**

---

RESUME

A partir de 2016 l'arrivée de l'O-arm™ a constitué un nouvel outil dans notre arsenal thérapeutique pour le traitement des fractures du bassin. Afin d'évaluer son implication dans les pratiques chirurgicales au CHU de Nantes, ainsi que son aide dans le diagnostic des lésions occultes de sacro-iliaque, nous avons analysé rétrospectivement 428 patients avec traumatisme du bassin, de 2003 à 2019. Après analyse des imageries et des comptes rendus, on retrouve une augmentation de 7% du taux de patient opérés après 2016 portant sur une augmentation de prise en charge des fractures Tile C et des fractures du sacrum pour lesquels le traitement avec O-arm™ est prépondérant. Nous avons également retrouvé un patient avec lésion occulte diagnostiqué par O-arm™, traitée dans le même temps. L'O-arm™ a ainsi induit une modification comportementale dans la prise en charge des traumatismes du bassin au Chu de Nantes.

---

MOTS-CLE

**Epidémiologie / Fracture du bassin / O-arm™ / lésion occulte / sacro-iliaque / cotyle /**

Niveau de preuve IV : étude rétrospective observationnelle descriptive