



Recommandations de pratique clinique

Infections ostéo-articulaires sur matériel

(prothèse, implant, ostéo-synthèse)

Texte long

Organisées par

la Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française (SPILF)
avec la participation des sociétés savantes et organismes :

Collège des Universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales (CMIT)
Groupe de Pathologie Infectieuse Pédiatrique (GPIP)
Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR)
Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (SOFOT)
Société Française d'Hygiène Hospitalière (SFHH)
Société Française de Médecine Nucléaire (SFMN)
Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation (SOFMER)
Société Française de Microbiologie (SFM)
Société Française de Radiologie (SFR-Rad)
Société Française de Rhumatologie (SFR-Rhu)

Correspondance : michel.dupon@chu-bordeaux.fr

SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE INFECTIEUSE DE LANGUE FRANÇAISE

Président : Jean-Paul Stahl

Pôle de Médecine aiguë spécialisée, CHU de Grenoble, BP 217, 38043 Grenoble Cedex
Tél : +33 (0)4 76 76 52 91 - Fax : +33 (0)4 76 76 55 69. Mail : JPStahl@chu-grenoble.fr

BUREAU DES CONSENSUS ET DES RECOMMANDATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE PATHOLOGIE INFECTIEUSE DE LANGUE FRANÇAISE

Benoît Guery (coordonnateur), Jean-Pierre Bru, Rémy Gauzit, Bruno Lina, Lionel Piroth, France Roblot, Jean-Luc Schmit, Christophe Strady, Emmanuelle Varon

COMITÉ D'ORGANISATION

Président : Michel Dupon (SPILF/CMIT)

Service des maladies infectieuses et tropicales, Hôpital Pellegrin, Place Amélie Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex

Tél : +33 (0)5 56 79 55 36 - Fax : 33 (0)5 56 79 60 36

Mail : michel.dupon@chu-bordeaux.fr

Chargé de projet : Hervé Dutronc (SPILF)

Service des maladies infectieuses et tropicales, Hôpital Pellegrin, Place Amélie Raba-Léon, 33076 Bordeaux cedex

Tél : +33 (0)5 56 79 55 36 - Fax : 33 (0)5 56 79 60 36

Mail : herve.dutronc@chu-bordeaux.fr

Chargé de projet bibliographique : Thomas Perpoint (SPILF)

Service des maladies infectieuses et tropicales, Hôpital de la Croix-Rousse, 93, Grande Rue de la Croix-Rousse, 69317 Lyon cedex 04

Tél : +33 (0)4 72 07 19 48

Mail : thomas.perpoint@chu-lyon.fr

Membres du comité d'organisation

Pr	Philippe	Berthelot	Hygiène hospitalière	Saint-Étienne	SFHH
Dr	Joël	Bouscarra	Médecine physique et Réadaptation	Collioure	SOFMER
Pr	Christian	Chidiac	Maladies infectieuses	Lyon	SPILF/CMIT
Pr	Jean-Luc	Drapé	Radiologie et Imagerie médicale	Paris	SFR-Rad
Dr	Luc	Eyrolle	Anesthésie-Réanimation	Paris	SFAR
Pr	Emmanuel	Grimprel	Pédiatrie	Paris	GPIP
Dr	Isabelle	Morelec	Médecine nucléaire, Radio-Diagnostic et Imagerie médicale	Lyon	SFMN

GROUPE DE TRAVAIL

Membres du groupe de travail

Pr	Catherine	Cyteval	Radiologie	Montpellier	SFR-Rad
Pr	J.Jacques	Dubost	Rhumatologie	Clermont-Ferrand	SFR-Rhu
Dr	Jeannot	Gaudias	Anesthésie-Réanimation	Strasbourg	SFAR
Dr	Jean-Yves	Jenny	Chirurgie orthopédique	Strasbourg	SOFOT
Dr	Rachida	Lebtahi	Médecine nucléaire	Paris	SFMN
Dr	Anne-Marie	Rogues	Hygiène hospitalière	Bordeaux	SFHH
Dr	Eric	Senneville	Maladies Infectieuses	Tourcoing	SPILF

GROUPE DE LECTURE

Dr	Cédric	Arvieux	Maladies infectieuses	Rennes
Dr	Raoul	Baron	Hygiène hospitalière	Brest
Dr	André	Boibieux	Maladies infectieuses	Lyon
Dr	Jean-Pierre	Claverie	Anesthésie Réanimation	Bordeaux
Dr	Philippe	Codine	Médecine physique et Réadaptation	Saint-Estèphe
Dr	Vincent	Daquet	Maladies infectieuses	Berck-sur-Mer
Dr	Anne	Devillers	Médecine nucléaire	Rennes
Dr	Jean-Luc	Epifanie	Rhumatologie et Rééducation	Enval
Dr	Odile	Fajon	Médecine nucléaire	Montpellier
Pr	Philippe	Fernandez	Médecine nucléaire	Bordeaux
Pr	Michel-Henri	Fessy	Chirurgie orthopédique	Pierre Bénite
Pr	Sophie	Gromb	Médecine légale	Bordeaux
Pr	Pascal	Guggenbuhl	Rhumatologie	Rennes
Dr	Joseph	Hajjar	Hygiène hospitalière	Valence
Dr	Damien	Huglo	Médecine nucléaire	Lille
Dr	Olivier	Lesens	Maladies infectieuses	Clermont-Ferrand
Pr	Frédéric	Lucht	Maladies infectieuses	Saint-Étienne
Dr	Sébastien	Lustig	Chirurgie orthopédique	Lyon
Dr	Gérard	Macouillard	Anesthésie Réanimation	Bordeaux
Dr	Philippe	Morand	Microbiologie	Paris
Dr	Sylvie	Petiot	Médecine physique et Réadaptation	Nîmes
Pr	Jacques	Railhac	Radiologie	Toulouse
Mme	Claude	Rambaud	Association Le Lien	Courtabœuf
Dr	Philippe	Riegel	Bactériologie	Strasbourg
Pr	Dominique	Salmon	Maladies infectieuses	Paris
Dr	Jean	Sarlangue	Pédiatrie	Bordeaux
Dr	Thierry	Tavernier	Radio-Diagnostic et Imagerie médicale	Lyon

EXPERTS

Pr	Louis	Bernard	Maladies infectieuses	Garches
Pr	Jean-Marc	Besnier	Maladies infectieuses	Tours
Pr	Cyrille	Boeri	Chirurgie orthopédique	Strasbourg
Dr	Eric	Bonnet	Maladies infectieuses	Toulouse
Dr	Joël	Bouscarra	Médecine physique et Réadaptation	Collioure
Mme	Frédérique	Claudot	Médecine légale et Droit de la santé	Nancy
Pr	Henri	Coudane	Chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur	Nancy
Pr	Catherine	Cyteval	Radiologie	Montpellier
Dr	Gonzague	de Pinieux	Anatomie et cytologie pathologiques	Tours
Pr	Pierre	Dellamonica	Maladies infectieuses	Nice
Dr	Valérie	Dumaine	Chirurgie orthopédique	Paris
Dr	Laurence	Duval-Chopard	Psychiatrie	Paris
Dr	Mathieu	Eveillard	Bactériologie-Hygiène	Angers
Dr	Bernard	Garo	Médecine interne- Maladies infectieuses	Brest

Dr	Jeannot	Gaudias	Anesthésie-Réanimation	Strasbourg
Dr	Gérard	Giordano	Chirurgie orthopédique	Toulouse
Dr	Jean-Yves	Jenny	Chirurgie orthopédique	Strasbourg
Dr	Rachida	Lebtahi	Médecine nucléaire	Paris
Dr	Mathie	Lorrot	Pédiatrie générale	Paris
Dr	Cédric	Pelegri	Chirurgie orthopédique	Nice
Dr	Edouard	Pertuiset	Traumatologie du Sport	
			Médecine interne-	Pontoise
			Rhumatologie	
Pr	Gilles	Potel	Urgences	Nantes
Dr	Anne-Marie	Rogues	Hygiène hospitalière	Bordeaux
Dr	Eric	Senneville	Maladies infectieuses	Tourcoing
Pr	Jean-Marc	Vital	Pathologie rachidienne, Chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil locomoteur	Bordeaux

SECRETARIAT

Catherine Bellamy - VIVACTIS PLUS - 17 rue Jean Daudin - 75015 Paris

Tél : +33 (0)1 43 37 67 30 - Fax : +33 (0)1 43 37 65 03 - Mail : vivactis@vivactisplus.com

MÉTHODE DE TRAVAIL

Les RPC sont des recommandations médicales et professionnelles qui peuvent être utilisées pour établir des références médicales, c'est-à-dire des "standards de pratique" déterminant ce qu'il est approprié et/ou inapproprié de faire, lors de la mise en œuvre de stratégies préventives, diagnostiques et/ou thérapeutiques dans des situations cliniques données. Elles résultent de l'analyse des données actuelles de la science issues de la littérature et prennent en compte les évaluations réalisées pour délivrer l'autorisation de mise sur le marché des médicaments (AMM) concernés.

Le bureau des consensus et des recommandations de la société de pathologie infectieuse de langue française (SPILF) a défini le thème fin du deuxième trimestre 2007, la SPILF se portant promoteur du projet. Elle a sollicité et obtenu l'accord d'autres sociétés savantes pour leur participation à l'élaboration de ces RPC :

- CMIT (Collège des Universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales)
- GPIP (Groupe de Pathologie Infectieuse Pédiatrique)
- SFAR (Société Française d'Anesthésie-Reanimation)
- SFHH (Société Française d'Hygiène Hospitalière)
- SFM (Société Française de Microbiologie)
- SFMN (Société Française de Médecine Nucléaire)
- SOFCOT (Société Française de Chirurgie Orthopédique)
- SOFMER (Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation)
- SFR-Rad (Société Française de Radiologie)
- SFR-Rhu (Société française de Rhumatologie).

La méthodologie utilisée a été basée sur les *Recommandations pour la pratique clinique – base méthodologique pour leur réalisation en France – ANAES 1999*.

Chaque société savante a désigné un membre pour constituer le comité d'organisation chargé d'établir les questions, de désigner un groupe travail et de nommer des experts. La SPILF a désigné en outre un président du Comité d'organisation chargé de coordonner l'ensemble des différentes phases d'élaboration des RPC avec un chargé de projet pour la rédaction et un chargé de projet pour la bibliographie ainsi que la gradation des recommandations. Le secrétariat et l'organisation des réunions ont été confiés à une société prestataire (Vivactis Plus).

Le groupe de travail a établi le plan de rédaction et les différents thèmes abordés. Il a auditionné des experts de compétence reconnue pour chacun d'entre eux. Les experts ont fourni un texte détaillé assorti d'une bibliographie récente. Cette bibliographie relevait de l'interrogation des différentes banques de données (Medline, Cochrane, etc.). La littérature « grise », c'est-à-dire non indexée dans les banques de données informatisées, a été systématiquement recherchée par contact auprès des membres du groupe de travail ou de lecture, par Internet.

Les textes des experts ont été résumés et associés pour donner une synthèse homogène correspondant au texte de recommandation. La bibliographie a été sélectionnée à partir des références proposées par les experts et complétées de références supplémentaires pour conserver 322 références d'articles originaux, revues de la littérature ou ouvrages.

L'argumentaire et les recommandations de ce texte ont été établis par le groupe de travail selon la méthodologie de la médecine fondée sur les preuves proposées par le *Guide d'analyse de la littérature et gradations des recommandations – ANAES 2000* (gradation ci-jointe). Lorsque les données de la littérature étaient insuffisantes ou incomplètes, les recommandations ont été basées sur un accord professionnel pour prendre en compte l'état des pratiques et les opinions des experts.

Au total 3 réunions physiques, 8 réunions téléphoniques avec comptes-rendus ont eu lieu entre Novembre 2007 et Mars 2009. Cinq versions intermédiaires ont précédé la version finale.

Un résumé du texte en élaboration et les propositions de recommandation ont été exposés au congrès de la SPILF à Marseille en 2008 (9^e Journées Nationales d'Infectiologie) hors recommandations chirurgicales et médico-légales (2^e version). Un questionnaire portant sur 12 items, qui avaient émergés lors de la discussion orale, a été proposé sur le site Infectiologie.com de la SPILF afin de faire évoluer ces recommandations et le résultat de ce questionnaire a été discuté par le groupe de travail.

Le texte de la 5^e version a été soumis à un groupe de lecture de 28 experts nationaux de différentes compétences (cf liste ci-jointe) avant d'être finalisé par le groupe de travail (6^e version : finale). Le groupe de lecture était composé d'experts de compétence, de mode d'exercice et d'origine géographique divers. Il a été consulté par courrier électronique ou écrit et a donné un avis sur le fond et la forme de l'argumentaire et des recommandations, en particulier sur leur lisibilité et leur applicabilité. Il a formalisé son avis sur les différentes propositions de recommandations par une cotation sur une échelle de 1 à 9 : 1 exprimant un désaccord total et 9 un accord total assorti de commentaires libres, obligatoires en cas de note entre 1 et 3 et avec références à l'appui.

Les membres du groupe d'organisation, de travail et les lecteurs ont communiqué leurs déclarations d'intérêt à la HAS. Elles ont été analysées et prises en compte en vue d'éviter les conflits d'intérêts.

REMARQUES :

* Les RPC «infections ostéo-articulaires sur matériels (prothèse, implant, ostéosynthèse) » ne constituent pas un traité scientifique et sont soumises à l'évolution des connaissances sur le sujet.

* Elles ne peuvent pas être considérées comme un référentiel médico-légal opposable mais doivent être adaptées aux situations locales et à chaque patient.

* Certains membres du groupe de travail, experts, n'ont pas souhaité que leur nom figure dans le document final qu'il n'ont pas validé. Ils ne sont donc pas cités mais ils ont participé jusqu'à la version 4 à l'élaboration de ce document.

* Un membre du comité de lecture n'a pas souhaité que son nom figure.

Gradation des recommandations

Ces recommandations s'appuient sur les résultats des études disponibles dans la littérature médicale. En fonction de ceux-ci, elles sont gradées (grade A, B, C) selon les modalités décrites ci-dessous. En l'absence de données, elles correspondent à des recommandations fondées sur un accord professionnel (avis d'expert) au sein du groupe de travail. L'absence de niveau de preuve ne signifie pas que les recommandations ne sont pas pertinentes et utiles.

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Grade des recommandations
Niveau 1 <ul style="list-style-type: none">- Essais comparatifs randomisés de forte puissance- Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés- Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 <ul style="list-style-type: none">- Essais comparatifs randomisés de faible puissance- Études comparatives non randomisées bien menées- Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 <ul style="list-style-type: none">- Études cas-témoins Niveau 4 <ul style="list-style-type: none">- Études comparatives comportant des biais importants- Études rétrospectives- Séries de cas	C Faible niveau de preuve

Sommaire

Question 1 : comment classer les différentes infections ?	11
1.1 Classification des infections ostéo-articulaires sur matériel.....	11
1.1.1 Éléments déterminants pour classer les infections ostéo-articulaires sur matériel	11
1.1.2 Quelles sont les classifications existantes ?	13
1.1.3 Comment concevoir une classification unique ?	15
1.2 Quels sont les facteurs de risque (terrain, immunodépression, pathologies vasculaires, irradiation) ?	17
1.3 Dispose-t-on de données épidémiologiques en France concernant les infections sur matériel ?	18
Question 2 : comment affirmer le diagnostic d'infections ostéo-articulaires sur matériel ?	22
2.1 Quels sont les signes cliniques en faveur d'une infection sur matériel chez un patient porteur d'une prothèse articulaire ?	22
2.2 Quels sont les arguments biologiques en faveur d'une infection sur matériel et leur valeur diagnostique ?	22
2.3 Quelle est la place de l'imagerie (radiologie, échographie, tomодensitométrie, image par résonance magnétique, imagerie nucléaire) ?	23
2.3.1 Quels sont les signes radiologiques en faveur d'une infection sur matériel ?	23
2.3.2 Quels sont les signes tomодensitométriques en faveur d'une infection sur matériel ?	24
2.3.3 Quels sont les signes échographiques en faveur d'une infection sur matériel ?	24
2.3.4 Quels sont les signes IRM en faveur d'une infection sur matériel ?	24
2.3.5 Quels sont les signes arthrographiques en faveur d'une infection sur matériel ?	25
2.3.6 Quels examens réaliser en présence d'une collection ?	25
2.3.7 Quels sont les examens de médecine nucléaire et les signes scintigraphiques pour une infection ostéo-articulaire sur matériel ?	25
2.3.8 Quelle stratégie d'imagerie adopter en cas d'infection ostéo-articulaire sur matériel ?	26
2.4 Quel est l'apport de la microbiologie et de l'anatomopathologie ?	29
2.4.1 Comment réaliser les prélèvements microbiologiques à visée diagnostique ?	29
2.4.2 Comment transporter les prélèvements microbiologiques au laboratoire ?	30
2.4.3 Quelles sont les techniques microbiologiques à mettre en place à partir des prélèvements effectués pour le diagnostic et leur interprétation ?	31
2.4.4 Apport de l'examen anatomopathologique dans le diagnostic d'infection ostéo-articulaire sur matériel.....	33
2.5 Quels sont les arguments en faveur du diagnostic : infection certaine et infection probablement exclue ou non détectable ?	33
Question 3 : quelles sont les modalités de la prise en charge thérapeutique ?	34
3.1 Quel est le rationnel conduisant à la stratégie thérapeutique ?	34
3.1.1 Biofilm et biomatériaux.....	34
3.1.2 Infections expérimentales	35
3.2. Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical ?	35
3.2.1 Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical de la prothèse articulaire infectée ?	35
3.2.2 Quelles sont les spécificités du traitement des pseudarthroses infectées ?	41
3.2.3 Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical de l'ostéite chronique sur os continu ?	42

3.2.4	Quelles sont les spécificités du traitement des infections sur rachis ?	42
3.2.5	Quelles sont les spécificités du traitement des arthrites septiques post-opératoires ?	43
3.2.6	Que faire quand le fixateur externe est infecté ?	43
3.3	Quelles sont les spécificités du traitement anti-infectieux ?	45
3.3.1	Quelle est la place de l'antibiothérapie locale ?	45
3.3.2	Quelle antibiothérapie systémique, comment l'administrer, quelle durée, quelle surveillance ?	47
3.3.3	Infection fongique sur matériel	57
3.3.4	Quelles sont les particularités de l'antibiothérapie de l'enfant ayant une infection ostéo-articulaire ?	58
3.4	Quels sont les autres mesures médicales (prise en charge de la douleur, rééducation, prise en charge médico-psycho-sociale) ?	61
3.4.1	Prise en charge de la douleur	61
3.4.2	Quelle est la place de la rééducation ?	61
3.4.3	Quelle est la place de la prise en charge médico-psychologique ?	62
3.4.4	Quelle est la place de la prise en charge sociale ?	63
3.4.5	Quelles sont les différentes propositions actuelles de prise en charge médico-chirurgicales pour le suivi des patients ayant une infection ostéo-articulaire sur matériel ? Quels examens, Quelle fréquence ? Quelle organisation et quelles structures ? Peut-on parler de guérison ?	64
Question 4 :	quels sont les pré-requis pour minimiser ce type d'infections ?	66
4.1.	Quels standards en termes de maîtrise de l'environnement de soins (architecture, ventilation de bloc, salle dédiée...) ? Procédures d'hygiène ? Surveillance environnementale ?	66
4.1.1	Prise en charge du patient en secteur d'hospitalisation	66
4.1.2	Prise en charge du patient au bloc opératoire	67
4.2.	Quelles mesures faut-il prendre pour la préparation du futur opéré (antibioprophylaxie, portage de BMR, antiseptie cutanée...) ?	70
4.2.1	Mesures spécifiques de préparation du futur opéré	70
4.2.2	Mesures générales de prévention de l'infection en chirurgie orthopédique et traumatologique	72
4.3.	Comment minimiser le risque de transmission croisée lors de la prise en charge d'un patient infecté dans un bloc orthopédique?	72
4.3.1	Y a-t-il un ordre de passage à respecter ?	72
4.3.2	Quelles sont les précautions à prendre après intervention chez un patient septique au bloc opératoire ?	72
Question 5 :	quelle réparation pour les conséquences des infections post-opératoires sur matériel étranger ?	73
5.1	Quelles sont l'imputabilité aux soins et l'évitabilité de ces infections ostéo-articulaires sur matériel ?	73
5.1.1	Notion d'infection nosocomiale et d'infection associée aux soins (IAS)	73
5.1.2	Évitabilité	74
5.1.3	Imputabilité	75
5.1.4	Dossier médical	76
5.2	Quelle information pour les patients ? Avant la chirurgie, lors du séjour hospitalier, en cas d'infection ?	77

5.3 Quelles sont les possibilités d'indemnisation des infections ostéo-articulaires sur matériel ?	78
Annexe 1 : classification de Cierny et Mader.....	82
Annexe 2 : classification de Gustilo.....	83
Annexe 3 : définition du sepsis, du sepsis sévère et du choc septique.....	84
Annexe 4 : classification de Checketts-Otterburns	85
Bibliographie	86

Question 1 : comment classer les différentes infections ?

1.1 Classification des infections ostéo-articulaires sur matériel

De nombreuses classifications des infections ostéo-articulaires sur matériel ont été proposées dans la littérature. Aucune n'est parfaitement adaptée pour être universelle. Ces imprécisions font que le clinicien ne peut pas toujours trouver, dans les publications, les réponses aux problèmes thérapeutiques qu'il rencontre.

Les classifications sont cependant nécessaires pour créer des groupes homogènes de patients afin d'établir des recommandations thérapeutiques et permettre de comparer les résultats publiés.

1.1.1 Éléments déterminants pour classer les infections ostéo-articulaires sur matériel

Les infections ostéo-articulaires doivent être classées en fonction de leur étiologie (mécanisme de survenue, type de matériel, micro-organisme), de leur durée d'évolution, de leur localisation, de leur étendue et selon le terrain sur lequel elles surviennent. Avant tout, il est fondamental d'être précis sur le type de matériel d'ostéosynthèse utilisé.

1.1.1.1 Définition du type de matériel utilisé en chirurgie orthopédique et risque infectieux

1.1.1.1.1 Le matériel d'ostéosynthèse

Le matériel interne : il peut être apposé à l'os (plaques implantées à ciel ouvert) ou situé en position centromédullaire (clou implanté à foyer fermé). Les infections sur plaques seraient plus fréquentes et provoqueraient des lésions plus localisées. Le risque de « pandiaphysite » en cas d'infection sur enclouage est rare. Les broches, souvent mises en percutané, peuvent communiquer avec l'extérieur et favoriser une infection. Au niveau du rachis, il peut s'agir de tiges, vis, greffons, cages inter-somatiques, ligaments artificiels dont l'ablation est souvent impossible ou à différer dans le temps.

Les fixateurs externes : les fiches communiquant avec l'extérieur, leurs orifices sont constamment colonisés par la flore cutanée. Ceci pose le problème délicat de la définition de l'ostéite sur fiche.

1.1.1.1.2 Les prothèses

Ce matériel est considéré comme définitif. Son ablation ne peut être envisagée qu'au prix d'une dégradation fonctionnelle importante. La guérison de l'infection ne saurait donc être dissociée du résultat fonctionnel.

1.1.1.1.3 Les substituts osseux et allogreffes

La guérison de l'infection sur substitut osseux nécessite presque toujours son ablation. Grâce à la possibilité de pénétration du bourgeon charnu à l'intérieur d'un maillage lâche, l'os spongieux résiste mieux à l'infection que l'os cortical qui se comporte comme un implant métallique.

1.1.1.2 Durée d'évolution de l'infection ostéo-articulaire

Seul un point est consensuel dans la littérature : le résultat thérapeutique dépend de la durée d'évolution de l'infection. Plus l'infection est évoluée, plus il sera difficile de la guérir.

L'infection osseuse est classiquement définie comme aiguë ou chronique.

Ces termes n'ont pas, pour tous, la même signification. *Pour le clinicien*, une infection aiguë se présente sous la forme de signes inflammatoires locaux ou généraux et/ou d'une douleur de survenue récente, et une infection chronique est plutôt celle qui présente des signes radiologiques évocateurs ; *pour le microbiologiste*, c'est le biofilm (entité dynamique constituée d'une substance polysaccharidique sécrétée par les bactéries appelée « slime » permettant l'adhérence définitive des bactéries sur le matériel) et le polymorphisme des colonies isolées des prélèvements profonds qui définit la chronicité ; *pour le chirurgien*, l'infection aiguë est celle qui serait susceptible de guérir sans ablation du matériel prothétique.

Les termes « aiguë ou chronique » ne doivent pas être confondus avec le délai de diagnostic de l'infection après la mise en place chirurgicale du matériel. Il convient de parler d'infection précoce survenant avant le 1^{er} mois, d'infection retardée entre le 2^{ème} et le 6^{ème} mois, et d'infection tardive après le 6^{ème} mois [1]. Enfin, l'infection hémotogène, ayant un mode d'expression clinique aigu, peut survenir de façon précoce ou tardive (après intervalle libre) par rapport à la chirurgie (Cf. figures 1 et 1 bis)

L'ambiguïté de cette classification tient à l'imprécision de l'expression clinique et paraclinique qui ne traduit pas l'aspect histologique des lésions, si bien qu'en pratique, il n'y a pas de démarcation précise entre l'infection aiguë et l'infection chronique, mais plutôt une intrication d'une forme dans l'autre. Le délai au-delà duquel une infection sur matériel devient chronique est très discuté et sûrement très variable en fonction des situations.

1.1.1.3 Mode de contamination bactérienne

1.1.1.3.1 contamination directe de dehors en dedans

Par un geste invasif

Il s'agit des infections survenant après un geste thérapeutique ou diagnostique (ponction articulaire, infiltration...) et des infections du site opératoire.

Post-traumatique

L'effraction cutanée peut être provoquée par un agent vulnérant, ou survenir après un autre mécanisme (fracture ouverte, escarres, vascularites, artérites...). L'os et son matériel exposés à l'air sont contaminés progressivement de la superficie vers la profondeur.

1.1.1.3.2 contamination "hémotogène"

Prothèses articulaires

L'infection hémotogène sur prothèse articulaire a pour substratum anatomique la cavité articulaire réalisant dans un premier temps une arthrite septique. Ceci explique la guérison possible sans ablation de la prothèse dans la mesure où le délai de prise en charge est court. Secondairement, le matériel prothétique

lui-même, puis l'interface os-ciment sont contaminés. Classiquement, une prothèse articulaire serait plus « sensible » aux bactériémies dans l'année qui suit son implantation et lorsqu'elle commence à se desceller.

Autres matériels étrangers orthopédiques

Tout matériel étranger orthopédique peut être colonisé par voie hématogène.

1.1.1.1.3.3 contamination par contiguïté

L'infection des parties molles peut se propager aux structures ostéo-articulaires de proximité en suivant préférentiellement des territoires de drainage lymphatique.

1.1.2 Quelles sont les classifications existantes ?

La première classification des infections ostéo-articulaires a été publiée en 1970 par Waldvogel [2-4]. Trois catégories d'infections ont été décrites : hématogènes, secondaires à un foyer d'infection contigu et associées à une insuffisance vasculaire. Depuis, d'autres classifications ont été publiées. Elles privilégient un ou plusieurs facteurs parmi les critères suivants :

- état des téguments en regard de l'infection [5] ;
- état de l'os (continu ou pseudarthrose) [6] ;
- type d'atteinte osseuse (superficielle, circonférentielle corticale et endostée, corticale et endostée associée à une perte de substance osseuse, médullaire, étendue) [7] ;
- type de pseudarthrose [8] ;
- état de l'os après l'excision [9] ;
- statut immunitaire du patient [10].

Ces classifications permettent d'évaluer les chances de succès de techniques chirurgicales recouvrant le foyer osseux excisé (lambeaux musculaires) [6, 7, 10] et pour certaines de déterminer le temps nécessaire à la consolidation dans des conditions idéales [9].

Les infections sur prothèses articulaires ont été largement étudiées et plusieurs classifications ont été publiées. La plus utilisée est celle de Tsukayama. Elle concerne les prothèses infectées de hanche et de genou (**niveau 3**) [11, 12]. Quatre catégories d'infection étaient définies : post-opératoires précoces (<1 mois), tardives (>1 mois), hématogènes, et existence de prélèvements bactériologiques positifs lors d'un remplacement de prothèse présumée aseptique. Ce dernier groupe prête à discussion. Des séries de prélèvements systématiques faits lors d'interventions de première intention ont montré un taux de positivité très supérieur aux taux d'infection. D'autres auteurs ont montré que la présence d'un biofilm à la surface des prothèses présumées aseptiques contenait de nombreuses bactéries groupées en amas qu'il était possible de mettre en évidence par des techniques particulières d'immunofluorescence alors que la culture traditionnelle était faiblement positive voire négative [13]. Si la réalité de la colonisation est certaine, rien ne permet de dicter une conduite à tenir univoque face à une telle situation.

Mac Pherson en 1999, puis en 2002 [14, 15] proposait une classification des infections sur prothèses de hanche tenant compte du type d'infection (I, II, III), de l'état de santé et de l'immunité du patient (A, B, C) et de l'état de la plaie (1, 2, 3) (tableau I) (**niveau 3**). Cette classification des infections péri-prothétiques pourrait être un outil intéressant permettant d'évaluer les différents traitements si on y ajoute les items suivants : révision itérative, importance de la perte osseuse, utilisation d'allogreffes massives, infection due à une bactérie multirésistante (**niveau 3**) [15, 16]. Il serait également nécessaire d'actualiser les facteurs de risque liés à l'hôte.

Tableau I : Système de classification des infections sur prothèses articulaires d'après Mac Pherson [15].

<p>Type d'infection</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type I : Infection post-opératoire précoce évoluant depuis moins de 4 semaines - Type II : Infection hématogène sur une prothèse fonctionnelle indolore évoluant depuis moins de 4 semaines - Type III : Infection chronique évoluant depuis plus de 4 semaines <p>État de santé et immunité du patient</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type A : sans facteurs de risque et immunocompétent - Type B : compromis par 1 ou 2 facteurs de risque* - Type C : compromis par plus de 2 facteurs de risque* et au moins un des facteurs de risque suivants : neutrophiles $<1000/\text{mm}^3$, $\text{CD4} <100/\text{mm}^3$, toxicomanie intraveineuse, infection chronique active dans un autre site, hémopathie ou néoplasie <p>Etat local de la plaie associé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type 1 : pas de facteurs de risque local - Type 2 : compromis par 1 ou 2 facteurs de risque ** - Type 3 : compromis par plus de 2 facteurs de risque**
<p>* facteurs de risque liés à l'hôte : ≥ 80 ans, dermatose chronique, lymphœdème, sonde urinaire à demeure, dénutrition (albumine < 30 g/l), addiction nicotinique (inhalation ou orale), diabète ID ou non, cirrhose hépatique, traitement immunosuppresseur (méthotrexate, prednisone, cyclosporine), néoplasie (évolutive avec chimiothérapie aplasante), insuffisance respiratoire avec PaO_2 en air ambiant < 60 %, insuffisance rénale nécessitant une hémodialyse, pathologie inflammatoire systémique (polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux disséminé), immunodépression (HIV ou syndrome d'immunodépression acquise).</p> <p>** facteurs de risque liés à la plaie : cicatrices multiples, perte de substance cutanée nécessitant un lambeau, existence d'une fistule, d'un abcès sous-cutané de plus de 8 cm^2, insuffisance vasculaire (veineuse avec œdème, artérielle), antécédents de fracture périarticulaire, de radiothérapie locale, d'infection active depuis plus de 3-4 mois, de dystrophie sympathique réflexe, (algoneurodystrophie et causalgies).</p>

1.1.3 Comment concevoir une classification unique ?

Il ne peut pas exister de classification simple. On est donc contraint de faire une classification descriptive des différentes situations cliniques, qui constituera une véritable carte d'identité de l'infection.

Il est recommandé d'analyser 7 données fondamentales afin de conditionner le mode de prise en charge (avis d'expert) :

- mode de contamination suspecté (direct, hématogène, par contiguïté) ;
- intervalle libre, permettant de différencier l'infection post-opératoire de l'infection hématogène (délai de contamination, délai de prise en charge) : figures 1 et 1 bis ;
- état infectieux (connaissance des micro-organismes, gravité du retentissement de l'infection) ;
- état mécanique du foyer infecté (prothèse descellée ou non, fracture consolidée ou non, matériel présent ou non, explantable ou non) ;
- localisation de l'infection (os périphérique, articulation, rachis) ;
- état des parties molles et de la couverture cutanée ;
- statut du malade (fonctionnel et général, état immunitaire, terrain sous-jacent et contexte d'environnement).

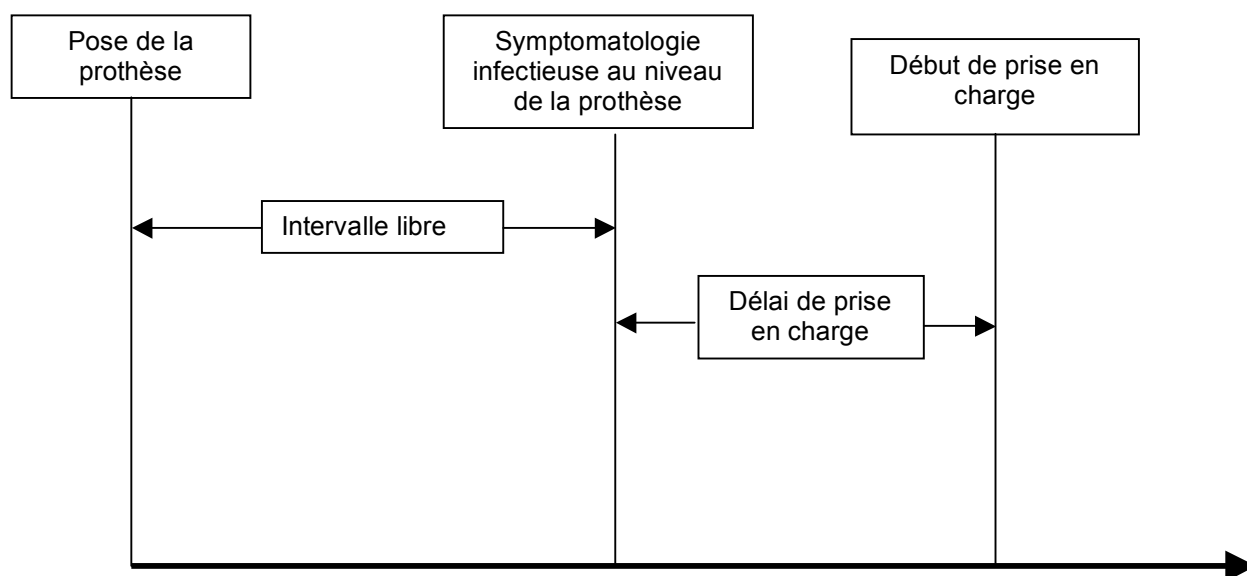
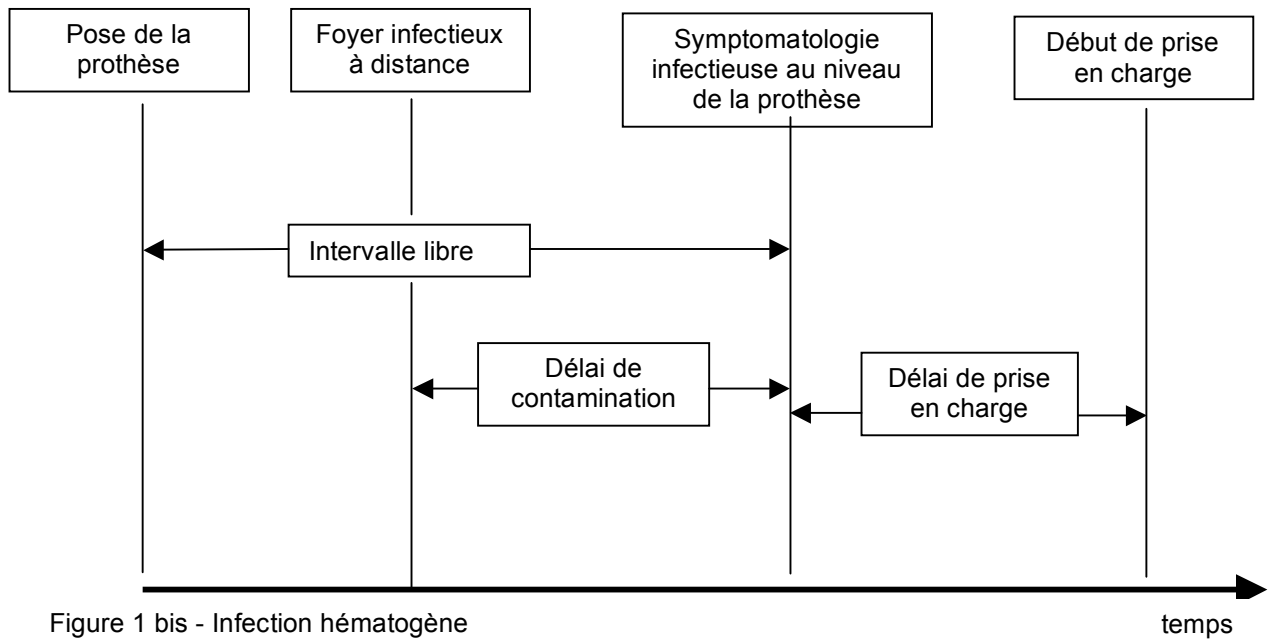


Figure 1 - Infection post-opératoire

temps



Le clinicien peut être confronté à une des 5 situations cliniques suivantes :

Infection sur os continu

L'infection survient sur une fracture consolidée avec matériel d'ostéosynthèse en place ou retiré. Il faut envisager la résection nécessaire pour guérir l'infection. Il est important de définir la zone anatomique avec précision. Le problème sera différent entre une infection diaphysaire (os cortical) et une infection en os spongieux épiphysaire.

Pseudarthrose infectée

La définition du siège anatomique a une importance fondamentale (os cortical ou os spongieux).

La classification de Cierny-Mader décrit l'ampleur des dégâts osseux (annexe 1) [10]. L'état des parties molles doit faire partie intégrante de la classification des pseudarthroses infectées (type 1 : peau saine, type 2 : peau scléreuse avec fistule, type 3 : avulsion cutanée avec exposition osseuse).

Prothèses infectées

Les prothèses infectées posent à peu près toutes des problèmes semblables de guérison de l'infection et de récupération fonctionnelle le plus souvent avec maintien d'un matériel prothétique. Le genou et le coude posent rapidement le problème de couverture cutanée. Pour évaluer une situation clinique il faut aussi faire appel aux classifications décrites ci-dessus (Tsukayama [11, 12] de Mac Pherson [15]).

Infections sur rachis

Elles ont une spécificité due à l'anatomie et la physiologie du complexe discovertébral. On différenciera les spondylodiscites des infections post-opératoires du corps vertébral (voie antérieure) ou de l'arc postérieur (voie postérieure). Il faut aussi dissocier les infections post-fracturaires (où la consolidation peut survenir relativement rapidement), des infections survenant après une intervention programmée (canal lombaire étroit, arthrodèse pour scoliose ou en cas de métastases vertébrales). Enfin rappelons la possibilité de méningite post-opératoire en cas de brèche durale peropératoire.

Arthrites septiques sur matériel

L'infection articulaire passe par 3 stades (liquidien, synovial, ostéo-arthrite).

L'infection post-opératoire d'une fracture articulaire mérite d'être isolée en raison des difficultés techniques rencontrées.

1.2 Quels sont les facteurs de risque (terrain, immunodépression, pathologies vasculaires, irradiation) ?

Le taux d'infection est aujourd'hui faible en chirurgie orthopédique et traumatologique. Il est de 0,5 % pour les meilleurs résultats connus de chirurgie prothétique de la hanche, et de l'ordre de 3-4 à 5-7 % pour les situations de chirurgie traumatologique (8 à 10 % pour les fractures du col fémoral). Compte tenu de ces taux faibles, la mise en évidence de facteurs de risques inhérents au patient est difficile.

Pour les fractures ouvertes, la localisation au tibia et la sévérité des lésions des parties molles évaluée par la classification de Gustilo (annexe 2) apparaissent comme des facteurs de risque significatifs d'infection du site opératoire (ISO) (**niveau 2**) [17].

Pour les fractures fermées des os longs, il n'existe pas d'évaluation des facteurs de risque infectieux. Le diabète apparaît nettement comme facteur de difficulté de cicatrisation après ostéosynthèse de la cheville ou du pied, exposant directement à l'ISO (surtout lorsqu'existent une artériopathie et/ou une neuropathie associées) (**niveau 2**) [18].

En chirurgie orthopédique, une majoration significative du risque d'ISO est établie pour plusieurs facteurs : âge supérieur à 65 ans, existence d'un autre foyer infectieux chez le patient, hospitalisation dépassant quatre jours dans les six semaines précédant l'intervention (**niveau 2**) [19]. Une majoration faible du risque existe pour l'obésité, la corticothérapie, le tabagisme, la réalisation récente d'une radiothérapie sur le site opératoire, une difficulté de cicatrisation, une escarre à proximité du site opératoire, la survenue d'un hématome (**niveau 2**) et une polyarthrite rhumatoïde (**avis d'expert**) [20].

Pour la chirurgie orthopédique du rachis, le diabète d'une part, l'élévation glycémique péri-opératoire d'autre part, apparaissent avec un faible niveau de preuve (**niveau 3**) comme facteur de risque infectieux dans des études cas-témoins [21].

En ce qui concerne la polyarthrite rhumatoïde et les grands rhumatismes inflammatoires, la question de l'impact des thérapeutiques est primordiale. Il n'est pas recommandé d'arrêter une corticothérapie pendant la période péri-opératoire, en raison du risque d'insuffisance surrénalienne aiguë (**avis d'expert**) [20]. La poursuite du traitement par méthotrexate ne majore pas le risque d'ISO (**grade C**) [22, 23]. Dans une étude, le léflunomide augmente le risque d'incident de cicatrisation par rapport à des patients traités par méthotrexate (**niveau 2**) ; le risque infectieux n'est cependant pas évalué [24].

Les données concernant la poursuite ou l'arrêt des anti-TNF (etanercept, infliximab, adalimumab) manquent encore, en raison de plusieurs études contradictoires [25-27]. Néanmoins, en accord avec les recommandations de l'HAS, il est fortement préconisé d'arrêter le traitement par anti-TNF de 2 à 5 demi-vies avant l'intervention et jusqu'à la cicatrisation cutanée complète [28]. Il est également nécessaire de les arrêter lors du diagnostic d'infection sur matériel.

D'autres facteurs de risque comme la cirrhose, la drépanocytose, l'artériopathie des membres inférieurs, l'insuffisance rénale chronique doivent être pris en compte sans avoir été validés dans des études randomisées.

1.3 Dispose-t-on de données épidémiologiques en France concernant les infections sur matériel ?

La surveillance des ISO constitue une priorité nationale en termes de lutte contre les infections nosocomiales. Cependant, cette surveillance est délicate en raison de l'absence de consensus international quant aux définitions et à la méthodologie retenues. L'objectif de ce chapitre est de faire une synthèse des données disponibles en France en regroupant les études cliniques et les données de surveillance du système RAISIN (Réseau d'Alerte, d'Investigation et de Surveillance des Infections Nosocomiales).

1.3.1 Épidémiologie française des infections ostéo-articulaire sur matériel

1.3.1.1 Épidémiologie des infections sur prothèses articulaires

Les données rassemblées de 1999 à 2005 à partir de la base de données RAISIN sont résumées dans le tableau II [29]. La comparaison des incidences pour les PTH et les PTG ne permet de dégager aucune tendance linéaire significative. L'inconvénient majeur de ces données de surveillance est que le suivi post-opératoire des patients n'était que de 30 jours maximum.

Une synthèse des six études françaises d'incidence est présentée dans le tableau III. Un rapide descriptif des travaux y figure [20,30-34].

1.3.1.2 Épidémiologie des infections sur matériel (prothèses exclues)

D'après les données du réseau de surveillance nationale (RAISIN), l'incidence des infections sur matériel d'ostéosynthèse était de 1 % (sur 63 839 interventions) et variait de 0,5 % pour les interventions de score NNISS (National Nosocomial Infection Surveillance Score) = 0 à 3,7 % pour les interventions de NNISS >1 [29]. Ce score comprend 4 strates (de 0 à 3) utilisant la classe de contamination d'Altemeier (de I à IV), le score de risque anesthésique ASA (de 1 à 5) et la durée de l'intervention chirurgicale (1 point si supérieure au 75^e percentile [tempsT]).

1.3.2 Microbiologie des infections sur matériel en chirurgie orthopédique

Les données microbiologiques des principales études françaises d'infections sur prothèses sont rapportées dans le tableau III [30-34]. Les staphylocoques sont les bactéries le plus souvent isolées (60 % des cas). La fréquence des souches de staphylocoque à coagulase négative (particulièrement *Staphylococcus epidermidis*) rejoint celle du *Staphylococcus aureus* et représente actuellement la moitié des cas (**avis d'expert**) [35]. Les infections sont le plus souvent monomicrobiennes mais 10 % sont polymicrobiennes. Parmi les autres bactéries isolées, streptocoques (bêta-hémolytiques ou non hémolytiques), entérocoques, *Pseudomonas aeruginosa*, les entérobactéries (*Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*), *Bacillus cereus* et les anaérobies (le plus souvent à Gram positif : *Propionibacterium acnes*) sont à retenir [30, 36]. Il faut souligner qu'en présence de matériel n'importe quelle espèce bactérienne peut être impliquée, y compris *Brucella*, *Pasteurella*, *Listeria*, *Haemophilus*, *Campylobacter* [37]. Certaines bactéries ne peuvent être retrouvées que par des techniques de biologie moléculaire (*Mycoplasma*, *Tropheryma whipplei*, *Coxiella burnetii*). Enfin, une infection fongique est possible.

1.3.3 Discussion

Les données françaises sur les infections du site opératoire sur matériel en chirurgie orthopédique concernent principalement les prothèses articulaires de hanche et de genou. La France se situe dans la moyenne des pays de l'Union européenne pour la prothèse de hanche [38]. L'incidence des ISO en fonction du score NNISS est similaire aux données américaines et britanniques [39, 40].

En raison de durées d'hospitalisations post-opératoires qui ont tendance à être de plus en plus courtes, une proportion croissante d'ISO survient après la sortie des patients de l'hôpital [41]. Le risque de perdu de vue est donc grand.

Le choix d'un délai post-opératoire de 12 mois pour le diagnostic d'ISO est remis en question. Plusieurs études françaises ont identifié une majorité d'infections après 12 mois [20, 32]. Cependant, la question du lien entre l'intervention et l'infection peut alors se poser. Dans une étude, seulement 30 % des infections tardives survenant après 3 mois pourraient être secondaires à l'intervention chirurgicale [42].

La plupart des surveillances épidémiologiques des ISO retiennent des définitions d'infection incluant des critères microbiologiques. Il existe cependant des infections sur matériel sans documentation. Une antibiothérapie préalable en est souvent la cause [43]. Ceci peut sous-estimer le nombre d'ISO.

S'il existe bien des données épidémiologiques françaises sur l'incidence des ISO sur matériel en chirurgie orthopédique, elles concernent principalement les infections sur prothèses articulaires, et l'hétérogénéité des méthodes et définitions employées rend délicate l'interprétation des résultats. Comme l'ont souligné Manian *et al.*, il n'existe pas de système de surveillance idéal et aucun système n'a fait la preuve de sa supériorité sur les autres [44]. Une revue systématique récente analysant 6 méthodes de recueil des données après la sortie de l'hôpital n'a permis d'identifier aucune méthode optimale [45]. En France, la méthodologie la plus employée est celle proposée par le RAISIN. Elle nécessite une organisation complexe, très exigeante en temps pour le personnel des blocs, des services et les équipes opérationnelles d'hygiène hospitalière. De plus, elle apparaît assez peu réactive et peu adaptée aux infections sur matériel (suivi d'un mois au plus). Enfin, d'après les données de l'inter-région Paris-Nord, 72 % des patients seulement seraient suivis au moins 15 jours, avec un pourcentage d'erreurs de 22 % sur la date des derniers renseignements [46]. En l'absence de registre inter-hospitalier, chaque établissement doit donc pouvoir disposer de la possibilité financière de mettre en place sa propre surveillance avec une méthodologie adaptée à ses objectifs et à ses capacités. L'utilisation conjointe de la liste des reprises opératoires, des résultats de bactériologie et d'un système de convocation automatique des patients à 12 mois pourrait être une possibilité de simplification de la surveillance, afin qu'un plus grand nombre de services puisse disposer de données d'incidence des ISO. Ceci permettrait un auto-contrôle et une amélioration de ses propres performances [47]. Dans l'avenir, il pourrait être proposé un système de surveillance basé sur le modèle scandinave [48] : création d'un registre national.

Tableau II – Incidence des infections du site opératoire sur prothèses articulaires. Données nationales du Réseau d'alerte, d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales (1999-2005) [29].

Types d'interventions	Incidence pour les interventions en NNISS = 0	Incidence pour les interventions en NNISS = 1	Incidence pour les interventions en NNISS > 1 (2 ou 3)	Incidence globale
Prothèse totale de hanche (PTH)	0,7 %	1,2 %	2,6 %	0,9 %
Prothèses articulaires de hanche (sauf PTH)	1,1 %	2,2 %	2,9 %	1,6 %
Prothèses articulaires de genou	0,4 %	0,6 %	2,3 %	0,6 %
Autres prothèses articulaires	0,7 %	1,5 %	1,4 %	1,0 %

Tableau III – Principales études françaises (hors RAISIN) sur l'incidence des infections du site opératoires sur prothèses articulaires.

Études	Types d'études	Nombre d'interventions	Types d'interventions	Définition de l'infection	Microbiologie	Durée de suivi post-opératoire	Incidence
Dumaine et al. 2007 [30]	Prospective, monocentrique	2 646	Prothèses articulaires (hanche et genou)	2 prélèvements profonds positifs + arguments cliniques et biochimiques (CRP)	<i>S. aureus</i> : 58 % SARM : 10 % monomicrobiennes dans 70 % des cas	12 mois	0,9 %
Debargé et al. 2007 [31]	Rétrospective, monocentrique	923	PTG en première intention	Isolement de bactéries sur au moins un prélèvement profond réalisé lors d'une ré-intervention pour suspicion d'infection	<i>S. aureus</i> ⊕ 90 % monomicrobiennes dans 100 % des cas	12 à 123 mois	2,1 %
Lecuire et al. 2003 [32]	Prospective, monocentrique	3 821	PTH : 2 745 PTG : 1 076	Critères cliniques et biologiques des CDC. Absence de critère microbiologique complémentaire	<i>S. aureus</i> ⊕ 50 % monomicrobiennes dans 75 % des cas	inconnue	PTH : 0,55 % PTG : 1,67 %
Eveillard et al. 2001 [20]	Prospective, monocentrique	790	PTH	Infections profondes. Bactéries isolées d'un prélèvement profond au cours d'une reprise justifiée par une suspicion d'infection.	SARM majoritaires	De 1 mois à 4 ans. 80 % des patients revus à 12 mois	1,11 %
Eveillard et al. 2003 [33]	Prospective, monocentrique	210	PTG				4,29 %
Merrer et al. 2007 [34]	Prospective, multicentrique	396	Hémiarthroplasties pour fracture du col	Infections profondes et superficielles	SARM majoritaires	12 mois	6,9 %

PTH : Prothèse totale de hanche ; PTG : Prothèse totale de genou. SARM : *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline

Question 2 : comment affirmer le diagnostic d'infections ostéo-articulaires sur matériel ?

2.1 Quels sont les signes cliniques en faveur d'une infection sur matériel chez un patient porteur d'une prothèse articulaire ?

L'existence d'une fistule à proximité de la prothèse affirme l'infection jusqu'à preuve du contraire (**niveau 3**) [49-51].

Dans le mois qui suit la mise en place d'une prothèse articulaire, les signes cliniques suivants sont évocateurs d'une infection de la prothèse (**niveau 3**) [49-51] :

- douleur d'intensité anormale ou sa réapparition après intervalle libre,
- écoulement purulent de la plaie opératoire,
- désunion ou nécrose ou inflammation cicatricielle.

L'existence de signes généraux (fièvre, frissons) augmente la probabilité d'une infection.

À distance de la mise en place d'une prothèse, l'existence d'une douleur (particulièrement s'il s'agit d'une prothèse totale de hanche ou s'il n'existe pas de ciment) et/ou la présence d'un descellement radiologique, surtout si la prothèse a été posée récemment, doivent faire rechercher une infection (**grade C**) [49-51, 53]. En cas d'un long intervalle libre entre la pose de la prothèse et la survenue de signes infectieux en regard de celle-ci, il convient de rechercher un foyer infectieux à distance (infection de nature « hématogène ») (**grade B**) [49, 54-56].

Chez un patient porteur d'une prothèse articulaire ou d'un matériel d'ostéosynthèse, en présence d'un sepsis (annexe 3) et en l'absence d'un autre point d'appel infectieux à l'examen clinique, il faudra évoquer une infection du matériel d'ostéosynthèse.

L'absence de signes inflammatoires cliniques locaux et généraux ne permet pas d'éliminer une infection sur prothèse (**niveau 2**) [54, 55].

2.2 Quels sont les arguments biologiques en faveur d'une infection sur matériel et leur valeur diagnostique ?

Aucun paramètre biologique n'est à lui seul spécifique de l'infection sur prothèse.

La leucocytose sanguine n'a pas une bonne valeur prédictive positive et négative en cas d'infection sur prothèse (**niveau 2**) [51, 57, 58].

Une valeur normale de la VS et/ou de la CRP n'exclut pas une infection ostéo-articulaire sur matériel (**avis d'expert**).

Dans le mois qui suit l'implantation d'un matériel ostéo-articulaire, c'est la courbe de l'évolution du taux sérique de la C-reactive protéine (CRP) et non sa valeur absolue qui est un élément d'indication d'une infection. La vitesse de sédimentation (VS) n'a aucune valeur diagnostique (**grade C**) [49, 51, 52, 54].

Au-delà de 3 mois après la mise en place d'une prothèse, et en cas de suspicion d'infection de celle-ci, il est recommandé de réaliser une mesure de la VS et de la CRP (**grade B**). L'interprétation des résultats doit se faire en l'absence de facteurs confondants (infection d'une autre origine, rhumatisme inflammatoire en poussée...) et en fonction de l'âge et de la fonction rénale pour la VS. Les seuils minimaux au-delà desquels l'existence d'une infection est suspectée, oscillent entre 22 et 30 mm pour la VS et entre 10 et 13,5 mg/l pour la CRP (en fonction des normes utilisées par le laboratoire). Ces paramètres ont respectivement des valeurs de sensibilité de 82 à 93 % et de 91 à 97 % et des valeurs de spécificité de 84 % et de 86 à 92 % [53-55, 58-60].

2.3 Quelle est la place de l'imagerie : radiologie, échographie, tomodensitométrie, imagerie par résonance magnétique, imagerie nucléaire ?

2.3.1 Quels sont les signes radiologiques en faveur d'une infection sur matériel ?

Il est fortement recommandé de réaliser une radiographie standard même si 50 % d'entre-elles restent normales et s'il n'existe aucun signe radiographique formel d'infection sur matériel (**grade B**) [61]. Les signes radiologiques à rechercher sont les suivants (**niveau 2**) [62-65] :

- présence d'un séquestre, petit fragment osseux très dense, élément rare mais hautement suggestif d'une infection ;
- liseré clair et étendu autour du matériel dont la largeur évolue de plus de 2 mm pendant une période d' 1 an ;
- zones d'ostéolyse floues et mal définies ;
- réaction périostée extensive circonférentielle, non incorporée à la corticale ;
- présence de gaz intra-articulaire ;
- mobilisation ou fracture du matériel d'ostéosynthèse.

La sensibilité de la radiographie est de 14 % et sa spécificité de 70 %.

2.3.2 Quels sont les signes tomodensitométriques en faveur d'une infection sur matériel ?

Le scanner demeure le meilleur examen, en présence d'un matériel d'ostéosynthèse, pour apprécier la structure osseuse sur os périphérique. Il permet également l'analyse des parties molles. Il peut être artéfacté par le matériel d'ostéosynthèse. Il est fortement recommandé d'effectuer une injection intra-veineuse de produit de contraste iodé.

Les signes tomodensitométriques d'une infection de prothèse sont les suivants (**niveau 2**) [66-70] :

- présence d'appositions périostées (sensibilité de 16 % mais spécificité de 100 %),
- ostéolyses floues et mal limitées autour du matériel,
- anomalie des tissus mous (sensibilité de 100 % et spécificité de 87 %),
- collection non hématique dans les parties molles (valeur prédictive positive de 100 %),

En cas de suspicion d'infection articulaire, l'absence d'épanchement intra-articulaire a une valeur prédictive négative de 96 %.

2.3.3 Quels sont les signes échographiques en faveur d'une infection sur matériel ?

L'échographie permet de rechercher une collection, un épanchement intra-articulaire ou localisé au niveau d'une bourse séreuse, un épaissement des tissus mous et une hyperémie doppler (**niveau 2**) [71-73]. En cas de suspicion d'infection articulaire, l'absence d'épanchement intra-articulaire a une forte valeur prédictive négative.

2.3.4 Quels sont les signes IRM en faveur d'une infection sur matériel ?

L'IRM permet de visualiser avec précision les anomalies des parties molles en cas d'infection sur matériel d'ostéosynthèse. La structure osseuse au contact d'un matériel d'ostéosynthèse n'est pas analysable et il existe des anomalies de signal de la médullaire osseuse en période post-opératoire précoce. Il est recommandé de réaliser des séquences permettant de diminuer les artéfacts dus au matériel (fast spin-écho). Il est recommandé d'effectuer une injection intra-veineuse de Gadolinium®.

Les signes radiologiques en faveur d'une infection autour du matériel d'ostéosynthèse sont les suivants (**niveau 2**) [74-77] :

- œdème inflammatoire des tissus mous en hypersignal T2 se rehaussant après injection de Gadolinium® ;
- collection intra-osseuse ou des parties molles avec rehaussement annulaire lors de l'injection de Gadolinium® (la zone centrale ne se rehausse pas) ;

- trajet fistuleux en hypersignal T2 se rehaussant après injection de Gadolinium® ;
- épanchement intra-articulaire ou dans une bourse séreuse en hypersignal T2 sans prise de contraste après injection de Gadolinium® ;
- séquestre osseux apparaissant en hypersignal sur l'ensemble des séquences.

L'IRM a une bonne valeur diagnostique en cas d'infection d'un matériel rachidien. En association avec les signes déjà décrits, on recherchera une prise de contraste de l'espace discal et épidual avec nécrose centrale avasculaire.

2.3.5 Quels sont les signes arthrographiques en faveur d'une infection sur matériel ?

Si l'arthrographie ne permet pas de confirmer le diagnostic d'infection ostéo-articulaire sur matériel, elle peut être indiquée dans le cadre du bilan d'extension de l'infection en période pré-opératoire.

L'arthrographie permet de visualiser un trajet fistuleux et/ou une collection para-articulaire et de pratiquer, avant l'opacification, une ponction à visée bactériologique (**niveau 2**) [78-82].

Cet examen ne doit pas être réalisé pour le suivi d'une infection sur matériel.

2.3.6 Quels examens réaliser en présence d'une collection ?

La ponction d'une collection à proximité d'un matériel d'ostéosynthèse ou dans une articulation prothésée est impérative et doit se faire dans des conditions d'asepsie chirurgicale. Si sa réalisation est difficile, elle peut être réalisée sous contrôle scopique ou lors d'une échographie, d'une tomodensitométrie ou d'une arthrographie (**grade B**). La sensibilité de cette méthode diagnostique est variable selon les études (variant entre 77 et 97 %) [83-87].

Elle ne doit être recommandée qu'en cas de suspicion clinique d'infection sur matériel et doit être réalisée à distance de toute antibiothérapie (**grade C**) [88].

2.3.7 Quels sont les examens de médecine nucléaire et les signes scintigraphiques pour une infection ostéo-articulaire sur matériel ?

Il est possible de réaliser une scintigraphie osseuse à l'Hydroxy-Diphosphonate marqué au Technétium 99 (HDP-Tc99m) ou à l'Hydroxy-Méthyl-Diphosphonate marqué au Technétium 99 (HMDP-Tc99m) traduisant l'activité ostéoblastique (avec 3 temps successifs : vasculaire, tissulaire et osseux plus tardif). En cas d'infection, cet examen précocement positif, montre une fixation anormale aux 3 temps (**niveau 2**). Sa sensibilité est de 90 à 100 % mais sa spécificité n'est que de 30 à 40 %. Ainsi, une scintigraphie osseuse au HDP-Tc99m ou au HMDP-Tc99m négative, exclut quasiment le diagnostic d'infection (valeur prédictive négative voisine de 100 %).

Un résultat de scintigraphie osseuse au HDP-Tc99m ou au HMDP-Tc99m anormal n'est pas spécifique d'une infection. En effet, après la pose d'une prothèse ou d'un matériel d'ostéosynthèse, persiste une anomalie de fixation variant en fonction des études entre 6 et 12 mois pour la hanche et pouvant aller jusqu'à 24 mois pour le genou.

Dans ce cas, il est fortement recommandé d'associer une scintigraphie aux polynucléaires marqués à l'Hexa-Méthyl-Propylène-Amine-Oxime marqué au Technétium 99 (HMPAO-Tc-99m) avec images tardives 24 heures après la réinjection des polynucléaires [89]. S'il existe une infection, cet examen montre une fixation anormale qui doit persister sur les clichés réalisés 24 heures après l'injection. En présence d'une imagerie positive à 24h, il est possible d'améliorer la localisation du foyer infectieux en réalisant un scanner hélicoïdal couplé à une Tomographie par Emission MonoPhotonique (TEMP-TDM) si l'examen est disponible. Cette scintigraphie a une sensibilité de 81 à 97 % et une spécificité de 89 à 100 % (**niveau 2**). Un délai d'au moins 6 mois entre la pose de la prothèse et la réalisation de la scintigraphie est nécessaire pour son interprétation.

Si le marquage *in vitro* des leucocytes autologues n'est pas possible, une scintigraphie aux anticorps anti-granulocytes (par exemple Leukoscan®) peut être réalisée (facilité de préparation du radiopharmaceutique). La sensibilité rapportée dans la littérature pour cet examen est comparable à celle de la scintigraphie aux polynucléaires marqués, mais avec une spécificité inférieure [90].

Dans certains cas, afin d'augmenter encore la spécificité, il est possible de pratiquer une scintigraphie médullaire (sulfo-colloïdes marqués par le Technétium 99 de taille supérieure à 50 nm) s'il existe une suspicion de remodelage médullaire consécutif à la chirurgie. Dans ce cas, l'absence de congruence entre les deux radiopharmaceutiques est très évocatrice de sepsis [91, 92].

En cas de suspicion d'infection rachidienne sur matériel d'ostéosynthèse, il est possible de réaliser une scintigraphie au Gallium 67 (images effectuées 48 à 72 heures après l'injection du radiopharmaceutique). Couplé à la scintigraphie osseuse au HMDP-Tc99m, cet examen permet d'atteindre une spécificité diagnostique de 75 à 91 % (**niveau 2**) [93]. Par contre, cet examen est assez irradiant compte tenu de l'énergie des rayons gamma de cet isotope et de sa demi-vie assez longue (78 h). Dans cette indication, il est recommandé de ne pas effectuer de scintigraphie aux polynucléaires marqués (**avis d'expert**).

La tomographie d'émission de positons au 18 FDG n'a pour l'instant pas d'indication dans le diagnostic de l'infection de prothèse ostéo-articulaire ni dans l'infection sur matériel rachidien. Si sa sensibilité est excellente, elle manque de spécificité [94, 95].

2.3.8 Quelle stratégie d'imagerie adopter en cas d'infection ostéo-articulaire sur matériel ?

En cas d'infection précoce (dans le 1^{er} mois suivant la pose du matériel d'ostéosynthèse) **ou hématogène**, la place de l'imagerie est restreinte. En cas de collection au contact du matériel d'ostéosynthèse dont la ponction est difficile, il est recommandé de la faire pratiquer sous contrôle échographique en respectant les conditions d'asepsie chirurgicale (**grade C**). En cas de suspicion d'infection précoce sur matériel rachidien, l'IRM est conseillée.

En cas d'infection retardée (survenant entre le 2^e et le 6^e mois) **ou tardive** (après le 6^e mois), la radiographie standard est l'examen de première intention du fait de sa simplicité, de son faible coût et de sa reproductibilité (**grade B**).

Le scanner avec injection de produit de contraste iodé est l'examen de deuxième intention (**grade B**). L'IRM est d'interprétation difficile dans cette indication (artéfacts liés au matériel d'ostéosynthèse), mais peut parfois être contributive si le matériel est en titane ou s'il s'agit de céramique. En cas de collection au contact du matériel d'ostéosynthèse dont la ponction est difficile, il est recommandé de la faire pratiquer sous contrôle scopique, échographique, tomodensitométrique ou arthro-tomodensitométrique en respectant les conditions d'asepsie chirurgicale (**grade C**). Une biopsie synoviale est possible.

En cas de résultat négatif ou en l'absence de collection, l'imagerie utilisant les radio-isotopes (scintigraphie osseuse couplée à une scintigraphie aux polynucléaires marqués), à condition d'être réalisée dans les conditions définies dans le paragraphe précédent, permettra une aide au diagnostic (**grade B**).

En cas de suspicion d'infection sur matériel d'ostéosynthèse rachidien, l'IRM avec injection de Gadolinium® et la scintigraphie osseuse couplée à la scintigraphie au Gallium sont les examens de choix.

La stratégie diagnostique est résumée dans la figure 2.

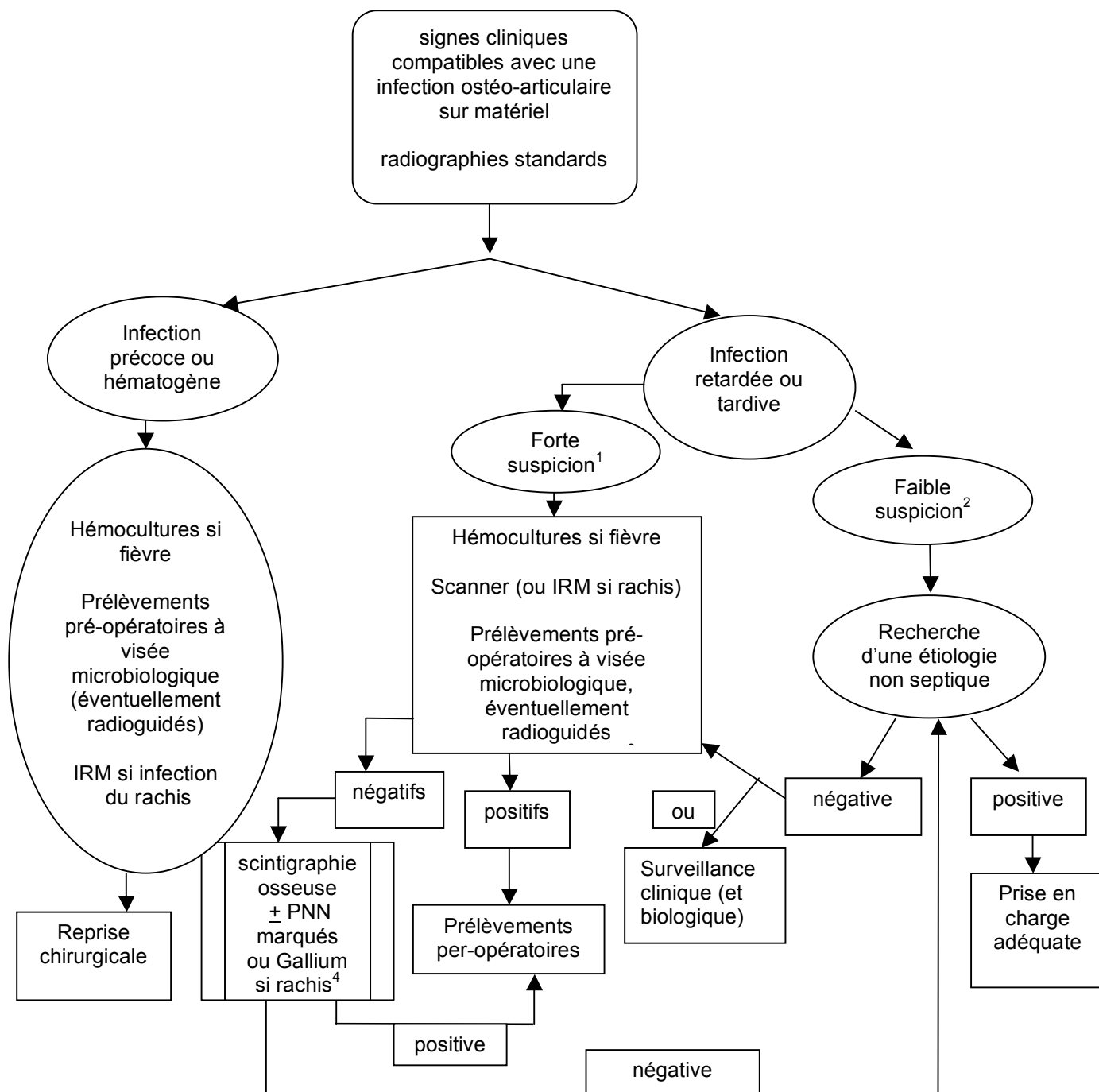


Figure 2 : Algorithme pour le diagnostic d'infection ostéo-articulaire sur matériel

1- signes inflammatoires locaux, écoulement (fistule), fièvre

2- douleur et/ou descellement ; absence de signe inflammatoire local ou général

3- le scanner permet de confirmer des anomalies vues sur les radiographies (ou de mettre en évidence des anomalies en faveur d'un processus infectieux non visualisées sur les radiographies) et permet un bilan lésionnel pré-opératoire.

4- à ne réaliser qu'après 6 mois de la chirurgie. Si la scintigraphie osseuse est négative => ne pas effectuer de scintigraphie aux PNN marqués ou au Gallium (rachis).

2.4 Quel est l'apport de la microbiologie et de l'anatomopathologie ?

2.4.1 Comment réaliser les prélèvements microbiologiques à visée diagnostique ?

Afin de diminuer le risque d'obtenir des prélèvements faussement négatifs, il est recommandé de respecter un délai minimal de 15 jours par rapport à toute antibiothérapie (sauf en cas de sepsis et après évaluation du risque d'infection disséminée) **(avis d'expert)** [96].

Il est recommandé de réaliser des prélèvements pré-opératoires en respectant une asepsie chirurgicale (ponction articulaire ou d'une collection au contact d'un matériel d'ostéosynthèse) lorsqu'il existe un doute diagnostique d'infection ostéo-articulaire. En cas de résultat positif, cela peut permettre d'envisager les modalités de prises en charge chirurgicales (chirurgie en 1 ou 2 temps : Cf 3.2.1.2.3) et d'adapter l'antibiothérapie en période post-opératoire. Un résultat négatif n'élimine pas le diagnostic d'infection.

En cas de fièvre et de signes généraux, il est recommandé de réaliser des hémocultures avec un volume de sang suffisant sur flacons pour aérobies et anaérobies et de pratiquer un prélèvement pré-opératoire (ponction articulaire ou d'un abcès à proximité d'un matériel en respectant les conditions d'asepsie chirurgicale) afin de pouvoir débiter rapidement une antibiothérapie probabiliste avant d'envisager une chirurgie dans les meilleurs délais.

Il est fortement recommandé de réaliser des prélèvements lors de l'intervention.

Afin d'éviter les prélèvements faussement positifs, il est recommandé de respecter une asepsie chirurgicale lors de leur réalisation **(avis d'expert)**.

2.4.1.1 Prélèvements pré-opératoires

Il est fortement recommandé de ne pas prélever avec un écouvillon sur la cicatrice, même si celle-ci est désunie.

En présence d'une fistule, il n'est pas recommandé d'effectuer de prélèvement à partir de son orifice [97].

En cas d'épanchement intra-articulaire ou d'abcès au contact du matériel ostéo-articulaire, il est recommandé d'effectuer une ponction, éventuellement radioguidée (en respectant les conditions d'asepsie chirurgicale).

Idéalement, le liquide prélevé doit rester dans la seringue qui a servi au prélèvement : il faut chasser l'air de la seringue et l'obturer hermétiquement avec un bouchon stérile. Il est possible d'inoculer des flacons d'hémocultures pour aérobies et anaérobies si le délai d'acheminement et d'ensemencement est supérieur à 2 heures. En cas de faible volume recueilli, il est possible d'utiliser des flacons d'hémocultures pédiatriques. Dans tous les cas, il faut préciser que ces flacons contiennent un liquide articulaire ou péri-prothétique. Une partie du liquide doit être recueillie dans un tube hépariné pour l'examen direct : cytologie et colorations.

La ponction reste par contre de réalisation difficile s'il n'existe qu'un tissu de granulation sans élément liquidien. Il est alors possible de réaliser une biopsie au True-cut qui permet d'obtenir un prélèvement tissulaire (**grade B**) [98].

En cas d'infection au niveau du rachis il est recommandé d'effectuer des biopsies percutanées (Cf chapitre 3.2.4) qui ne doivent pas retarder la prise en charge chirurgicale.

2.4.1.2 Prélèvements per-opératoires

Ils doivent être effectués au début de l'intervention, en dehors de toute antibiothérapie et avant toute antibioprofylaxie.

Il est fortement recommandé de ne pas prélever sur écouvillons.

Il est recommandé de réaliser 5 prélèvements au niveau de zones macroscopiquement pathologiques (**grade B**) [96]. Un nombre inférieur risque de provoquer des difficultés d'interprétation et un nombre supérieur engendre une surcharge de travail supplémentaire pour le laboratoire de bactériologie sans preuve d'amélioration de la sensibilité de l'examen. Ces prélèvements peuvent être liquides (pus, liquide articulaire) ou solides (tissus de granulation, tissus osseux, tissu d'interposition et tout tissu paraissant suspect). Il est recommandé de changer d'instrument entre chaque prélèvement. La localisation du site de chaque prélèvement doit être renseignée.

Il est fortement recommandé de les acheminer rapidement au laboratoire dans des flacons stériles en moins de 2 heures (Cf 2.4.2).

Si du matériel d'ostéosynthèse (vis) ou la prothèse sont adressés au laboratoire de bactériologie, ils pourront subir une sonication afin de décrocher les bactéries pour en faciliter la culture (technique en voie de développement) [99].

2.4.1.3 Prélèvements post-opératoires

Dans le cadre d'une chirurgie septique, la positivité (avec la même bactérie ou une autre) des liquides de drainage en culture (adressés au laboratoire de bactériologie au bout de 72 heures au plus tard) semble liée à un risque accru de rechute ou de récurrence de l'infection (**niveau 2**) [100].

En cas d'infection sur fiche de fixateur externe, il est recommandé de réaliser des prélèvements le long de la fiche (Cf chapitre 3.2.6).

2.4.2. Comment transporter les prélèvements microbiologiques au laboratoire ?

Le transport des prélèvements au laboratoire doit respecter les exigences des bonnes pratiques de transport des produits biologiques à risque infectieux dont les modalités doivent être décrites dans une procédure impliquant les services de chirurgie, le laboratoire et la logistique de l'établissement. Si la durée

du transport dépasse 2 heures, il est conseillé de mettre les échantillons dans des milieux de transport (notamment pour la préservation des anaérobies). Le transport doit s'effectuer à température ambiante.

Il est fortement recommandé que les échantillons correctement identifiés (nom, prénom et sites de prélèvements) soient accompagnés d'un bon de demande spécifique comportant le nom du prescripteur et du préleveur, les dates et heures de prélèvements, les sites de prélèvements et les informations cliniques (antécédents infectieux, reprise de prothèse, antibiothérapie...). La recherche éventuelle de mycobactérie devra être précisée sur la demande.

Il est recommandé que le laboratoire note les retards d'acheminement des prélèvements.

2.4.3 Quelles sont les techniques microbiologiques à mettre en place à partir des prélèvements effectués pour le diagnostic et leur interprétation ?

Tous les prélèvements doivent être techniqués sous hotte à flux laminaire type PSM2 avec casaque à usage unique (changée 1 fois par jour) et gants stériles (changés régulièrement) pour éviter au maximum une contamination externe. Il est recommandé d'utiliser du matériel à usage unique et des géloses les plus fraîches possible. Tous les prélèvements sont ensemencés en milieux solides et liquides.

2.4.3.1 Les prélèvements pré-opératoires : liquide articulaire

Le liquide articulaire peut arriver au laboratoire dans une seringue, dans des flacons d'hémocultures accompagnés ou non d'un tube hépariné.

L'examen cytologique (numération et formule) doit être réalisé dans les 2 heures qui suivent le prélèvement. Dans un liquide articulaire, plus de 1 700 leucocytes/mm³ (sensibilité de 94 % et spécificité de 88 %) et plus de 65 % de polynucléaires neutrophiles sont très évocateurs d'une infection sur prothèse (**niveau 2**) [50, 56]. Ces valeurs sont nettement inférieures à celles d'une arthrite septique sans matériel. L'examen bactériologique direct après coloration de Gram d'une pastille de cyto centrifugation peut permettre de visualiser les bactéries.

Il est recommandé d'ensemencer le liquide articulaire sur des géloses enrichies à incuber en aérobiose, sous 5 % de CO₂ et en anaérobiose et d'inoculer des flacons d'hémocultures pour aérobies et anaérobies. Cette dernière technique est supérieure à la technique d'ensemencement sur boîte pour certaines bactéries de croissance lente, du fait de la richesse du milieu d'hémoculture utilisé, de la mise en culture d'une quantité de liquide plus importante, éventuellement de la présence de résines adsorbant les antibiotiques et de l'action d'un agent lytique permettant de lyser les cellules dans lesquelles se trouvent les bactéries. Mais *Propionibacterium acnes* et *Peptostreptococcus* peuvent ne pas être isolées dans des flacons d'hémocultures destinés à être incubés dans des automates.

L'incubation des milieux de cultures doit être poursuivie pendant 14 jours (**avis d'expert**) [101]. Certaines bactéries peuvent ne pas troubler les milieux liquides. Il est donc recommandé de repiquer les bouillons d'enrichissement en fin d'incubation même s'ils ne sont pas troubles.

2.4.3.2 Les prélèvements per-opérateurs

Les prélèvements solides (fragments d'os, de tissus) doivent être broyés afin de libérer les bactéries du biofilm. Il est recommandé d'ensemencer les prélèvements liquides et les broyats sur milieux enrichis solides et liquides et éventuellement sur milieu pour mycobactérie à la demande du clinicien.

L'examen direct d'un frottis des broyats doit à la fois rechercher la présence de polynucléaires neutrophiles (mieux identifiés après la coloration de May Grunwald) et la présence de bactéries (coloration de Gram). La sensibilité de l'examen bactériologique direct est faible (6 %) alors que la spécificité est proche de 100 % [96].

Il est recommandé de congeler à -80 °C une partie des prélèvements pour réaliser une recherche particulière (mycobactérie, champignon) et éventuellement des techniques de biologie moléculaire.

Il est recommandé de poursuivre l'incubation des milieux de culture solides (pendant 5 jours en aérobiose et pendant 8 jours en anaérobiose) et liquides (pendant 14 jours) pour permettre l'isolement de microcolonies de bactéries de croissance lente appelées « small colony variants » [102, 103], de *Propionibacterium acnes* et de bactéries d'espèces différentes qui apparaissent sur les géloses de façon décalée dans le temps (prélèvements pluri-microbiens).

Les milieux liquides seront systématiquement repiqués dès qu'un trouble apparaît. Certaines bactéries peuvent ne pas troubler le bouillon d'enrichissement. Il est donc recommandé de repiquer systématiquement les bouillons d'enrichissement même s'ils ne sont pas troubles.

Il est recommandé d'identifier toutes les colonies différentes, particulièrement celles des staphylocoques.

Il est recommandé de réaliser un antibiogramme sur les différents types de colonies isolées car il est fréquent d'observer plusieurs phénotypes de résistance pour une même espèce bactérienne chez le même patient. Il est nécessaire d'effectuer les CMI des glycopeptides sur les staphylocoques selon les recommandations du Comité de l'antibiogramme de la S.F.M. et de vérifier si possible la sensibilité à l'oxacilline par la recherche du gène *mecA*. Il est nécessaire d'effectuer les CMI des bêta-lactamines sur les streptocoques non groupables isolés.

L'examen cytbactériologique des prélèvements d'infections ostéo-articulaires sur matériel est un examen long et fastidieux dont l'importance est considérable. Un résultat rendu stérile en 48 heures est inacceptable.

Deux techniques ne sont actuellement pas réalisées en routine : la culture du biofilm obtenu après sonication du matériel (prothèse, ostéosynthèse) [99] ; et la détection par PCR du gène codant l'ARN 16S bactérien lorsque les cultures restent stériles ; si la recherche est positive, son séquençage peut permettre d'identifier la bactérie causale [13, 104, 105].

Les souches bactériennes responsables d'infections ostéo-articulaires doivent être conservées à -80 °C.

2.4.4 Apport de l'examen anatomopathologique dans le diagnostic d'infection ostéo-articulaire sur matériel (grade C)

Il est recommandé, dans tous les cas, de réaliser un examen anatomopathologique intéressant le tissu osseux et la synoviale. Le diagnostic histologique d'une infection sur matériel repose sur la présence de plus de 5 polynucléaires neutrophiles par champ (grossissement x 400) dans au moins 5 champs microscopiques séparés sur le prélèvement osseux. Dans ce cas, la sensibilité et la spécificité de l'examen varient en fonction des études, respectivement entre 43 et 100 % et entre 81 et 98 %.

La pratique d'un examen extemporané est limitée d'une part par la taille de l'échantillon osseux lorsque celle-ci est importante et, d'autre part, par la moins bonne qualité technique des coupes histologiques examinées. Si sa sensibilité est satisfaisante en cas de descellement septique, elle l'est beaucoup moins en cas de descellement aseptique [106-108].

Enfin, l'intérêt de l'examen histologique est de pouvoir orienter le diagnostic vers une infection à mycobactérie sur matériel prothétique et de permettre la culture sur milieu spécifique. Il peut également permettre de faire le diagnostic d'infection fongique.

2.5 Quels sont les arguments en faveur du diagnostic : infection certaine et infection probablement exclue ou non détectable ?

Il n'existe pas de consensus dans la littérature sur les critères permettant de définir une infection ostéo-articulaire sur matériel. Ceux-ci reposent sur un faisceau d'arguments parmi lesquels la microbiologie est prédominante. Le groupe de travail, dans un but exploratoire, a cependant jugé utile de proposer une classification binaire (infection certaine / infection probablement exclue ou non détectable) en considérant qu'entre les deux, existent plusieurs situations d'infection possible pour lesquelles des critères précis ne peuvent être définis. Enfin, dans ce chapitre, nous considérons que la démarche préalable clinique, biologique et/ou d'imagerie, a permis de suspecter une infection. Nous considérons que 5 prélèvements ont été, à chaque fois, réalisés [59, 96, 99, 109-116].

2.5.1 Infection certaine

- ∞ Présence d'une fistule au contact de la prothèse ou de l'implant (**niveau 3**) ;
- ∞ Présence de pus dans l'articulation ou au contact de la prothèse ou de l'implant (**avis d'expert**) ;
- ∞ Présence d'au moins 3 prélèvements (3 prélèvements per opératoires ou 2 prélèvements per opératoires + 1 prélèvement par ponction articulaire réalisée quelques jours avant la chirurgie) ou 2 prélèvements espacés dans le temps (1 prélèvement per opératoire + 1 prélèvement par ponction articulaire) positifs à la même bactérie (même espèce avec même antibiogramme) appartenant à la flore cutanée (ex : staphylocoque à coagulase négative, *Propionibacterium acnes*, corynébactérie...) et dont l'isolement pose la question d'une éventuelle contamination (**niveau 2**) ;

- ∞ Présence d'au moins 1 prélèvement positif (1 prélèvement par ponction articulaire ou 1 prélèvement per opératoire ou par hémoculture) à une bactérie n'appartenant pas à la flore cutanée et pour lequel la question d'une contamination ne se pose pas (ex : *Staphylococcus aureus*, entérobactéries, *Pseudomonas aeruginosa*...) ou avec une bactérie exceptionnellement rencontrée pour laquelle la question d'une contamination ne se pose pas (ex: *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter*, *Pasteurella*...) (**avis d'expert**).

2.5.2 Infection probablement exclue ou non détectable

En l'absence de fistule ou de pus dans l'articulation ou au contact de l'implant, une infection est considérée comme probablement exclue ou non détectable s'il existe l'un des critères suivants :

- tous les prélèvements per opératoires sont stériles (à condition d'avoir été réalisés après 15 jours d'arrêt de toute antibiothérapie) et lorsqu'il n'existe aucun signe histologique d'infection (**niveau 2**) ;
- 1 seul prélèvement per opératoire est positif à une bactérie de la flore cutanée (staphylocoque à coagulase négative, *Propionibacterium acnes*, corynébactérie...) sans signe histologique d'infection et avec moins de 65 % de polynucléaires neutrophiles dans le liquide de ponction articulaire (**niveau 2**).

Dans ces 2 situations, une CRP < 10 mg/l peut conforter l'absence d'infection.

Question 3 : quelles sont les modalités de la prise en charge thérapeutique ?

3.1 Quel est le rationnel conduisant à la stratégie thérapeutique ?

Le rationnel scientifique basé sur les études expérimentales *in vitro* ou chez l'animal ne permet pas une gradation telle que préconisée.

3.1.1 Biofilm et biomatériaux

Les études menées *in vitro* ont montré que la surface métallique d'une prothèse ou d'un matériel d'ostéosynthèse n'est pas un support inerte. Les oxydes la composant interagissent avec les glycoprotéines tissulaires qui offriront secondairement une surface d'interaction liante avec les bactéries [117].

En dehors de toute infection, une inflammation aiguë survient dans les semaines qui suivent la pose de la prothèse, puis elle s'atténue pour laisser place à un tissu scléro-atrophique à l'origine de l'intégration tissulaire de la prothèse.

Un inoculum bactérien inférieur à 1 000 colonies formant unités (qu'il soit per opératoire, par contiguïté ou par voie hématogène), est considéré comme suffisant pour déclencher le processus infectieux.

Celui-ci débute par un phénomène d'attraction-adhésion au cours duquel les bactéries sont adsorbées sur le matériel de façon réversible [118]. Puis, à partir de liaisons moléculaires covalentes d'une part et de dépôts protéiques de l'hôte d'autre part, les bactéries vont coloniser le matériel de façon irréversible [119],

120]. À partir de ce moment, les bactéries vont développer une stratégie de survie au sein d'une entité dynamique définie sous le terme de biofilm à l'intérieur duquel les antibiotiques diffusent mal. Le biofilm est constitué d'une substance polysaccharidique sécrétée par les bactéries appelée « slime » permettant l'adhérence définitive des bactéries sur le matériel [121, 122].

Les bactéries présentes dans le biofilm vont s'organiser en micro-colonies (« small colony variant ») sous l'influence de communications inter-cellulaires aboutissant à une phase stationnaire de croissance due à l'absence de production d'ATP [123, 124]. Cela a pour conséquence :

- une limitation de l'activité de certains antibiotiques, variant en fonction de la souche bactérienne en cause,
- la persistance prolongée de *Staphylococcus aureus* dans les ostéoblastes d'après certaines études [125],
- un échappement au mécanisme de défense immunitaire.

Ce biofilm s'étend en quelques jours à toute la surface du matériel [126] expliquant qu'un lavage chirurgical tardif au-delà de 15 jours soit inefficace [127, 128].

Ces constatations physiopathologiques expliquent la nécessité, le plus souvent, de l'ablation du matériel et ce d'autant que :

- l'infection est ancienne,
- l'implant est descellé,
- l'état immun du patient est défavorable.

3.1.2 Infections expérimentales

Les données expérimentales font appel à des modèles dit « discriminants » ayant pour but de comparer chez l'animal (souris, rat, cobaye, lapin) différents traitements antibiotiques dans différentes situations d'infection ostéo-articulaire. Les études expérimentales s'intéressant aux infections sur matériel d'ostéosynthèse sont rares du fait de la lourdeur du dispositif. Dans les modèles à Gram positif et notamment à staphylocoque, la rifampicine apparaît de façon récurrente comme un partenaire incontournable dans la plupart des associations. Par ailleurs, les modèles animaux ont validé la prescription d'antibiothérapie orale au cours de l'infection osseuse, notamment pour les fluoroquinolones.

3.2 Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical ?

3.2.1 Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical de la prothèse articulaire infectée ?

Trois objectifs doivent être atteints au cours de la prise en charge chirurgicale d'une prothèse infectée (**avis d'expert**) [129] :

- éradiquer l'infection,
- sauvegarder le capital osseux,

- préserver la fonction.

Cependant, la sauvegarde du capital osseux ne doit pas conduire à minimiser l'abord chirurgical au risque de ne pas éradiquer l'infection. Dans tous les cas l'intervention doit comporter des prélèvements microbiologiques (voir chapitre 2.4.2).

3.2.1.1 Conservation de la prothèse

Il est recommandé de pratiquer une synovectomie lavage («le débridement») dans le cadre d'une infection vue très précocement (post-opératoire jusqu'aux environs de J15, infection secondaire récente sans descellement) (**grade C**) [128]. Son bénéfice est corrélé à sa précocité.

Il est recommandé d'effectuer une excision totale, circonférentielle et péri-prothétique, emportant la néo-capsule, la néo-synoviale jusqu'à obtention d'un tissu bien vascularisé et sain. La luxation de la prothèse et le nettoyage de l'interligne prothétique sont recommandés. Dans le cadre d'une chirurgie septique, la positivité (avec la même bactérie ou une autre) des liquides de drainage en culture (adressés au laboratoire de bactériologie au bout de 72 heures au plus tard) semble liée à un risque accru de rechute ou de récurrence de l'infection (**niveau 2**) [100].

Il est recommandé de ne pas utiliser d'irrigation lavage (**avis d'expert**).

L'antibiothérapie sera débutée dès la réalisation des prélèvements bactériologiques, tout d'abord de façon probabiliste puis adaptée à la documentation. La durée recommandée est de 6 semaines. Il est inutile de la prolonger au-delà. La persistance, à ce terme, de signes cliniques et/ou biologiques doit conduire à déposer le matériel d'ostéo-synthèse sauf en cas de contre-indication liée au terrain du patient.

Dans le meilleur des cas, les chances de succès varient entre 59 et 85 % (**niveau 4**) [12, 130, 131]. À l'inverse, les risques d'échec sont liés à l'existence d'un diabète, d'une immunodépression, d'une polyarthrite rhumatoïde, ou d'une fistule (**niveau 4**) [131]. L'isolement d'un *Staphylococcus aureus* semble également être associé à un risque d'échec (**niveau 4**) [130].

Au genou, y a-t-il une place pour la synovectomie arthroscopique ?

Elle impose d'avoir recours à plusieurs voies d'abord à la fois antérieure et postérieure. Elle ne permet pas d'enlever le plateau de polyéthylène ni de tester de manière satisfaisante la stabilité des implants. Les différentes études montrent que la synovectomie sous arthroscopie aboutit à de moins bons résultats que la synovectomie à ciel ouvert (**niveau 4**) [132].

3.2.1.2 Ablation des implants

3.2.1.2.1 Évaluation initiale

Elle comprend :

- l'état cutané du patient,
- la fonction globale,
- la situation osseuse,

- l'état infectieux,
- les co-morbidités associées.

3.2.1.2.2 Les gestes chirurgicaux

3.2.1.2.2.1 Choix de la voie d'abord

Il intègre 3 paramètres :

- la voie utilisée lors de l'intervention précédente,
- la nécessité d'une exposition extensive,
- le risque de « conflit cicatriciel ».

On reprendra la voie d'abord précédente à condition de pouvoir l'étendre. Au genou, il peut être nécessaire de faire appel à des lambeaux (locaux le plus souvent). On réalisera une excision rigoureuse des parties molles périphériques infectées, l'ablation de la prothèse, l'ablation de la totalité du ciment ou des corps étrangers, l'ablation des zones osseuses séquestrées.

3.2.1.2.2.2 Ablation des implants

3.2.1.2.2.2.1 À la hanche

Ablation de l'implant fémoral

Les implants fémoraux peuvent être extraits par voie endo-fémorale ou par fémorotomie. La trochantérotomie ne doit pas être dissociée de la fémorotomie ; une trochantérotomie large pouvant parfois rendre inutile la fémorotomie.

La voie endo-fémorale

Il n'est pas recommandé de faire appel à des méthodes mécaniques d'extraction du ciment utilisant des systèmes de visée intra-canaulaire au risque de conduire à des fausses routes ou à des fractures. Il est indispensable de s'assurer de l'ablation totale du matériel et de la qualité du nettoyage de l'interface [133].

La fémorotomie

La fémorotomie doit être préférée au volet distal antérieur pour améliorer l'ablation du ciment.

Il est recommandé d'effectuer des fémorotomies à grandes valves vascularisées, de réduire soigneusement la fémorotomie et de l'ostéosynthéser par des cerclages puissants. Après fémorotomie, l'utilisation d'une entretoise (espaceur) en ciment reste possible [134].

Ablation de l'implant acétabulaire

En cas de luxation intra-pelvienne de l'implant, de protrusion sans barrière osseuse, ou de corps étrangers intra-pelviens, il est fortement recommandé de connaître les situations à risque vasculaire [135]. Afin de les apprécier, il est fortement recommandé d'effectuer en pré-opératoire un angioscanner (problème d'artéfacts induits par la prothèse) ou mieux une artériographie (**avis d'expert**). Il peut être nécessaire de prévoir une voie d'abord spécifique.

3.2.1.2.2.2 Au genou

L'ablation des implants infectés ne pose pas de problèmes spécifiques. Il peut être intéressant de pratiquer une ostéotomie pédiculée de la tubérosité, qui facilite l'excision tout en protégeant l'appareil extenseur.

3.2.1.2.2.3 Autres articulations

La littérature ne permet pas de définir une attitude. Il y a lieu d'extrapoler les mêmes principes que pour la hanche et le genou.

3.2.1.2.2.3 Principes de reconstruction

3.2.1.2.2.3.1 Utilisation d'une greffe

L'analyse de la littérature met en évidence que la reconstruction par allogreffe morcelée ou structurale n'entraîne pas de risque infectieux ou mécanique supplémentaire (**niveau 4**) [136, 137].

3.2.1.2.2.3.2 Influence du mode de fixation sur le résultat infectieux

- ∞ *En cas de changement en deux temps* : il est possible de faire une reprise par prothèse cimentée ou non cimentée sans observer de différences significatives en termes d'échec pour cause infectieuse (**grade C**) [138-143].
- ∞ *En cas de changement en un temps* : il n'existe pas de recommandation sur l'utilisation ou non d'une prothèse cimentée [139, 144-147].
- ∞ *En cas d'utilisation d'une prothèse cimentée* : il est fortement recommandé d'utiliser un ciment aux antibiotiques au moins du fait de ses propriétés d'antibioprophylaxie (**grade B**) [138, 139, 144-149].

3.2.1.2.2.3.3 Reconstruction de la hanche

Le cotyle

La reconstruction cotyloïdienne d'une prothèse totale de hanche infectée est superposable à celle pratiquée en cas de prothèse non infectée, utilisant des cupules standards cimentées ou non, des cupules de grand diamètre, des cupules oblongues. Une restauration du centre de la hanche dans la position la plus physiologique est recommandée.

L'implant fémoral

Comme pour la reconstruction cotyloïdienne, il n'existe pas de spécificité par rapport à la prothèse non infectée. Il n'existe pas de recommandations sur la technique chirurgicale à utiliser en fonction des dégâts osseux.

3.2.1.2.2.3.4 Reconstruction du genou

Il n'existe pas de spécificité par rapport à la prothèse non infectée. Il n'existe pas de recommandations sur la technique chirurgicale à utiliser en fonction des dégâts osseux.

3.2.1.2.2.3.5 Reconstruction des autres articulations

La littérature ne permet pas de définir une attitude. Il y a lieu d'extrapoler les mêmes principes que pour la hanche et le genou.

3.2.1.2.3 Chirurgie en un temps ou en deux temps ?

3.2.1.2.3.1 Indications

Les résultats relevés dans la littérature ne permettent pas de définir objectivement les indications respectives de réimplantation en 1 ou 2 temps [131, 150, 151]. Toutes les publications insistent sur la nécessité de sélectionner les indications du 1 temps.

3.2.1.2.3.2 Quels peuvent être les critères de choix ?

La certitude d'avoir la connaissance de la bactérie

Elle est préférable pour choisir la chirurgie en 1 temps. Elle nécessite une interprétation multidisciplinaire, car la certitude ne peut être obtenue que par les prélèvements per-opératoires.

Le profil bactérien

Il ne constitue pas à lui seul un critère de choix entre les deux modalités chirurgicales mais une bactérie pour laquelle le choix de l'antibiothérapie est restreint (bactérie multi-résistante [BMR], *Pseudomonas aeruginosa*), une mycobactérie, un champignon doivent faire recommander un changement en deux temps.

La connaissance du terrain

Elle ne constitue pas un critère rationnel, mais il apparaît qu'un patient ayant une longue histoire d'infection de prothèse n'est pas un bon candidat pour une chirurgie en un temps.

Les difficultés anesthésiques

Si le patient ne peut subir deux interventions chirurgicales à moyen terme, cela doit faire préférer une chirurgie en 1 temps, après concertation entre l'anesthésiste, le chirurgien et le patient (ou sa famille).

3.2.1.2.3.3 Modalités de la chirurgie en deux temps

Elles consistent à déposer la prothèse, à réaliser les prélèvements microbiologiques en l'absence de toute antibioprophylaxie et antibiothérapie comme cela a été décrit dans le paragraphe 2.4 puis à débiter une antibiothérapie initialement probabiliste et ensuite guidée par les résultats bactériologiques avant de réimplanter la prothèse. Le délai entre la dépose et la repose de prothèse est variable conduisant à parler de « dépose-repose » en 2 temps court ou 2 temps long.

Quel est le délai de repose idéal ?

Il n'existe pas de réponse dans la littérature (**avis d'expert**).

∞ *En cas de deux temps court*, le délai recommandé est de 4 à 6 semaines pendant lesquelles est dispensée l'antibiothérapie. Les critères de ré-implantation sont la normalité des signes cliniques et des paramètres biologiques (VS et CRP). La repose de prothèse se fait sans arrêter l'antibiothérapie et

nécessite la réalisation de prélèvements bactériologiques et histologiques lors du second temps qui, s'ils sont négatifs au bout de 15 jours de culture, permettront d'interrompre le traitement.

- ∞ *En cas de deux temps long*, le délai peut varier de 3 à 6 mois en sachant qu'après 3 mois la repose sera techniquement difficile et qu'en termes de fonction, le résultat sera moins bon [152]. L'antibiothérapie sera interrompue pendant une quinzaine de jours avant la ré-implantation. L'intérêt de faire précéder la repose de prothèse d'une ponction, n'a pas été confirmé [153]. L'antibiothérapie sera reprise en période post-opératoire après réalisation des prélèvements bactériologiques et histologiques. Elle sera stoppée si la culture est négative (au bout de 15 jours).

Utilisation d'une entretoise ou espaceur

Elle est recommandée dans un but essentiellement mécanique afin de faciliter la repose de prothèse. Ses inconvénients sont représentés par le risque de fracture, de luxation ou d'infection nécessitant alors d'en réaliser la dépose. La réalisation d'une fémorotomie n'empêche pas la mise en place d'une entretoise.

3.2.1.2.4. Quelles sont les solutions en cas de non-réimplantation de prothèse ?

Il convient d'expliquer au patient les avantages et les inconvénients de chaque option afin de le faire participer à la décision finale.

3.2.1.2.4.1 Pour la hanche : 4 solutions sont recommandées :

- *résection de hanche* : il s'agit d'une technique simple mais aux dépens d'une hanche extrêmement mobile avec une inégalité de longueur importante,
- *cooptation trochantéro-iliaque* : l'interposition du trochanter sous l'auvent cotyloïdien permet d'augmenter la stabilité et de réduire l'inégalité de longueur. Son principal inconvénient est de « médialiser » le fût fémoral risquant de décompenser un *genu varum* sous-jacent,
- *résection « appuyée »* : elle consiste à réaliser un contact entre le petit trochanter et le cotyle. Elle est recommandée chez un malade multi-opéré ayant la possibilité de béquiller,
- *Désarticulation de hanche* : difficilement appareillable.

3.2.1.4.2 Pour le genou : 3 solutions sont recommandées :

- *mise en résection avec maintien dans une attelle* [154],
- *arthrodèse fémoro-tibiale* qui ne peut être proposée qu'en cas de capital osseux suffisant pour obtenir la fusion, avec un taux de réussite qui varie selon les études entre 38 et 100 %. Afin d'obtenir la fusion, on peut utiliser un fixateur externe ou un clou fémoro-tibial réputé plus fiable [155-163],
- *amputation de cuisse* [164].

3.2.1.3 Quelles sont les spécificités du traitement des prothèses de l'épaule infectées ?

La prise en charge d'une infection de prothèse d'épaule est moins codifiée que le traitement d'une infection de prothèse de hanche ou de genou.

Le diagnostic de l'infection est souvent tardif du fait d'une meilleure tolérance clinique par rapport à ce qui est rapporté au cours de l'infection d'une prothèse totale de hanche ou de genou. Les signes fonctionnels sont représentés par une épaule douloureuse et enraidie (**niveau 4**) [165].

La documentation bactériologique est dominée par le *Propionibacterium acnes*, bactérie commensale du creux axillaire [111, 165, 166].

Le changement de prothèse en un temps doit être privilégié en raison d'un meilleur résultat fonctionnel (**grade C**) [167, 168]. En effet, plusieurs séries rapportant des changements en deux temps ont conclu à des résultats fonctionnels médiocres (**niveau 4**) [169].

Lorsqu'une prothèse ne peut pas être réimplantée (notamment en cas de prothèse inversée infectée) il est recommandé d'effectuer une résection arthroplastique. Cette solution aboutit à un résultat fonctionnel médiocre mais à un résultat correct sur la douleur.

3.2.2. Quelles sont les spécificités du traitement des pseudarthroses infectées ?

La prise en charge d'une pseudarthrose infectée passe par 3 temps opératoires :

3.2.2.1 L'excision

Il est recommandé de réaliser l'excision des tissus nécrosés et d'effectuer l'ablation de la totalité du matériel d'ostéosynthèse (**grade A**) [170, 171].

Cette excision doit s'arrêter à l'os vascularisé (**grade C**) [172]. Cette excision réalise souvent une « cavité de résection ». Le comblement de cette cavité peut se faire soit avec des billes de ciment acryliques soit avec un bloc de ciment, soit en un temps, d'emblée par greffe osseuse. En cas d'utilisation de ciment, il est recommandé d'utiliser un ciment imprégné d'antibiotiques (**grade C**). S'il est habituel d'associer une antibiothérapie systémique adaptée aux résultats des prélèvements chirurgicaux pour une durée moyenne de 6 semaines, certains auteurs défendent la place de l'antibiothérapie locale (**grade C**) [173-175].

3.2.2.2 La stabilisation

Il est classiquement recommandé d'utiliser un fixateur externe (**grade C**). Les fiches seront placées loin du foyer osseux infecté. Il est recommandé d'employer un système de fixateur externe mono-plan. Dans certains cas où l'infection est contrôlée, il est possible d'utiliser une ostéosynthèse interne.

3.2.2.3 La reconstruction

Elle peut être réalisée en un temps ou en deux temps ; dans ce cas un délai d'environ 6 semaines après la détersion initiale est préconisé.

3.2.2.3.1 L'autogreffe spongieuse

C'est le meilleur moyen de reconstruction pour résection infectée. A la jambe, il est intéressant de pratiquer un apport massif d'os spongieux en s'appuyant sur le péroné. L'utilisation d'os spongieux autorise une couverture cutanée partielle, ce qui peut faciliter le temps cutané. Sauf exception, il est recommandé de ne plus utiliser la greffe spongieuse à ciel ouvert (technique de Papineau), hormis en cas de situation clinique exceptionnelle (**grade C**) [176-179].

Il est recommandé de ne pas faire de reconstruction par os cortical ou cortico-spongieux. Il est recommandé de ne pas utiliser d'os de banque ou de substituts osseux dans ce cadre.

3.2.2.3.2 La couverture

Il est fortement recommandé de recouvrir la reconstruction osseuse (**grade B**). La fermeture cutanée sans tension est indispensable. Elle peut être obtenue de façon primaire, ce qui est le plus souvent le cas au fémur ; ou faire appel, à la jambe, à des lambeaux de couverture : lambeaux locaux (fascio cutané ou musculaire) ou exceptionnellement lambeaux à distance (cross leg ou microanastomosés) [179-182]. Le pansement aspiratif sous vide est une variante de la cicatrisation dirigée, dont le rapport coût- bénéfice reste à évaluer [183].

3.2.3 Quelles sont les spécificités du traitement chirurgical de l'ostéite chronique sur os continu ?

Il est recommandé de respecter les 3 temps opératoires :

- excision,
- comblement,
- couverture.

L'excision répond aux mêmes exigences que pour la pseudarthrose infectée (cf.3.2.2.). Elle expose au risque de fragilisation, qui peut imposer l'utilisation d'une ostéosynthèse selon les mêmes principes que pour la pseudarthrose infectée (cf.3.2.2.).

Les principes du comblement et de la couverture sont superposables à ceux de la pseudarthrose infectée.

3.2.4 Quelles sont les spécificités du traitement des infections sur rachis ?

L'infection sur matériel d'ostéosynthèse rachidien pose deux problèmes spécifiques :

- la difficulté diagnostique en raison de la profondeur du site opératoire,
- le risque mécanique en raison des lenteurs habituelles de fusion.

Les données de la littérature ne proposent qu'un niveau de preuve coté 4.

L'infection en cas de chirurgie rachidienne avec matériel d'ostéosynthèse doit faire poser trois questions :

- Y a-t-il une atteinte discale ?
- Y a-t-il une brèche méningée ? Y a-t-il une méningite ?
- Y a-t-il une compression médullaire ?

En cas de suspicion d'atteinte discale, il est recommandé de réaliser une biopsie per-cutanée avec prélèvements à destination des laboratoires de bactériologie et d'anatomopathologie. L'apparition ou l'aggravation de signes neurologiques (syndrome méningé, troubles de la vigilance...) doit faire poser le diagnostic de méningite et impose une intervention en urgence.

Dans tous les cas, la chirurgie consiste à évacuer l'abcès profond ou épidual et à réaliser un débridement :

- *si l'infection est précoce ou retardée* (survenant entre la chirurgie et le 3^e mois), il est recommandé d'exciser la totalité des tissus suspects pour atteindre du tissu sain et bien vascularisé. Toutes les cavités doivent être effondrées. Les greffons seront lavés et reposés sauf s'ils sont nécrosés. Dans ce contexte, si les implants sont stables, il est conseillé de les laisser en place car ils faciliteront la consolidation [184].

La fermeture pourra se faire par drainage simple (ôté au bout de 48 heures). En cas de situation sévère avec myonécrose, il est possible de pratiquer un pansement à plat avec reprise chirurgicale au bout de 48 heures [185, 186] ;

- *si l'infection est tardive* (après le 3^e mois), la consolidation est en règle obtenue (entre 3 et 6 mois) et l'ablation du matériel est recommandée [187].

Les infections survenant sur cage inter-somatique (quelle que soit la voie d'abord), ou sur prothèse discale ont conduit à peu de publications dans la littérature rendant difficile de proposer une attitude thérapeutique consensuelle. Toutefois, leur exérèse semble délicate [188]. Les infections sur ligaments postérieurs lombaires par leur caractère superficiel, doivent conduire à leur ablation.

3.2.5 Quelles sont les spécificités du traitement des arthrites septiques post-opératoires ?

3.2.5.1 Arthrite associée à une fracture articulaire avec matériel

Au stade liquidien, sans synovite notable, il est recommandé de réaliser un lavage articulaire.

Au stade synovial, il est recommandé de pratiquer une synovectomie qu'il sera possible de répéter si besoin (**grade C**) [189].

En cas d'ostéoarthrite, il n'y a pas d'attitude consensuelle. Le matériel doit être enlevé s'il n'est plus nécessaire ; dans le cas inverse, il sera lavé s'il est stable, changé s'il est instable.

La place de l'arthroscopie n'est pas définie (contrairement à l'arthrite sur articulation native).

3.2.5.2 Arthrite et ligamentoplastie du genou

Plusieurs options thérapeutiques sont utilisées. Il est recommandé de pratiquer un lavage arthroscopique éventuellement associé à une synovectomie. La conservation de la ligamentoplastie doit être tentée. Néanmoins, il est parfois nécessaire de procéder à l'ablation des moyens de fixation (vis d'interférence, vis corticales) (**grade C**) [190-193].

3.2.6 **Que faire quand le fixateur externe est infecté ?**

Toute fiche de fixateur externe est soumise à une contamination bactérienne au niveau de la jonction cutanée. Après la pose d'un fixateur externe, le revêtement cutané est à l'origine de la formation d'un opercule étanche qui laisse place secondairement à une colonisation bactérienne inéluctable. Cette colonisation évolue vers une infection soit par manque d'hygiène soit par intolérance locale favorisée par un excès de contraintes mécaniques au niveau de la fiche ou par une mobilité des parties molles au contact de celle-ci.

L'infection sur fiches de fixateur externe se répartit en deux catégories : l'infection mineure pour laquelle un traitement conservateur est recommandé et l'infection majeure qui nécessitera le retrait de la fiche infectée (classification de Checketts-Otterburns - annexe 4) [194]. En moyenne, la prévalence de ces infections mineures est de 50 % alors qu'elle est de 8 % en cas d'infection majeure. Le taux d'ostéites chroniques après ablation de la fiche infectée varie entre 0 et 4 % [195].

Les facteurs contribuant à la survenue d'une infection sur fiche de fixateur externe sont les suivants :

- la durée prolongée de maintien du fixateur,
- le traumatisme des parties molles lors de la mise en place de la fiche (le risque est d'autant plus important que l'épaisseur des parties molles traversées par la fiche est élevée),
- la localisation des fiches près des articulations,
- le gros diamètre des fiches,
- la mobilité et la tension cutanée au niveau du site d'insertion de la fiche,
- les contraintes soumises à la fiche.

3.2.6.1 Quels sont les moyens pour faire le diagnostic d'infection de fiche de fixateur externe ? [195-197]

3.2.6.1.1 La clinique

L'existence d'un érythème autour de la fiche, d'un écoulement purulent ou d'une douleur localisée sont des éléments d'alerte.

3.2.6.1.2 La biologie

L'augmentation de la CRP, en l'absence de tout autre foyer infectieux, est un examen informatif.

3.2.6.1.3 La bactériologie

L'écouvillonnage de l'écoulement présent autour de la fiche de fixateur externe est déconseillé. Après nettoyage antiseptique de l'orifice de la fiche, il est recommandé à l'aide d'une seringue montée d'un cathéter d'aspirer le liquide purulent le long de la fiche incriminée. En cas de production liquidienne insuffisante, il est possible d'injecter du sérum physiologique le long de la fiche, de le ré-aspirer puis de l'envoyer au laboratoire de bactériologie.

3.2.6.1.4 L'imagerie

Les clichés radiographiques centrés sur la fiche selon plusieurs incidences permettent de dépister une ostéolyse autour de celle-ci.

3.2.6.2 Quel traitement proposer ?

Si les protocoles thérapeutiques ne sont pas consensuels, tous s'accordent à proposer un traitement conservateur pour les infections mineures et le retrait de la fiche infectée pour les infections majeures.

En pratique, trois situations peuvent se présenter (**grade C**) [197-201] :

- *en cas d'inflammation locale* (rougeur localisée sans écoulement ni ostéolyse), il est conseillé la mise au repos et l'optimisation des soins locaux antiseptiques (il n'y a aucune place pour une antibiothérapie locale),
- *en cas d'écoulement* (inflammation locale associée à un écoulement sans ostéolyse), il est recommandé de réaliser un prélèvement bactériologique selon la technique décrite dans le paragraphe 3.2.6.1.3. Suite à cela, il est recommandé la mise au repos et la pratique de soins locaux antiseptiques. Enfin, il est recommandé d'associer une antibiothérapie adaptée aux résultats des prélèvements bactériologiques. La durée de cette antibiothérapie n'est pas codifiée,
- *en cas d'ostéolyse* (inflammation locale associée à un écoulement purulent et à une ostéolyse radiologique), il est recommandé de retirer la fiche, de réaliser une excision de son trajet par curetage et d'envoyer au laboratoire de bactériologie la fiche et les prélèvements chirurgicaux. Une antibiothérapie adaptée à la documentation bactériologique est préconisée pour une durée de 6 semaines. Si le fixateur externe n'est plus indispensable, il sera ôté dans son intégralité. S'il est toujours d'actualité, il faudra rajouter une fiche au montage, placée en zone saine ou remplacer l'ensemble du fixateur externe afin de ne pas déséquilibrer le montage orthopédique.

3.3 Quelles sont les spécificités du traitement anti-infectieux ?

3.3.1 Quelle est la place de l'antibiothérapie locale ?

L'utilisation des ciments aux antibiotiques à visée thérapeutique n'a qu'une place temporaire soit lors du comblement d'une cavité infectée, soit lors du changement de prothèse selon le schéma en deux temps.

3.3.1.1 Types de ciment aux antibiotiques

3.3.1.1.1 Dans un but thérapeutique, il faut utiliser des doses élevées d'antibiotiques [202]. Ce type de ciment est alors préparé de façon extemporanée au bloc opératoire par le chirurgien. De telles concentrations d'antibiotiques provoquent des modifications significatives des caractéristiques mécaniques du ciment [203, 204]. Il se crée rapidement à la surface de celui-ci des fissures ce qui interdit son utilisation pour la fixation d'implant [205].

3.3.1.1.2 Ces ciments ne seront donc utilisés que de façon transitoire sous 2 formes :

- les billes de ciment servant à combler une cavité. Imprégnées d'antibiotiques, elles vont pouvoir en assurer une diffusion locale pendant les premières semaines. Elles seront secondairement retirées [206, 207].

- l'entretoise ou espaceur au ciment imprégné d'antibiotiques ayant pour but d'une part de maintenir l'espace après la dépose de l'implant et d'autre part de diffuser une antibiothérapie locale grâce à des doses élevées d'antibiotiques.

Ces ciments ne doivent en aucun cas dispenser de la prescription d'une antibiothérapie par voie générale.

3.3.1.2 Quel est l'aspect pharmacocinétique de cette antibiothérapie locale ?

3.3.1.2.1 La cinétique de relargage de l'antibiotique comporte deux phases : une phase immédiate durant 7 jours, à l'origine d'une forte concentration d'antibiotiques et une phase secondaire, durant des années au cours de laquelle des doses beaucoup plus faibles d'antibiotiques sont présentes (doses sub-inhibitrices). Ce « relargage local » met à l'abri des complications toxiques systémiques (rein, foie), ce qui fait tout l'intérêt de cette voie de distribution permettant l'obtention rapide de concentrations bactéricides très largement supérieures à la CMI des germes responsables de l'infection [207, 208].

3.3.1.2.2 Les antibiotiques utilisés dans le ciment doivent être hydrosolubles, résister à la température élevée, avoir le moins d'effet possible sur les propriétés mécaniques du ciment et être actifs vis-à-vis de la bactérie identifiée lors des prélèvements. Ce sont actuellement les aminosides, la vancomycine, la clindamycine [209].

3.3.2 Quelle antibiothérapie systémique, comment l'administrer, quelle durée, quelle surveillance ?

3.3.2.1 Principes généraux

La prescription de l'antibiothérapie au cours des infections ostéo-articulaires sur matériel répond à certaines obligations :

- documenter l'infection (en cas de sepsis [annexe 3], l'antibiothérapie sera débutée de façon probabiliste après réalisation des prélèvements microbiologiques et en attente de leurs résultats),
- antibiothérapie débutée en association,
- obtention de concentrations plasmatiques élevées,
- utilisation de molécules ayant une bonne diffusion osseuse,
- en cas d'infection staphylococcique, ne jamais utiliser la rifampicine, l'acide fusidique, les fluoroquinolones et la fosfomycine en monothérapie.
- Le linézolide, la daptomycine, la tigécycline n'ont pas, en 2009, d'AMM dans le traitement des infections ostéo-articulaires. Leur éventuelle utilisation, hors AMM, ne se fera qu'en l'absence d'autre choix et doit être validée par un référent en infectiologie (**grade C**) [210-216].

3.3.2.1.1 Voie d'administration

Il est recommandé d'administrer initialement le traitement par voie intra-veineuse [51, 82, 217-219]. La durée de l'antibiothérapie parentérale n'est validée par aucune étude. Elle est habituellement de 15 jours (**avis d'expert**). À ce terme, il est recommandé de proposer un relais par voie orale à condition [51, 82, 219-221] :

- que les antibiotiques aient une bonne biodisponibilité et une bonne diffusion osseuse,
- que la tolérance digestive du traitement soit bonne,
- de s'assurer de l'absence d'interactions médicamenteuses diminuant la biodisponibilité de l'antibiothérapie envisagée,
- d'être certain de l'observance. Pour ce faire, il est recommandé d'informer le patient des effets secondaires indésirables du traitement et qu'il bénéficie de consultations régulières afin d'évaluer l'observance thérapeutique.

En présence d'antibiotiques à forte biodisponibilité et répondant à ces critères, il est possible de les prescrire par voie orale plus précocement afin de réduire la durée du traitement intra-veineux (**avis d'expert**).

Il est recommandé de ne pas associer à l'antibiothérapie des pansements gastriques et du fer en raison d'une mauvaise absorption des antibiotiques. Il est recommandé de vérifier l'absence d'interaction médicamenteuse entre les antibiotiques et les autres traitements en cours (**avis d'expert**).

En cas de relais oral impossible (glycopeptides, ceftazidime, uréido et carboxy-pénicillines, carbapénèmes), il est indispensable de se donner les moyens de poursuivre l'antibiothérapie parentérale le temps nécessaire, soit en secteur hospitalier soit en ambulatoire (**grade C**) [222, 223].

Dans ce cas, il est recommandé de faire poser un cathéter central que l'on peut changer si la durée prévue de l'antibiothérapie est inférieure à 6 semaines ou un dispositif implantable si la durée excède 6 semaines. Ces dispositifs peuvent se compliquer d'infection, d'obstruction ou de thrombose (environ 10 %) [224]. Le dispositif devra être retiré à la fin du traitement s'il s'agit d'un cathéter central et en moyenne 3 mois après la fin de l'antibiothérapie en cas de chambre implantable.

3.3.2.1.2 Association d'antibiotiques

Il est souhaitable de la poursuivre le plus longtemps possible (**grade B**) [51, 82, 216, 219, 223, 225-231].

En cas d'infection à staphylocoque, cette association sera prolongée au moins 6 semaines (en privilégiant la rifampicine dans le schéma associatif si la bactérie y est sensible et à condition de ne jamais utiliser cette molécule en monothérapie) (**grade B**) [51, 82, 218, 219, 227, 229-231].

En cas d'infection à bacille à Gram négatif, à streptocoque, à entérocoque, la durée de l'association n'est pas clairement définie. Il est recommandé de ne pas maintenir un traitement par aminosides au-delà de 7 jours (**grade C**) [225, 230].

En cas d'infection à *Pseudomonas aeruginosa*, l'association sera maintenue pendant 3 semaines minimum (**grade C**) [225, 230].

En cas d'infection à anaérobie, l'intérêt d'une association d'antibiotiques n'est pas démontré.

3.3.2.1.3 Durée totale de traitement

Il est recommandé d'administrer le traitement antibiotique pour une durée minimale de 6 semaines. Les durées usuelles rapportées dans la littérature sont de 6 à 12 semaines. La poursuite de l'antibiothérapie au-delà de 12 semaines doit être argumentée (**avis d'expert**) [51, 82, 219, 220, 230, 231].

3.3.2.1.4 Surveillance de l'antibiothérapie

Il est recommandé de surveiller l'efficacité et la tolérance de l'antibiothérapie :

- ∞ *L'efficacité* est appréciée avant tout sur la clinique (aspect de la cicatrice, disparition de la fièvre, diminution des douleurs) puis sur les paramètres biologiques (essentiellement la CRP, en sachant que la normalisation de ce paramètre ne prouve pas la guérison de l'infection). Il est recommandé de doser les antibiotiques pour lesquels il existe d'importantes variations inter-individuelles de concentrations sériques pouvant conduire à prescrire des posologies maximales. Il est ainsi recommandé de doser les aminosides (au pic) et les glycopeptides. En cas d'utilisation de rifampicine, il est conseillé, du fait de sa capacité d'induction enzymatique, de vérifier par des dosages pharmacologiques que l'antibiotique qui lui est associé n'est pas sous-dosé. En particulier, il faut noter que la rifampicine diminue de moitié les concentrations plasmatiques de la clindamycine (dosage de clindamycine recommandé) ; cela peut entraîner des sous-dosages importants de la clindamycine qu'elle soit administrée par voie orale ou par voie intra-veineuse [232-234] ;

∞ *La tolérance* est évaluée par l'interrogatoire du patient et par les paramètres biologiques (NFS/plaquettes, biologie hépatique, fonction rénale). Il est également nécessaire de mesurer les concentrations sériques de certains antibiotiques comme les aminosides (à la vallée) et les glycopeptides.

3.3.2.2 Choix des molécules en fonction de l'agent pathogène à traiter

3.3.2.2.1 Infections à staphylocoque

Les propositions thérapeutiques sont présentées dans les tableaux IV (infection à staphylocoque sensible à la méticilline) et V (infection à staphylocoque résistant à la méticilline). En cas de souches de staphylocoque résistantes à la méticilline, la détermination des CMI aux glycopeptides est essentielle. Pour celles ayant une sensibilité diminuée aux glycopeptides (CMI ≥ 4 $\mu\text{g/l}$), seule la vancomycine, parmi les glycopeptides, reste efficace (CMI ≤ 8 $\mu\text{g/ml}$). Dans ce cas, le recours à d'autres antibiotiques (linézolide, daptomycine) peut être envisagé après avis d'un référent en infectiologie.

Lors de la prescription de vancomycine à l'occasion d'un sepsis sévère (en cas d'infection à staphylocoque résistant à la méticilline ou en cas d'allergie à la pénicilline), il est recommandé d'associer pendant 48 à 72 heures de la gentamicine en raison du temps nécessaire à atteindre des taux sériques efficaces de vancomycine (**avis d'expert**).

3.3.2.2.2 Infections à streptocoque et entérocoque

En cas d'infection à streptocoque bêta-hémolytique, l'amoxicilline reste la molécule de choix. En cas de streptocoque non groupable, la détermination des CMI des bêta-lactamines est recommandée pour choisir l'antibiothérapie optimale. Il est possible d'y associer pendant 5 à 7 jours de la gentamicine (à condition d'avoir un bas niveau de résistance). Le traitement sera ensuite poursuivi par amoxicilline en monothérapie (**grade C**) [228, 235-238].

L'association de la lévofloxacine avec la rifampicine n'est pas validée dans cette indication.

En cas d'infection à entérocoque, l'amoxicilline est le traitement de référence [238]. Il est possible d'y associer pendant 5 à 7 jours de la gentamicine (à condition d'avoir un bas niveau de résistance) puis de remplacer l'aminoside par de la rifampicine tout en poursuivant l'amoxicilline (**avis d'expert**).

En cas de souche d'entérocoque résistante aux bêta-lactamines, il est recommandé d'utiliser un glycopeptide.

Les propositions thérapeutiques sont présentées dans le tableau VI.

3.3.2.2.3 Infections à bacilles à Gram négatif

Il est recommandé d'utiliser une association de bêta-lactamine et de fluoroquinolones en cas de souche sensible. En cas de souche résistante aux fluoroquinolones, la molécule sera remplacée par un aminoside. En cas de sepsis sévère ou de choc septique (annexe 3), il est recommandé d'utiliser une association de

bêta-lactamine et d'aminoside. Un relais sera ensuite proposé par fluoroquinolones en monothérapie en cas de souche sensible et à condition de ne pas avoir un fort inoculum bactérien (présence de pus au moment de l'intervention) [239, 240].

En cas d'infection à *Pseudomonas aeruginosa*, il est recommandé d'utiliser l'association de molécules actives comme la ceftazidime ou le céfépime ou un carbapénem (sauf ertapénem) avec de l'amikacine ou de la tobramycine ou de la ciprofloxacine ou de la fosfomycine. L'association sera maintenue pendant 3 semaines minimum. En cas de prescription d'aminoside, la toxicité rénale et auditive doit être prise en compte (monitorage des taux plasmatiques résiduels). Le relais pourra être poursuivi en monothérapie par la ciprofloxacine si la bactérie y est sensible, si le patient a bénéficié d'une bi-antibiothérapie initiale effective et d'une prise en charge chirurgicale optimale, et sous condition d'une observance thérapeutique et de posologies suffisantes (**avis d'expert**) [225, 241].

Les propositions thérapeutiques sont présentées dans le tableau VII.

3.3.2.2.4 Infections à bactéries anaérobies

Il n'existe aucune étude dans la littérature permettant de dicter des recommandations. Aucune donnée ne montre l'intérêt des associations d'antibiotiques.

La clindamycine et le métronidazole peuvent être utilisés par voie parentérale ou par voie orale avec une diffusion osseuse élevée. Il faut tenir compte de l'activité réduite de la clindamycine sur *Bacteroides* et de l'absence d'action du métronidazole sur *Propionibacterium acnes* [235].

Les propositions thérapeutiques sont présentées dans le tableau VI.

Tableau IV : Propositions d'antibiothérapie en cas d'infections à staphylocoques sensibles à la méticilline, adaptées selon l'antibiogramme et le terrain.

	Absence d'allergie à la pénicilline	Si allergie à la pénicilline
Antibiothérapie initiale par voie IV (2 semaines)	(oxacilline ou cloxacilline) ou céfazoline + gentamicine ¹ ou rifampicine	clindamycine (si souche érythromycine sensible) ou (teicoplanine ou vancomycine) + gentamicine ¹ ou rifampicine ² ou (teicoplanine ou vancomycine) + acide fusidique
Relais par voie orale	rifampicine + (ofloxacine ou péfloxacin ³ ou ciprofloxacine ou lévofloxacine ⁴) ou rifampicine + acide fusidique ⁵ ou rifampicine + clindamycine ² (si souche érythromycine sensible) ou (ofloxacine ou péfloxacin ³ ou ciprofloxacine ou lévofloxacine ⁴) + acide fusidique ou clindamycine (si souche érythromycine sensible) + acide fusidique ou rifampicine + cotrimoxazole (en l'absence d'autre alternative)	

1 : Durée maximale de prescription : 5 à 7 jours

2 : La rifampicine diminue de moitié les concentrations plasmatiques de la clindamycine ; cela peut entraîner des sous-dosages importants de la clindamycine qu'elle soit prescrite par voie orale ou par voie intra-veineuse (dosage de clindamycine recommandé).

3 : Se référer aux mises en garde de l'AFSSAPS

4 : La prescription de lévofloxacine dans cette indication hors AMM, doit être validée par un référent en infectiologie.

5 : Cette association nécessite une surveillance régulière de la biologie hépatique.

Tableau V : Propositions d'antibiothérapie en cas d'infections à staphylocoques résistants à la méticilline, adaptées selon l'antibiogramme et le terrain, et à l'exception des souches de sensibilité intermédiaire aux glycopeptides (CMI ≥ 4µg/ml)

<p>Antibiothérapie initiale par voie IV (2 semaines)</p>	<p>(vancomycine¹ ou teicoplanine²) + rifampicine³ ou (vancomycine¹ ou teicoplanine²) + ac. fusidique³ ou (vancomycine¹ ou teicoplanine²) + fosfomycine ou (vancomycine¹ ou teicoplanine²) + doxycycline ou (vancomycine¹ ou teicoplanine²) + linézolide⁴ ou clindamycine (si souche érythromycine sensible) + gentamicine⁵ puis clindamycine + rifampicine⁶</p>
<p>Relais oral si la sensibilité de la bactérie le permet</p>	<p>rifampicine + acide fusidique⁷ ou rifampicine + clindamycine⁶ (si souche érythromycine sensible) ou rifampicine + cotrimoxazole ou rifampicine + (minocycline⁸ ou doxycycline) ou rifampicine + linézolide⁴</p>

1 : Pour obtenir une efficacité maximale des glycopeptides dans le traitement des IOA, il est indispensable d'utiliser la vancomycine en perfusion IV continue à la seringue électrique (IVSE).

2 : La teicoplanine ne peut être utilisée qu'après détermination de la CMI

3 : En cas d'association d'un glycopeptide avec l'acide fusidique ou avec la rifampicine, il est conseillé de différer la prescription de ces 2 dernières molécules de 48 heures afin d'avoir des taux sériques suffisants de glycopeptides.

4 : Le linézolide n'a pas l'AMM dans cette indication. Il doit être prescrit uniquement en cas d'infection documentée et sous surveillance clinique et biologique rapprochée, sans dépasser 28 jours de traitement (toxicité hématologique et neurologique ; en particulier chez le sujet > 58 ans). Sa prescription doit être validée par un référent en infectiologie.

5 : Durée maximale de prescription : 5 à 7 jours.

6 : La rifampicine diminue de moitié les concentrations plasmatiques de la clindamycine ; cela peut entraîner des sous-dosages importants de la clindamycine qu'elle soit prescrite par voie orale ou par voie intra-veineuse (dosage de clindamycine recommandé).

7 : Cette association nécessite une surveillance régulière de la biologie hépatique.

8 : La minocycline (se référer aux mises en garde de l'AFSSAPS) a une meilleure CMI que la doxycycline mais est moins bien tolérée.

Tableau VI : Propositions d'antibiothérapie en cas d'infections à streptocoques, entérocoques, anaérobies, adaptées selon l'antibiogramme et le terrain

Streptocoques	Absence d'allergie à la pénicilline	Si allergie à la pénicilline
Antibiothérapie initiale par voie IV	amoxicilline + gentamicine ¹	clindamycine (si souche érythromycine sensible) + gentamicine ¹ ou céfazoline + gentamicine ¹ ou ceftriaxone + gentamicine ¹
Relais oral	amoxicilline ou clindamycine (si souche érythromycine sensible)	
Entérocoques		
Antibiothérapie initiale par voie IV	amoxicilline + gentamicine ¹ puis amoxicilline ± rifampicine	(vancomycine ² ou teicoplanine) + gentamicine ¹ puis (vancomycine ² ou teicoplanine) + rifampicine
Relais oral	amoxicilline ± rifampicine	Avis spécialisé
Anaérobies à Gram (+) (<i>P. acnes</i> , <i>Peptostreptococcus</i>)	amoxicilline ou céfazoline ou ceftriaxone ou clindamycine (si souche érythromycine sensible)	clindamycine ou amoxicilline
Anaérobies à Gram (-) (<i>Bacteroides spp....</i>)	clindamycine ou métronidazole ³ ou amoxicilline-ac. clavulanique	clindamycine ou métronidazole ³

1 : Durée maximale de prescription : 5 à 7 jours.

2 : Pour obtenir une efficacité maximale des glycopeptides dans le traitement des IOA, il est indispensable d'utiliser la vancomycine en perfusion IV continue à la seringue électrique (IVSE).

3 : Inefficace sur *P. acnes*

Tableau VII : Propositions d'antibiothérapie en cas d'infections à bacilles à Gram négatif, adaptées selon l'antibiogramme et le terrain

<p style="text-align: center;">Antibiothérapie initiale par voie IV</p> <p style="text-align: center;"><i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>	<p style="text-align: center;">(céfotaxime ou ceftriaxone) + (ciprofloxacine ou ofloxacine)</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p style="text-align: center;">(céfotaxime ou ceftriaxone) + gentamicine¹</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p style="text-align: center;">(imipénem ou méropénem² ou doripénem²) + gentamicine¹</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p style="text-align: center;">(ceftazidime ou céfépime) ou (imipénem ou méropénem² ou doripénem²) + (amikacine¹ ou tobramycine¹) ou ciprofloxacine ou fosfomycine</p>
<p style="text-align: center;">Relais par voie orale</p> <p style="text-align: center;">(si souche sensible aux fluoroquinolones et en l'absence de fort inoculum bactérien)</p>	<p style="text-align: center;">ofloxacine</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p style="text-align: center;">ciprofloxacine si <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>

1 : Durée maximale de prescription : 5 à 7 jours

2 : Hors AMM. La prescription doit être validée par un référent en infectiologie.

3.3.2.2.5 Antibiothérapie probabiliste

Il s'agit du schéma antibiotique à préconiser dans l'attente des résultats bactériologiques per opératoires lorsqu'il n'existe aucune documentation fiable dans l'anamnèse du patient et lorsqu'existent des signes généraux conditionnant l'urgence du traitement. Plusieurs associations d'antibiotiques peuvent être retenues. Elles sont à adapter en fonction de l'écologie microbienne de chaque établissement.

On proposera par ordre préférentiel les associations suivantes (**avis d'expert**) :

- 1 - uréidopénicilline/inhibiteur de bêta-lactamase + vancomycine
- 2 - céphalosporine de 3^e génération + vancomycine
- 3 – carbapénem (sauf ertapénem) + vancomycine
- 4 – céphalosporine de 3^e génération + fosfomycine

3.3.2.2.6 Antibiothérapie suppressive

Elle consiste à maintenir une antibiothérapie orale dans la grande majorité des cas pour une durée indéterminée dans le but d'inhiber la multiplication bactérienne autour de la prothèse.

Elle ne s'applique qu'aux situations pour lesquelles la documentation bactérienne est connue et pour lesquelles l'infection persiste chez un malade inopérable ayant une prothèse non descellée. Elle ne se conçoit qu'avec des molécules bien supportées, d'administration aisée (voie orale) et pour lesquelles une monothérapie est possible [131, 242-244] (**grade C**).

3.3.2.2.7 Modalités d'administration, posologies des antibiotiques

Elles sont présentées (pour une fonction rénale et hépatique normale) avec la surveillance des concentrations plasmatiques dans les tableaux VIII et VIII bis.

Tableau VIII : Posologies et voies d'administration des antibiotiques utilisés au cours des infections ostéo-articulaires sur matériel d'ostéosynthèse

Antibiotiques (DCI)	Posologie/24h	Rythme et voie D'administration
amoxicilline	100-200 mg/kg	4-6 injections IVL 3-4 prises orales
cloxacilline oxacilline	100-200 mg/kg (posologies majorées par rapport au Vidal – avis d'expert)	4-6 injections IVL
amoxicilline-acide clavulanique	100 mg/kg	4-6 injections IVL 3-4 prises orales
céfazoline	60-80 mg/kg	4-6 injections IVL ou IVSE ¹
céfotaxime	100-150 mg/kg	3 injections IVL
ceftriaxone	30-35 mg/kg	1-2 injection(s) IVL
ceftazidime	100 mg/kg	IVSE ¹ ou 3-4 injections IVL
imipénem	2 à 3 g	3 à 4 administrations IV ou IM
méropénem	3 à 6 g	3 administrations IV
vancomycine ²	40-60 mg/kg	IVSE ¹
teicoplanine ²	12 mg/kg/12h pendant 3-5 jours puis 12 mg/kg	IVL, IM ou s/c
gentamicine ³	3-4 mg/kg	1 administration IV 30 minutes
amikacine ³	15 mg/kg	1 administration IV 30 minutes

Tableau VIII bis : Posologies et voies d'administration des antibiotiques utilisés au cours des infections ostéo-articulaires sur matériel d'ostéosynthèse

Antibiotiques (DCI)	Posologie/24h	Rythme et voie D'administration
ofloxacine	400-600 mg	2 à 3 prises orales 2 à 3 injections IVL
péfloxacin	800 mg	2 prises orales 2 injections IVL
lévofloxacine (hors AMM)	500 à 750 mg	1 prise orale 1 injection IVL
ciprofloxacine	1 500-2 000 mg 800 à 1 200mg	2 à 3 prises orales 2 à 3 injections IVL
clindamycine	1 800-2 400mg	3-4 injections IVL 3 prises orales
rifampicine	20 mg/kg	2 administrations IV 30 minutes 2-3 prises orales
acide fusidique	1 500 mg	2-3 prises orales 2-3 injections IVL
fosfomycine	150-200 mg/kg	3-4 administrations 120 minutes
cotrimoxazole	3 200 mg/640 mg	2 prises orales 2 injections
minocycline doxycycline	200 mg	2 prises orales 2 injections IV (doxycycline)
linézolide (hors AMM)	1 200 mg	2 prises orales 2 injections IVL

1- **IVSE** : débiter par une dose de charge (1/4 ou 1/3 de la dose par 24 heures) à passer en 1 heure pour la vancomycine ou en IVL pour la céfazoline ou la ceftazidime, puis brancher la perfusion continue immédiatement après.

2- **Dosage des glycopeptides** : il sera réalisé au bout de 72 heures pour la vancomycine et après la 6^e perfusion pour la teicoplanine (juste avant la perfusion), puis une fois par semaine pendant toute la durée du traitement. Les taux sériques attendus doivent être compris entre 30 et 40 µg/ml pour la vancomycine en perfusion continue et en résiduel (Cmin) pour la teicoplanine.

3- **Cmax** : à réaliser 1 heure après le début de la perfusion, dès la 72^e heure ; **Cmin** : à réaliser juste avant la perfusion, dès la 72^e heure.

3.3.3 Infection fongique sur matériel

Il n'existe aucun essai randomisé dans la littérature permettant de fournir un niveau de preuve fiable.

3.3.3.1 Quelles sont les modalités de prise en charge thérapeutique ?

En cas d'infection fongique sur prothèse articulaire, il est recommandé d'enlever la prothèse ainsi que tout matériel adjacent (**avis d'expert**).

Il est recommandé de ne reposer la prothèse qu'après la fin du traitement antifongique (**avis d'expert**).

En cas d'infection sur matériel d'ostéosynthèse non prothétique, il est recommandé d'enlever la totalité du matériel en place.

3.3.3.2 Traitement antifongique

3.3.3.2.1 Infection à *Candida* [245-252]

Il est recommandé d'utiliser de l'amphotéricine B par voie IV pendant au moins 15 jours (**grade C**).

En cas de mauvaise tolérance ou d'insuffisance rénale, il est possible d'avoir recours à l'amphotéricine B sous forme liposomale.

Il est possible d'effectuer une association à la 5-fluorocytosine en cas de souche fongique sensible et en l'absence de contre-indication (**avis d'expert**).

Au terme des 15 jours, il est recommandé d'effectuer un relais par du fluconazole par voie orale si la souche fongique y est sensible. En cas de résistance, l'alternative est le voriconazole par voie orale (**avis d'expert**).

La durée du traitement antifongique est comprise entre 3 et 6 mois chez le patient immunocompétent (**grade C**). En cas d'immunodépression sévère, il est recommandé de maintenir une prophylaxie secondaire à la même posologie pendant toute la durée de l'immunodépression.

3.3.3.2.2 Infection à *Aspergillus* (**grade C**) [252-256]

Il est recommandé d'utiliser en première intention du voriconazole par voie orale ou IV. En cas de contre-indication, il est recommandé d'utiliser de l'amphotéricine B par voie parentérale.

La durée du traitement est au moins de 6 mois chez le patient immunocompétent. En cas d'immunodépression sévère, il est recommandé de maintenir une prophylaxie secondaire à la même posologie pendant toute la durée de l'immunodépression.

Les propositions thérapeutiques sont présentées dans le tableau IX.

Tableau IX : Propositions de traitement anti-fongique des infections ostéo-articulaires sur matériel à *Candida* et *Aspergillus*

Famille d'antifongiques	DCI	Posologie/24 h Voie	Indications
Polyènes	amphotéricine B	0,7-1 mg/kg intraveineuse	<i>Candida</i> <i>Aspergillus</i>
Analogue nucléotidique	5-Flucytosine	100-200 mg/kg* intraveineuse ou orale	<i>Candida</i> Toujours en association.
Triazolés	Fluconazole	400-800 mg/j orale ou intraveineuse	<i>Candida</i>
	Voriconazole	6 mg/kg/12 h (J1), puis 4 mg/kg/12 h, intraveineuse. Relais oral Poids > 40 kgs : 400 mg/12h (J1), puis 200 mg/j. Poids < 40 kgs : 200 mg/12h (J1), 100 mg/12h.	<i>Aspergillus</i> <i>Candida</i>

* dosages recommandés pour éviter toxicité

3.3.4 Quelles sont les particularités de l'antibiothérapie de l'enfant ayant une infection ostéo-articulaire ?

Les infections sur matériel d'ostéosynthèse survenant chez l'enfant se rencontrent essentiellement dans le cadre de chirurgie de la déformation rachidienne au cours de laquelle est souvent mis en place un matériel de fixation interne important. Dans les infections précoces, le matériel sera laissé en place et ne pourra être retiré qu'après consolidation osseuse. Dans les infections retardées, l'ablation du matériel orthopédique est effectuée. Les autres situations cliniques sont représentées par les ostéotomies des membres supérieurs et inférieurs et par la traumatologie. Aucune étude randomisée et contrôlée n'a été publiée concernant les infections sur matériel d'ostéosynthèse chez l'enfant.

Les modalités du traitement antibiotique recommandé chez l'enfant sont les mêmes que chez l'adulte dans la mesure où presque tous les antibiotiques peuvent être utilisés en respectant les posologies adaptées au poids de l'enfant et les restrictions liées à son âge.

L'utilisation des fluoroquinolones n'est pas autorisée avant l'âge de 15 ans en raison d'une toxicité sur le cartilage articulaire, bien que des études récentes contrôlées n'aient rapporté que des arthralgies ou des arthrites transitoires. Lorsque l'utilisation d'une fluoroquinolone doit être envisagée chez un enfant de moins de 15 ans (hors AMM), la décision doit être prise par le référent en infectiologie après appréciation au cas par cas du bénéfice et du risque attendus, avec les mêmes restrictions que chez l'adulte [257, 258]. Parmi les fluoroquinolones, la ciprofloxacine est la plus prescrite chez l'enfant [257-260]. La lévofloxacine peut être utilisée, hors AMM, dans les infections à staphylocoque avec les mêmes restrictions que chez l'adulte [261].

Les modalités d'utilisation des antibiotiques chez le nourrisson et l'enfant sont résumées dans les tableaux X et X bis.

Tableau X : Propositions d'antibiothérapie des infections ostéo-articulaires sur matériel chez l'enfant (infections à staphylocoques)

Micro-organismes	Antibiotiques (DCI)	Voie d'administration	Posologie/24h	Nb prises /24 heures
staphylocoque doré ou à coagulase négative sensible à la méticilline	(oxacilline ou cloxacilline)	IV	150 à 200 mg/kg	4 à 6
	+ rifampicine	IV ou PO	20 mg/kg	2
	ou clindamycine	IV ou PO	40 mg/kg	3 à 4
staphylocoque doré ou à coagulase négative résistant à la méticilline	vancomycine	IV	60 mg/kg	IVSE
	+ rifampicine	IV ou PO	20 mg/kg	2
Relais oral				
	rifampicine	PO	20 mg/kg	2
	+ acide fusidique	PO	40 à 60 mg/kg	3
	ou clindamycine	PO	40 mg/kg	3 à 4
	ou cotrimoxazole	PO	40 à 60 mg/kg de SMX	3
	ou lévofloxacine (hors AMM)	PO	10 mg/kg chez > 5 ans	1 à 2
			20 mg/kg chez < 5 ans	2
	ou minocycline	PO	E> 8 ans : 4 mg/kg	2

Tableau X bis : Propositions d'antibiothérapie des infections ostéo-articulaires sur matériel chez l'enfant (infections à streptocoques, entérocoques, entérobactéries et anaérobies)

Micro-organismes	Antibiotiques (DCI)	Voie d'administration	Posologie/24h	Nb prises /24 heures
streptocoques (sensible à la pénicilline)	amoxicilline ou (ceftriaxone ou cefotaxime)	IV	150 à 200 mg/kg	4
		IV	70 à 100 mg/kg	1 à 2
		IV	150 à 200 mg/kg	4
Relais oral	amoxicilline	PO	150 à 200 mg/kg	4
entérocoques (sensible à la pénicilline)	amoxicilline + gentamicine	IV	150 à 200 mg/kg	4
		IV	5 -7.5 mg/kg	1
Relais oral	amoxicilline	PO	150 à 200 mg/kg	4
entérobactéries	ceftriaxone ou cefotaxime	IV	70 à 100 mg/kg	1 à 2
		IV	150 à 200 mg/kg	4
Relais oral	ciprofloxacine (hors AMM)	PO	20 à 30 mg/kg	3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ceftazidime + amikacine ou ciprofloxacine (hors AMM)	IV	60 mg/kg	4 ou IVSE
		IV	15 mg/kg	1
		IV ou PO	20 à 30 mg/kg	2 ou 3
anaérobies	clindamycine	IV ou PO	40 mg/kg	4

3.4 Quels sont les autres mesures médicales (prise en charge de la douleur, rééducation, prise en charge médico-psycho-sociale) ?

3.4.1 Prise en charge de la douleur

Il est indispensable de prendre en charge la douleur des patients dès l'acte opératoire et tout au long de la rééducation en s'aidant, si nécessaire, des compétences d'un centre anti-douleur.

3.4.2 Quelle est la place de la rééducation ?

C'est souvent pendant la rééducation que se révèle le sepsis puisque les infections de site opératoire sont fréquemment diagnostiquées après la sortie du patient du court séjour. Devant la probabilité d'une infection ostéo-articulaire sur matériel diagnostiquée pendant le séjour en rééducation :

- il est fortement recommandé de ne pas prescrire d'antibiothérapie probabiliste et notamment à la suite de la réalisation de prélèvements superficiels (**grade C**),
- il est fortement recommandé d'alerter le chirurgien (**grade C**),
- il est recommandé que le rééducateur fonctionnel participe à l'élaboration de la stratégie thérapeutique au sein de l'équipe pluridisciplinaire (**grade C**).

Quelle organisation proposer chez un patient ayant une infection ostéo-articulaire sur matériel en cours de traitement et séjournant dans un service de rééducation ?

La rééducation sera poursuivie avec des mesures d'hygiène de type précautions standards, la plupart du temps suffisantes, parfois associées à des mesures complémentaires d'hygiène de type précautions « contact » pour les patients présentant un risque élevé de transmission croisée de bactéries multi-résistantes (**grade C**) [262-264].

En cas de risque élevé de transmission croisée (plaie non cicatrisée suintante, pansement non étanche, porteur de BMR), il est recommandé de placer le patient en chambre seule pour faciliter le respect des règles d'hygiène entre deux patients (**grade C**) ce qui n'exclut pas les déplacements à l'extérieur de la chambre si les précautions de type « contact » sont respectées [263]. Cela ne doit pas compromettre la qualité de la rééducation (**grade C**).

Si le patient qui présente un risque élevé de transmission croisée est rééduqué en chambre, après s'être informé du germe en cause et du site infectieux, les mesures d'hygiène de type contact doivent être respectées [263] avec utilisation de matériel à usage unique si existant, et matériel de rééducation dédié si possible, sinon nettoyage-désinfection stricte des matériels entre deux patients.

Si le patient qui présente un risque élevé de transmission croisée de bactéries multi-résistantes a accès à la salle de rééducation, le programme doit être organisé de façon à ce que le nettoyage-désinfection de ce

poste soit correctement réalisé entre deux patients et que les précautions de type « contact » soient respectées et connues par tous les intervenants (**grade C**).

Lorsqu'une plaie n'est pas cicatrisée, la balnéothérapie doit être contre-indiquée et le programme de rééducation adapté (**grade C**).

Durant le séjour en rééducation, il est recommandé d'éduquer le patient afin d'éviter la transmission croisée en particulier vis-à-vis de l'hygiène des mains avant les séances de rééducation.

En cas de portage nasal et/ou de colonisation à BMR d'un patient guéri d'infection sur matériel d'ostéosynthèse, il est recommandé d'appliquer les mêmes mesures de prévention de la transmission croisée dans l'établissement de rééducation.

Il est recommandé que le médecin de médecine physique suive l'observance et la tolérance du traitement et participe au sein de l'équipe pluridisciplinaire à l'élaboration des changements de stratégie si nécessaire (**grade C**) [265].

Le médecin de médecine physique peut intervenir auprès d'un patient hospitalisé en unité de court séjour (orthopédie ou service d'infectiologie) lorsqu'une décision d'amputation est prise pour informer le patient sur les modalités de la rééducation. Celui-ci peut également se déplacer dans le centre de rééducation, avant la chirurgie, pour rencontrer des patients amputés.

3.4.3 Quelle est la place de la prise en charge médico-psychologique ?

Il est conseillé que les équipes médico-chirurgicales prenant en charge les infections ostéo-articulaires sur matériel puissent collaborer avec un psychiatre ou un psychologue ayant une compétence spécifique dans la gestion du handicap.

La prise en charge médico-psychologique des infections ostéo-articulaires sur matériel nécessite d'appréhender la notion de perte d'une intégrité corporelle, d'un rôle familial, d'un statut professionnel et social, d'une image idéale de soi. Le patient est dépendant. Il ne parvient pas à se projeter dans l'avenir. Il peut être ambivalent et méfiant. Les mesures d'isolement ont pour lui un caractère discriminatoire qu'il faut savoir analyser. Enfin, il peut exister une relation étroite entre la co-morbidité physique et psychiatrique.

Il est recommandé :

- de s'informer des antécédents psychiatriques du patient dès le premier entretien ;
- de connaître les pathologies psychiatriques habituellement rencontrées au cours des infections ostéo-articulaires (trouble de l'adaptation, anxiété généralisée, état dépressif majeur) ;
- de dépister les prodromes d'une souffrance psychique en ne décourageant pas l'expression de l'émotion, en mesurant ce que l'infection représente pour le patient, en appréciant certaines stratégies développées par le patient afin de lutter contre la maladie ;
- de savoir reconnaître un état dépressif majeur devant une dévalorisation, une anhédonie, un ralentissement psycho-moteur, des troubles du sommeil, une passivité ou au contraire une hostilité ;
- de proposer un traitement pharmacologique et/ou psychothérapeutique adapté en cas de troubles psychiques ;

- de ne pas négliger la souffrance psychologique du patient en centrant l'attention sur le somatique ;
- de proposer au patient une préparation psychologique en cas d'amputation ;
- de ne pas craindre l'intrusion du psychologue et/ou du psychiatre et de l'intégrer à la stratégie de prise en charge.

Au cours de la prise en charge médico-psychologique d'infection ostéo-articulaire sur matériel, il est recommandé de mettre en place une organisation multidisciplinaire permettant de tenir face au patient un discours cohérent, univoque.

Quand des troubles psychiques sont suspectés, il est recommandé de faire appel à un psychiatre ou à un psychologue en précisant qu'ils font partie de l'équipe soignante et en annonçant leur venue. Il est nécessaire que le psychiatre ou le psychologue puissent disposer de renseignements cliniques clairement définis et qu'en retour les informations recueillies lors de l'entretien soient disponibles dans le dossier du patient.

Le psychiatre ou le psychologue peuvent également accompagner l'équipe médicale et paramédicale en cas de situations difficiles.

Les annonces successives qui sont faites au patient lors d'infections ostéo-articulaires sur matériel doivent suivre les règles suivantes :

- elles doivent se faire dans un lieu adapté, avec empathie,
- il est recommandé que l'annonce soit effectuée par le soignant qui a habituellement en charge le patient et dans certains cas, en présence d'un tiers nommé par le patient,
- il est recommandé de fragmenter l'annonce, d'éviter le mensonge, la banalisation, la fausse réassurance, la fuite en avant,
- il est recommandé de respecter les mécanismes de défense du patient (déli, maîtrise de soi, révolte, lutte).

3.4.4 Quelle est la place de la prise en charge sociale ?

L'évaluation par l'assistante sociale, en amont de la prise en charge médico-chirurgicale, permet d'envisager le devenir du patient sur le plan familial et économique. Il est recommandé d'anticiper les difficultés générées par la dépose du matériel (plus particulièrement lorsqu'il s'agit d'une prothèse). Pour ce faire, il est recommandé que l'assistante sociale rencontre le patient et sa famille dès que le schéma thérapeutique est établi entre l'orthopédiste et l'infectiologue (ou le référent en antibiothérapie). Cela permet de prévoir à l'avance la suite à donner à l'hospitalisation en orthopédie ou dans le service de maladies infectieuses :

- soit un retour à domicile, avec mise en place de soins (hospitalisation à domicile, infirmière...), d'aides à domicile, si le contexte social le permet (présence d'un entourage familial, possibilité de financement des aides...)

- soit une orientation en Structure de Soins de Suite dans les autres cas. Le transfert dans ces établissements s'avère parfois difficile en raison du protocole d'antibiothérapie (antibiotiques dispensés obligatoirement par voie intraveineuse). Les problèmes sont représentés par la lourdeur que constituent les soins infirmiers et par le coût du traitement, notamment lorsque les antibiotiques ne sont pas rétrocédables.

Une fois la prothèse reposée, il est recommandé d'évaluer l'opportunité du transfert du patient en centre de rééducation fonctionnelle. Cela passe par un système de réservation qui peut être effectué au moment où la date de ré-implantation est fixée.

L'assistante sociale peut intervenir auprès du patient et du médecin du travail, directement ou sur signalement par le médecin-conseil, pour envisager le reclassement professionnel du patient si cela s'avère nécessaire.

La demande de prise en charge à 100 % des infections ostéo-articulaires sur matériel (hors liste des affections de longue durée) est actuellement dévolue au médecin traitant mais pourra, de façon anticipée, être programmée par le médecin hospitalier prenant en charge le patient.

3.4.5 Quelles sont les différentes propositions actuelles de prise en charge médico-chirurgicales pour le suivi des patients ayant une infection ostéo-articulaire sur matériel ? Quels examens, Quelle fréquence ? Quelle organisation et quelles structures ? Peut-on parler de guérison ?

3.4.5.1 Quelles sont les différentes propositions actuelles de prise en charge médico-chirurgicales pour le suivi des patients ayant une infection ostéo-articulaire sur matériel ? Quels examens ? Quelle fréquence ?

3.4.5.1.1 Surveillance clinique

Elle est identique à celle recommandée en cas de chirurgie orthopédique non septique.

Il est recommandé de retirer les drains dans les 48 à 72 heures et systématiquement dès que leur fonction de drainage ne s'exerce plus. Il est recommandé de changer les flacons d'aspiration de façon rigoureuse selon une procédure d'hygiène stricte afin d'éviter toute contamination.

3.4.5.1.2 Surveillance biologique

Il est recommandé d'utiliser la CRP comme principal marqueur biologique dans les suites d'une chirurgie. La valeur de ce paramètre doit diminuer entre le 10^e et le 15^e jour après l'acte opératoire.

3.4.5.1.3 Surveillance par l'imagerie

La radiographie conventionnelle est l'examen radiologique le plus utilisé pour surveiller une infection ostéo-articulaire sur matériel, pour vérifier que les structures osseuses sont en place, pour s'assurer de la consolidation. Il est recommandé d'effectuer cet examen en post-opératoire (J2-J3), à la sortie du patient

(J10-J15) puis à 1 mois, 3 mois, 6 mois, 1 an. Les clichés radiologiques successifs doivent pouvoir être comparés. Il n'est pas recommandé de réaliser de façon systématique d'autres examens radiologiques en dehors de cas particuliers. Dans ces circonstances, il convient de se reporter au paragraphe 2.3 pour discuter l'examen radiologique le plus pertinent. Dans le cadre du suivi post-opératoire d'une infection ostéo-articulaire sur matériel, il n'est pas recommandé de réaliser de scintigraphie osseuse du fait de la persistance d'une fixation allant de 12 à 24 mois en fonction du site opératoire.

3.4.5.2 Quelle organisation et quelles structures ?

L'organisation de la prise en charge des infections ostéo-articulaires sur matériel doit permettre aux patients de bénéficier des soins les plus appropriés à leur état sur la base des référentiels validés et régulièrement actualisés ; cette prise en charge optimale nécessite :

- une évaluation clinique précise ;
- un diagnostic microbiologique requérant des techniques validées tant pour la réalisation des prélèvements que pour l'identification des micro-organismes ;
- une stratégie thérapeutique définie à l'occasion de réunions de concertation pluridisciplinaires (RCP) qui associent les différents professionnels ayant pour habitude de prendre en charge de telles infections (infectiologues, chirurgiens orthopédistes, et selon les cas, vasculaires ou plasticiens, rhumatologues, microbiologistes, radiologues, médecins de médecine nucléaire, anesthésistes-réanimateurs, médecins de médecine physique...);
- la mise en œuvre de traitements spécifiques en particulier au plan chirurgical et anti-infectieux dans les meilleurs délais ;
- une prise en charge globale jusqu'au domicile, continue et transparente avec, au mieux, un dossier de soins partagé contenant en détail les traitements médicaux et chirurgicaux, les explorations complémentaires, les soins de suite et de rééducation ;
- une information continue du patient tout au long du processus de soins et de son suivi.

Un cahier des charges a été rédigé par six sociétés savantes[†] en collaboration avec l'association de patients Le Lien et sur l'avis du Comité technique des infections nosocomiales et des infections liées aux soins (CTINILS)[†]. À partir des éléments d'activité fournis par l'agence technique de l'information, et après avis des Agences Régionales d'Hospitalisation, le Ministère de la Santé et des Sports a décidé en septembre 2008 de labelliser huit centres de référence interrégionaux pour la prise en charge des Infections Ostéo-Articulaires complexes, dont au moins un centre au sein des schémas interrégionaux d'organisation sanitaire. Il est prévu en 2009, de labelliser deux nouveaux centres, selon les besoins.

Ces centres ont une mission de coordination, d'expertise, de formation et de recherche ainsi que de prise en charge des infections ostéo-articulaires les plus complexes en lien avec les correspondants d'autres structures. Ces centres doivent travailler en collaboration avec l'ensemble des professionnels d'autres établissements de santé de l'inter-région, afin de proposer une prise en charge de qualité de chaque patient au plus proche de son domicile, dans un climat de confiance et de sécurité, à partir de protocoles

partagés. Ainsi l'établissement de liens proximité et recours devrait permettre le développement d'un fonctionnement en « réseau » entre centres de référence et centres associés [266].

[†]*Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française (SPILF), Société Française de Microbiologie (SFM), Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR), Société Française d'Hygiène Hospitalière (SFHH), Société Française de Rhumatologie (SFR), Société Française de chirurgie orthopédique (SOFECOT).*

3.4.5.3 Peut-on parler de guérison ?

Deux critères doivent être pris en compte : le critère infectieux et le critère fonctionnel.

En ce qui concerne l'infection, il n'existe aucun signe clinique, biologique, ou radiologique permettant de définir la guérison. Seul un recul actuellement estimé entre 1 et 2 ans, sans récurrence après l'arrêt de l'antibiothérapie, laisse supposer une guérison de l'infection initiale.

Concernant le résultat fonctionnel, il est recommandé d'évaluer la mobilité, la douleur, la force musculaire, l'équilibre, la fonction de déambulation [11, 153].

Question 4 : quels sont les pré-requis pour minimiser ce type d'infections ?

Les pré-requis pour minimiser ce type d'infections ont pour beaucoup déjà fait l'objet de recommandations nationales récentes.

4.1. Quels standards en termes de maîtrise de l'environnement de soins (architecture, ventilation de bloc, salle dédiée...) ? Procédures d'hygiène ? Surveillance environnementale ?

4.1.1 Prise en charge du patient en secteur d'hospitalisation

4.1.1.1 Intérêt des unités dites « septiques »

Il n'y a pas de preuve formelle de leur efficacité sur la prévention des ISO [267]. Les arguments négatifs sont économiques (coût humain), psychologiques pour les patients et le risque d'une moindre attention lors de soins [268]. Les arguments positifs sont représentés essentiellement par les patients porteurs de SARM car le « cohorting » réduit le risque de dissémination hospitalière de ces souches [269], ainsi que par l'expérience des équipes soignantes ayant l'habitude de gérer les chimiothérapies anti-infectieuses.

4.1.1.2 Gestion des portes d'entrée potentielles lors des soins

Il est recommandé de limiter la durée des sondages urinaires, et de respecter les règles d'asepsie lors de leur réalisation (**grade C**) [270, 271].

Sauf souillure manifeste ou hémorragie, il est recommandé que le pansement réalisé en fin d'intervention au bloc opératoire ne soit pas ouvert pendant les 24 ou 48 heures post-opératoires et qu'il soit réalisé dans de strictes conditions d'asepsie (**grade C**) [272, 273].

Chaque jour supplémentaire de drainage post-opératoire augmente le risque de complication infectieuse de 42 % [274]. Il est recommandé de préférer les systèmes d'aspiration clos et d'éviter de laisser les drains en place plus de 48 à 72 heures (**grade C**) [267, 273].

4.1.1.3 Surveillance des infections nosocomiales

L'intérêt d'un programme de surveillance et de prévention des ISO incluant un retour d'information aux chirurgiens est connu depuis l'expérience américaine du SENIC Project et a été redémontré [275]. Il est recommandé de mettre en place une surveillance des infections ostéo-articulaires survenant après implantation de matériel (**grade C**) et de se référer aux recommandations générales concernant la déclaration et le signalement des infections associées aux soins.

4.1.2 Prise en charge du patient au bloc opératoire

En chirurgie propre, plus de la moitié des micro-organismes responsables d'ISO proviendrait soit de la flore du patient (celle des berges du site opératoire), soit de la flore de l'équipe opératoire (les particules en suspension dans l'air chargées de bactéries et émises par l'être humain en activité) [276]. La contamination bactérienne de l'air est généralement considérée comme un facteur de risque majeur d'ISO. Les trois principaux facteurs qui influencent l'aérobiocontamination en salle d'opération sont la performance du traitement de l'air, la discipline des personnels et l'efficacité des tenues [277]. Le rôle de la qualité de l'air et l'intérêt de sa maîtrise a été très bien documenté dans la recommandation d'experts de la Société Française d'Hygiène Hospitalière (SFHH) publiée en 2004 sous le titre « Qualité de l'air au bloc opératoire » [276].

4.1.2.1 Relation entre qualité de l'air et infection du site opératoire

Les experts de la SFHH ont considéré, avec un accord très fort, que « Parmi les différents types de chirurgie, la place de l'air dans la survenue des ISO est le mieux démontrée dans la chirurgie prothétique orthopédique » et qu'« en chirurgie de classe 1, notamment avec implantation de prothèse articulaire, une ventilation de la salle d'intervention avec un flux unidirectionnel est associée à un taux d'infection du site opératoire plus faible qu'avec une ventilation en flux non unidirectionnel » [277].

4.1.2.2 Aérobiocontamination liée à l'activité humaine

Il est recommandé de limiter le nombre de personnes en salle d'opération au strict nécessaire à l'intervention. Il est recommandé de limiter les mouvements (allées et venues) des personnels au sein de la salle d'opération. Dans ce but, la formation de tous les professionnels exerçant dans un bloc opératoire est indispensable à la connaissance de la maîtrise des risques liés à l'air (accord très fort) [277].

4.1.2.3 Tenue vestimentaire et linge opératoire

Il est recommandé que chaque membre de l'équipe qui pénètre dans une salle d'intervention porte une cagoule couvrant complètement la chevelure et un masque couvrant le nez et la bouche [278]. Aucune étude n'apporte la preuve directe de l'intérêt du port d'une double paire de gants stériles dans le but de prévenir une ISO [279]. Cependant, pour la protection des opérateurs et compte tenu des fréquentes perforations, les gants doivent être doublés en chirurgie orthopédique [280]. La deuxième paire doit être changée régulièrement (**grade C**) [281].

La conférence de consensus « Gestion préopératoire du risque infectieux » a recommandé que le patient opéré soit revêtu d'une tenue en non-tissé ou micro-fibres, quel que soit le type de chirurgie et, concernant le drapage, elle précisait que l'usage des textiles en coton n'était plus acceptable, du fait de sa forte émission particulaire [282].

4.1.2.4 Gestion de l'instrumentation chirurgicale

La surface de soufflage qui distribue l'air à partir du plafond devra empêcher toute turbulence au niveau de la table d'instrumentation et la couvrir entièrement (**grade C**) [283]. La préparation du champ opératoire et le drapage opératoire avant mise en place d'une prothèse multiplient par quatre la concentration bactérienne dans l'air par rapport à la période per opératoire. La préparation de la table d'instrumentation ne doit être réalisée qu'après la phase d'installation du patient (**grade C**) [284].

Il est recommandé de porter une attention particulière aux dispositifs médicaux non stériles utilisés en per opératoire qui peuvent être souillés (coussins anti-escarre, garrots et jersey non stériles) [285].

L'usage d'une couverture chauffante pour prévenir l'hypothermie peut constituer une source potentielle de micro-organismes (**grade C**) [286].

4.1.2.5 Entretien des surfaces

Il a fait l'objet de plusieurs recommandations dans le document consacré à la qualité de l'air au bloc opératoire [282].

4.1.2.6 Architecture du bloc opératoire

La norme NF S 90-351 de juillet 2003 concernant les «salles propres et environnements maîtrisés apparentés » et ses annexes apportent les éléments à prendre en compte lors de la conception d'un bloc opératoire pour la maîtrise de la qualité de l'air. Le principe repose sur le respect du concept d'asepsie progressive [22].

4.1.2.7 Surveillance environnementale

Plusieurs documents de type réglementation, norme, guide ou recommandations d'experts proposent des stratégies de contrôle de l'environnement hospitalier et apportent des éléments précisant la surveillance environnementale à mettre en œuvre dans les zones à environnement maîtrisé que constituent les blocs opératoires [282, 287-289].

Les paramètres à surveiller

Il est recommandé, dans le cadre de la surveillance environnementale, de réaliser des contrôles microbiologiques (air, eau, surfaces) et des contrôles de l'empoussièrement (propreté particulaire et cinétique de décontamination).

La SFHH recommande que les caractéristiques de cinétique de décontamination particulaire figurent dans les épreuves de vérification des performances et soient portées à la connaissance des utilisateurs de la salle d'intervention et de l'équipe opérationnelle en hygiène hospitalière. La cinétique de décontamination doit permettre de connaître le temps que met une pièce, disposant d'un traitement d'air, pour revenir à son état initial. Elle permet ainsi de déterminer le temps d'attente minimal entre deux interventions [282].

Ainsi, la SFHH recommande, avec un accord très fort, de mettre en œuvre prioritairement le contrôle particulaire, complété pour la chirurgie propre par un contrôle microbiologique, notamment lors de comptes particuliers supérieurs aux valeurs cibles [282].

Les indications de la surveillance

Le guide du CTIN propose de réaliser des contrôles microbiologiques (air et surfaces) et d'empoussièrement dans plusieurs indications :

- démarche qualité, contexte de processus de maîtrise du système de traitement d'air (qualification d'un système de traitement d'air, vérification de l'efficacité d'un système de traitement d'air, validation de travaux de maintenance) ;
- surveillance en cas de travaux dans les locaux à empoussièrement maîtrisé ou dans une zone adjacente (recherche d'*Aspergillus*, couplée avec des prélèvements de surfaces, des sols et murs).
- et investigation d'une épidémie en fonction du micro-organisme concerné (associés ou non à d'autres types de prélèvements).

La fréquence des comptages particuliers et des prélèvements microbiologiques doit être définie en concertation avec l'instance chargée de la Lutte contre les Infections Nosocomiales dans l'établissement et l'équipe opérationnelle d'hygiène hospitalière. Des prélèvements à visée pédagogique peuvent être envisagés pour matérialiser la contamination particulaire et/ou biologique selon les objectifs de la formation [287].

La norme NF S 90-351 précise que les épreuves de vérification de performances doivent s'effectuer hors présence humaine mais l'adéquation entre les performances attendues du système de traitement de l'air et le niveau de qualité de l'air observé en activité peut être évaluée par une mesure en présence humaine

[288]. Cette recommandation a fait l'objet d'un accord faible parmi les experts de la SFHH mais est probablement à reconsidérer en chirurgie propre [282].

Les performances minimales attendues

Le niveau de performance technique à atteindre est défini dans la norme NF S 90-351 de juillet 2003 hors présence humaine et en présence d'équipements [288].

Le niveau cible préconisé pour les prélèvements de surfaces est donné dans le guide du CTIN [287]. La norme AFNOR NF 90-351 insiste sur l'instauration d'un plan de surveillance avec contrôles réguliers programmés et intégrés dans le cadre d'une démarche qualité [288].

Enfin, peu de réglementation concerne la qualité de l'eau au bloc opératoire. Le guide du CTIN prévoit que la qualité de l'eau y soit vérifiée de façon trimestrielle au niveau des points d'usage.

4.2 Quelles mesures de préparation du futur opéré faut-il recommander pour minimiser le risque infectieux (antibioprophylaxie, portage de BMR, antisepsie cutanée...) ?

Les mesures présentées ici concernent la préparation à une intervention orthopédique chez un patient non infecté. Certaines sont spécifiques, prenant en compte les facteurs de risque infectieux inhérents au patient. D'autres sont générales, s'adressant à tous les patients quelle que soit leur condition médicale. Ces recommandations sont de **grade C**.

4.2.1 Mesures spécifiques de préparation du futur opéré

4.2.1.1 Les facteurs de risque supposés sans possibilité corrective

Il n'existe pas de recommandations concernant les facteurs de risque sans possibilité corrective que sont l'âge, le séjour pré-opératoire en institution, les antécédents d'irradiation au niveau d'une voie d'abord chirurgicale, la polyarthrite rhumatoïde en tant que telle, l'existence d'un cancer.

4.2.1.2 Les facteurs de risque accessibles *a priori* à un traitement correctif

4.2.1.2.1 La durée d'hospitalisation pré-opératoire doit être inférieure à 4 jours [19].

4.2.1.2.2 L'interruption totale de l'intoxication tabagique 6 à 8 semaines avant la pose de prothèse de hanche ou de genou est associée à une diminution des complications post-opératoires, portant essentiellement sur les infections de plaies opératoires [290].

4.2.1.2.3 La lutte contre l'obésité et la dénutrition semble nécessaire bien qu'aucune publication n'en démontre le bien-fondé [291].

4.2.1.2.4 Le diabète est reconnu comme facteur de risque d'ISO. Il recouvre les risques liés aux complications dégénératives du diabète et les risques liés au déséquilibre glycémique en péri-opératoire. Il est recommandé de réaliser un geste de revascularisation en cas de macro-angiopathie et de normaliser la glycémie en péri-opératoire en n'hésitant pas à avoir recours à l'insulinothérapie par voie veineuse si nécessaire [21, 292].

4.2.1.2.5 La gestion des traitements de la polyarthrite rhumatoïde et des autres rhumatismes inflammatoires a été exposée dans le paragraphe 1.2.

4.2.1.2.6 Le dépistage du portage nasal de *Staphylococcus aureus* a fait l'objet de recommandations. Il n'est pas recommandé de faire un dépistage systématique à la recherche d'un portage de staphylocoque doré sensible à la méticilline en vue de son éradication pré-opératoire quelle que soit la chirurgie. Il n'est pas recommandé d'utiliser la mupirocine de manière systématique pour prévenir la survenue d'ISO chez les porteurs de SARM [293-295]. Les recommandations américaines 2008 de la SHEA et de l'IDSA sur la prévention des ISO classent le dépistage et la décolonisation du portage nasal de *Staphylococcus aureus* dans les points non résolus [296].

Par contre :

- lorsque le taux d'ISO à staphylocoque doré reste anormalement élevé (supérieur à 2 %), après avoir mis en œuvre et/ou s'être assuré de l'application des mesures habituelles de prévention des ISO, il est recommandé de réaliser un dépistage nasal des soignants et un dépistage nasal pré-opératoire des patients. Dans cette situation, un traitement par la mupirocine est recommandé ;
- le dépistage nasal du *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) est recommandé chez les patients devant bénéficier d'une chirurgie cardiaque ou orthopédique programmée, et venant de réanimation, de structure de long et moyen séjour ou en cas de lésions cutanées chroniques [297].

4.2.1.2.7 Concernant le portage d'autres bactéries multi-résistantes, aucune donnée spécifique n'est disponible. Il est conseillé de retenir les recommandations générales faites en chirurgie pour ces bactéries (à dépister en fonction du parcours de soins du patient pour adapter l'antibioprophylaxie) [293].

4.2.1.2.8 Une infection à distance du site opératoire doit être activement recherchée et traitée [19]. Même s'il n'existe aucune donnée démontrant un impact de la recherche et du traitement d'une colonisation urinaire dans la prévention des ISO en chirurgie orthopédique, celle-ci est recommandée.

4.2.1.2.9 Il est recommandé, chez tout patient porteur d'une prothèse ou d'un matériel d'ostéosynthèse, et en dehors de tout contexte chirurgical, de diagnostiquer une infection à distance et de la traiter.

4.2.2 Mesures générales de prévention de l'infection en chirurgie orthopédique et traumatologique

1. *La préparation cutanée* a fait l'objet de recommandations dans le cadre de la Conférence de consensus « gestion pré-opératoire du risque infectieux » [297].
2. *L'antibioprophylaxie par voie systémique* est codifiée par la Conférence de consensus « antibioprophylaxie en milieu chirurgical chez l'adulte » qui date de 1992, actualisée en 1999 [298].
3. L'antibiothérapie locale à visée prophylactique sous la forme de ciments commercialisés, imprégnés d'antibiotiques, est recommandée dans le cadre d'arthroplastie de première intention [299].
4. *La normothermie peropératoire* est applicable à la chirurgie orthopédique et traumatologique [300].
5. *L'hyperoxygénation périopératoire* est une approche qui pourrait être étendue à la chirurgie orthopédique et traumatologique [301].

4.3 Comment minimiser le risque de transmission croisée lors de la prise en charge d'un patient infecté dans un bloc orthopédique ?

4.3.1 Y a-t-il un ordre de passage à respecter ?

Si toutes les précautions d'hygiène sont respectées, il n'y a pas lieu d'imposer un ordre de passage (**grade C**).

4.3.2 Quelles sont les précautions à prendre après intervention chez un patient septique au bloc opératoire ?

Entre deux interventions, il est recommandé de procéder à l'entretien habituel en respectant un temps de repos qui correspond au temps de décontamination particulière de la salle (variable selon les performances du système de traitement de l'air). En cas de BMR, il n'y a pas de précautions supplémentaires à prendre vis-à-vis de l'entretien des locaux mais les précautions complémentaires de type « contact » doivent être respectées lors des soins (**grade C**).

La notion de salle d'intervention dite « septique » a parfois été défendue afin d'éviter le croisement de patients infectés et non infectés. Cependant, il n'y a pas d'étude ni de consensus pour affirmer la supériorité d'une organisation s'agissant de la succession d'interventions de classes de contamination différentes au sein d'une même salle opératoire dès l'instant où les procédures d'entretien des locaux entre deux interventions sont respectées [282] et que les salles disposent d'un système de ventilation performant (**niveau 3**).

Il n'y a pas de justification à prévoir des salles de surveillance post interventionnelle (SSPI) séparées pour l'accueil des patients ayant subi des actes chirurgicaux différents, et en particulier des actes de chirurgie propre (classe I d'Altemeier) et de chirurgie de classe de contamination II, III ou IV. Néanmoins, les sujets à haut risque de développer une infection et ceux subissant une chirurgie de classe de contamination I

seront de préférence regroupés et localisés à distance des patients ayant subi une chirurgie de classe II ou supérieure [302].

Question 5 : quelle réparation pour les conséquences des infections post-opératoires sur matériel étranger ?

5.1 Quelles sont l'imputabilité aux soins et l'évitabilité de ces infections ostéo-articulaires sur matériel ?

5.1.1 Notion d'infection nosocomiale et d'infection associée aux soins (IAS)

Une actualisation de la définition des infections nosocomiales de 1999 a été établie et validée le 16 novembre 2006 par le Comité Technique des Infections Nosocomiales et des Infections Liées aux Soins (CTINILS), présentée au Haut Conseil de la Santé Publique le 11 mai 2007 et une définition des infections associées aux soins publiée en mai 2007 sur le site du Ministère de la Santé [303].

« Une infection est dite associée aux soins si elle survient au cours ou au décours d'une prise en charge (diagnostique, thérapeutique, palliative, préventive ou éducative) d'un patient, et si elle n'était ni présente, ni en incubation au début de la prise en charge. Lorsque que l'état infectieux au début de la prise en charge n'est pas connu précisément, un délai d'au moins 48 heures ou un délai supérieur à la période d'incubation est couramment accepté pour définir une IAS. Toutefois, il est recommandé d'apprécier dans chaque cas la plausibilité de l'association entre la prise en charge et l'infection.

Pour les infections du site opératoire, on considère habituellement comme associées aux soins les infections survenant dans les 30 jours suivant l'intervention ou, s'il y a mise en place d'un implant, d'une prothèse ou d'un matériel prothétique dans l'année qui suit l'intervention. Toutefois, et quel que soit le délai de survenue, il est recommandé d'apprécier dans chaque cas la plausibilité de l'association entre l'intervention et l'infection, notamment en prenant en compte le type de germe en cause (.../...)

L'infection associée aux soins englobe tout événement infectieux en rapport plus ou moins proche avec un processus, une structure, une démarche de soins, dans un sens très large. L'IAS comprend l'infection nosocomiale, au sens de contractée dans un établissement de santé, et couvre également les soins délivrés en dehors des établissements de santé.

Le critère principal définissant une IAS est constitué par la délivrance d'un acte ou d'une prise en charge de soins au sens large (à visée diagnostique, thérapeutique, de dépistage ou de prévention primaire) par un professionnel de santé ou le patient ou son entourage, encadrés par un professionnel de santé. Aucune distinction n'est faite quant au lieu où est réalisée la prise en charge ou la délivrance de soins (.../...)

On identifie trois grands facteurs de risque d'acquisition d'une IAS : environnement, acte de soin et état pathologique du patient.

- ∞ La présence physique dans des structures ou lieux dans lesquels sont délivrés des soins (environnement des soins) dans le cadre d'une prise en charge.
- ∞ La réalisation d'actes de soins, que ces actes soient effectués dans un établissement de santé ou en dehors. Il s'agit de gestes de soins ayant une finalité diagnostique, thérapeutique (initiale ou de suivi), de dépistage ou de prévention primaire,
- ∞ La présence de certaines pathologies sous-jacentes.
- ∞ N'entrent pas dans la définition des IAS les colonisations asymptomatiques (urinaires, de cathéter, cutané, d'escarre ou d'ulcère non inflammatoire, bronchique), les infections présentes ou en incubation lors du contact avec le système de santé (.../...) »

5.1.2 Évitabilité

L'évitabilité est habituellement décrite comme l'identification, le dénombrement et la description des effets indésirables pouvant être prévenus afin de proposer des actions préventives pour diminuer les risques. Ainsi une infection osseuse associée aux soins serait qualifiée d'évitable si les soins n'avaient pas été en accord avec la prise en charge considérée comme conforme aux recommandations les plus communément admises au moment de la survenue de l'événement indésirable, c'est-à-dire « standards ». À l'opposé, si le germe est endogène, l'inévitabilité pourrait être évoquée si les règles de l'art en matière de chirurgie et toutes les mesures individuelles d'hygiène visant à prévenir l'infection avaient été prises, et étaient parfaitement conformes aux recommandations en vigueur. [304]

Parmi les facteurs de risque habituellement retenus pour les infections du site opératoire dans la littérature, un groupe de travail de la SFHH a listé :

- des facteurs de risque généraux : dénutrition, immunodéficience acquise, diabète, score ASA
- des facteurs de risques spécifiques : type de chirurgie, durée de l'intervention, obésité, durée de séjour d'hospitalisation avant chirurgie > 2 jours, tabagisme, préparation cutanée inadéquate, antibioprophylaxie non adaptée, ventilation de la salle d'opération déficiente [305]

Il existe, pour tous les scientifiques, un taux d'infections nosocomiales osseuses en dessous duquel il n'est guère possible de descendre, quoi qu'on fasse même en respectant les règles strictes d'asepsie et d'antisepsie. Ce taux est variable selon les localisations et peut différer selon les centres (modalités de recrutement, facteurs de risque généraux des patients...). Le bénéfice de chaque mesure de prévention en termes de diminution du risque d'infection post-opératoire est variable et mal quantifié : par exemple l'utilisation de matériel stérile et la préparation cutanée de l'opéré sont deux mesures préventives essentielles. Selon le type d'intervention, l'antibioprophylaxie peut diminuer le risque d'ISO. Par contre, l'apport d'un savon antiseptique pour la douche pré-opératoire est probable mais non formellement démontré. Les mesures préventives relèvent exceptionnellement de la loi du tout ou rien et c'est l'application rigoureuse d'un ensemble de mesures qui va permettre de minimiser le risque infectieux (« bundle » des anglo-saxons). La qualité du geste chirurgical est un élément primordial par le respect des règles d'hygiène opératoire, de la maîtrise de l'hémostase, de la durée d'intervention.... L'infection peut

survenir malgré des mesures préventives maximales avec une probabilité faible, légèrement supérieure quand ces mesures ont été défailtantes [306].

Selon le CTINILS, en l'état actuel de la connaissance épidémiologique, il n'est pas possible d'établir a priori le degré d'évitabilité de chaque catégorie ou groupe d'IAS prédéfinies. L'évitabilité d'une infection associée aux soins doit faire l'objet d'une évaluation au cas par cas, et *a posteriori*. Il faut prendre en compte et analyser l'existence d'un état physiologique ou pathologique sous-jacent, le caractère endogène ou exogène du germe en cause, - distinction qui n'est pas toujours possible à établir *a posteriori* -, la conformité aux règles de l'art des soins prodigués (préventifs et curatifs de l'infection) et le respect par l'établissement de la réglementation en matière de lutte contre l'IAS. [303].

5.1.3 Imputabilité

Le terme d'infection « associée » et non « liée » aux soins ne préjuge pas du lien de causalité entre l'infection et les soins.

L'imputabilité au sens médical est différente de la notion de causalité juridique appréciée par un magistrat. Le concept d'imputabilité consiste à identifier les mécanismes physiopathologiques qui ont permis aux conséquences d'un défaut technique d'acte ou d'organisation du service, d'aboutir aux séquelles constatées, en respectant les séquences chronologiques.

La notion juridique de causalité en matière de responsabilité des professionnels de santé (pénale, civile ou administrative) est établie par le juge après étude du rapport technique du médecin expert [307].

En médecine, l'imputabilité d'une infection à des soins est habituellement jugée selon les 7 points suivants (critères physiopathologiques de Müller et Cordonnier) :

- (I) réalité du traumatisme,
- (II) intensité du traumatisme en rapport avec le dommage,
- (III) absence d'antériorité (intégrité préalable de la région lésée),
- (IV) concordance entre le siège des lésions et les séquelles,
- (V) délai entre l'événement initial et les troubles (à l'appréciation de l'expert ou des recommandations ; par exemple : infection du site opératoire diagnostiquée 1 an après l'intervention orthopédique avec implant ou prothèse,
- (VI) continuité évolutive ou enchaînement clinique,
- (VII) certitude du diagnostic actuel.

Les éléments listés par un groupe de la SFHH [304] pour tenter de mieux apprécier l'imputabilité en cas d'infection associée aux soins sont :

- âge, sexe,
- score NNIS si infection du site opératoire, score de Mac Cabe,
- facteurs de risque d'infection généraux et spécifiques,
- présence de dispositifs ou manœuvres invasives avec les durées d'exposition au risque,
- micro-organisme responsable et son éventuel caractère multirésistant aux antibiotiques,

- l'existence de cas groupés, en cas de surveillance des IAS, obtention des données pour analyser l'incidence de ces infections,
- recherche d'un réservoir environnemental,
- conformité de la prise en charge du patient selon les recommandations en hygiène en vigueur (procédures et si besoin audit),
- éléments organisationnels : absentéisme, taux d'occupation des lits, présence de personnels « juniors » pour la participation aux soins.

Concernant les infections associées à un acte de soins, la plausibilité de la relation de causalité dépend du site de l'infection et de sa proximité anatomique avec l'acte invasif (infection du site opératoire superficielle ou profonde concernant alors l'os), de l'association à un contexte spatio-temporel compatible avec la durée de l'incubation de l'infection (délai entre l'intervention et la révélation de l'infection jusqu'à 1 an voire plus dans l'infection osseuse sur matériel), de l'écologie du germe en cause (origine souvent endogène due aux germes de la flore cutanée).

Il convient aussi de déterminer si la survenue de cette infection est anormale au regard de l'état (physiologique ou pathologique) antérieur et de son évolution prévisible (infection quasiment obligatoire dans les fractures osseuses avec dégâts cutané-musculaires, vasculaires) et d'éliminer une autre cause (infection hématogène secondaire) [308].

5.1.4 Dossier médical

Il est nécessaire de comprendre que toutes ces étapes seront analysées par l'expert si le patient demande une réparation des conséquences de l'I.A.S. Cette gestion « médico-légale » sera facilitée à partir du moment où le dossier médical est parfaitement tenu à jour. Il doit obligatoirement comporter les pièces prévues par le Décret n°637 du 30 avril 2002 modifié en 2006 (Art. 1112-2 du Code de la Santé publique) afin d'améliorer la qualité des soins, de permettre la communication d'éléments d'information aux différents acteurs impliqués dans la prise en charge du patient (efficacité, continuité, sécurité).

Il est obligatoire que ce dossier comporte les comptes-rendus des consultations (en particulier pré-intervention, examen clinique, dépistage éventuel d'infection patente ou latente, consentement du patient), la préparation cutanée, le dossier d'anesthésie avec le protocole d'antibioprophylaxie et la traçabilité de son administration, le compte-rendu opératoire, les résultats des prélèvements microbiologiques, l'intégralité du dossier de soins infirmiers (comprenant notamment les soins relatifs aux pansements de la plaie opératoire, à l'ablation des redons), les prescriptions médicales et paramédicales...

D'autres éléments doivent être disponibles : preuve de stérilisation des instruments, traçabilité des implants et de la préparation cutanée de l'opéré. De plus, les documents concernant la préparation et le bionettoyage de la salle d'opération, les protocoles d'entretien du matériel doivent être conservés par le cadre responsable du bloc opératoire. Ils compléteront les comptes-rendus du CLIN concernant les protocoles d'hygiène, leur validation, la surveillance des infections nosocomiales, de l'environnement hospitalier, etc... L'ensemble de ces documents, systématiquement demandés par l'expert, permettent de

juger de la qualité de l'organisation de l'établissement en matière de prévention des infections nosocomiales.

Le développement actuel de la gestion informatisée des dossiers médicaux dans les établissements de soins publics et privés devra respecter ces contraintes en envisageant au besoin des logiciels adaptés au recueil des ISO en chirurgie orthopédique.

5.2 Quelle information pour les patients ? Avant la chirurgie, lors du séjour hospitalier, en cas d'infection ?

5.2.1 La loi n° 2002-303 du 4 mars 2002 impose aux médecins la charge de la preuve de l'information : *«Toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé. Cette information porte sur les différentes investigations, traitements ou actions de prévention qui sont proposés, leur utilité, leur urgence éventuelle, leurs conséquences, les risques fréquents ou graves normalement prévisibles qu'ils comportent ainsi que sur les autres solutions possibles et sur les conséquences prévisibles en cas de refus.»* [309].

5.2.2 L'information (art. 35 du *Code de déontologie médicale*) doit être «*claire*», «*loyale*», «*appropriée*» (adaptée au patient et à la circonstance) et «*personnalisée*». Elle ne doit pas générer de défiance et doit rester compréhensible par le plus grand nombre. Les limites de l'information concernent les cas d'urgence absolue et le refus du patient d'être tenu informé.

5.2.3 Avant intervention, cette information doit porter sur trois niveaux :

- l'affection, le diagnostic et les différentes méthodes thérapeutiques alternatives ;
- la nature exacte du geste opératoire et ses conséquences éventuelles, notamment infectieuses ;
- les bénéfices et les risques des différentes méthodes thérapeutiques (en particulier le risque septique en chirurgie orthopédique avec implantation de matériel).

En cas de survenue d'une infection nosocomiale, le patient, ou à défaut ses ayants-droits, doivent en outre être informés sur les circonstances et les causes du dommage, ses conséquences potentielles et sur les modalités thérapeutiques.

5.2.4 La notion de présomption d'information est étayée par la durée de la première consultation (entretien individuel avec le patient et accompagnant) et le temps de réflexion laissé au patient ainsi que par les *«moyens prouvant la délivrance de l'information»* sans pour autant qu'un document écrit et/ou signé soit officiellement requis.

« Cette preuve peut être apportée par tout moyen » (art. L. 1111-2 du Code de Santé Publique). Les praticiens doivent développer dans leur pratique courante l'utilisation des outils de cette preuve afin qu'elle soit suivie à la trace tout au long des éléments du dossier médical (supports, traçabilité et systématisation des protocoles d'information).

5.2.5 Le préjudice subi par le patient, lors d'un défaut d'information, peut être qualifié de perte de chance [310].

5.3 Quelles sont les possibilités d'indemnisation des infections ostéo-articulaires sur matériel ?

5.3.1 La victime d'une I.A.S. peut demander une réparation en ayant recours à deux filières complémentaires :

- d'une part

o Soit aux tribunaux de l'ordre judiciaire avec :

- À titre principal, les juridictions civiles (IAS survenues en établissement de soins privé ou impliquant un soignant exerçant en secteur libéral) ;
- À titre subsidiaire (mais ce n'est pas la voie de prédilection), les juridictions pénales (quels que soient la qualité et le mode d'exercice - libéral ou hospitalier public -) en cas de faute constitutive d'une infraction dont la répression est prévue par le Code Pénal. Dans ce cas, non seulement l'auteur de l'infraction peut être condamné à une peine d'amende et/ou d'emprisonnement, voire même à une peine complémentaire d'interdiction d'exercer la profession, mais la victime peut voir son préjudice réparé par la même juridiction ;

o Soit aux tribunaux de l'ordre administratif (IAS survenues en établissement de soins publics);

- d'autre part aux Commissions Régionales de Conciliation et d'Indemnisation (CRCI), voie amiable prévue par la loi du 4 mars 2002 (article L 1142-1). Le dispositif est gratuit pour le demandeur et a pour but de faciliter l'indemnisation en ayant moins souvent recours au juge et sans assistance obligatoire d'un avocat. Il instaure une présomption de responsabilité pesant sur les établissements de soins au bénéfice des victimes ce qui leur permet d'éviter de devoir apporter la preuve de la faute et/ou de l'infection nosocomiale [311, 312]. Pour les infections contractées en cabinet, les patients doivent apporter la preuve d'une faute. Quelle que soit la procédure, le magistrat en charge du dossier missionnera un expert ou un collègue d'experts.

Au plan expertal médical, ces procédures nécessitent le même travail de constitution du dossier.

5.3.2 Les lois du 4 mars et du 30 décembre 2002 [309] ont introduit:

- un double fondement de responsabilité : faute pour le praticien et présomption de responsabilité, en dessous du « *seuil de gravité* », pour l'établissement hospitalier ;
- un double régime d'indemnisation du patient en fonction d'un « *seuil de gravité* » ;
 - o en dessous du seuil de gravité, le « *payeur* » sera l'assureur professionnel du praticien en cas de faute de celui-ci, l'assureur de l'établissement hospitalier, si celui-ci n'a pu s'exonérer de sa responsabilité en mettant en évidence une « *cause étrangère* » ;
 - o au-dessus du seuil de gravité : le « *payeur* » initial sera l'ONIAM (Office National d'Indemnisation des Accidents Médicaux), au titre de la solidarité nationale, avec possibilité d'une action récursoire sur l'établissement hospitalier en cas de manquement caractérisé aux obligations en matière de lutte contre les infections nosocomiales.

5.3.3 Les CRCI [313-315] sont présidées par un magistrat et composées de représentants des usagers, des professionnels de santé et des responsables d'établissement, ainsi que des membres représentant l'ONIAM. La CRCI peut être saisie par toute personne s'estimant victime d'un dommage ou par ses ayants droit. La procédure est gratuite. Elle a pour but de comprendre et d'expliquer les événements observés en recherchant une éventuelle défaillance dans la chaîne des soins.

Pour être recevable par la CRCI, les dossiers doivent comporter un dommage ayant atteint un certain seuil de gravité. Celui-ci est défini par :

- une incapacité permanente partielle supérieure à 24 %,
- une durée d'incapacité temporaire de travail au moins égale à 6 mois consécutifs (ou 6 mois non consécutifs sur une période de 12 mois),
- la survenue de troubles graves subis par la victime dans ses conditions d'existence.

Lorsque les dommages ne présentent pas le caractère de gravité prévue par la loi, la CRCI se déclare incompétente.

Les procédures en CRCI ne concernent que les faits générateurs ou accidents survenus après le 4 septembre 2001.

L'avis de la CRCI étayé par le rapport d'expertise médicale précise si le dommage a pour origine une faute ou un aléa thérapeutique.

Elle se prononce sur les circonstances, les causes, la nature et l'étendue des dommages subis ainsi que sur les conséquences à en tirer sur la détermination des responsabilités et le régime de réparation. Il fixe ainsi les bases juridiques de l'indemnisation dont le montant sera déterminé par l'assureur compétent ou l'ONIAM selon le cas.

5.3.4 L'expert médical a pour mission [316, 317] :

- de rechercher, au vu des éléments qui lui sont fournis, si le praticien a rempli son obligation d'information,
- de préciser le caractère endogène ou exogène du germe ;
- d'évaluer si les actes et traitements médicaux étaient pleinement justifiés ;
- de dire si ces actes et soins ont été attentifs, conformes aux données acquises de la science médicale au moment où les actes ont eu lieu. Ces données acquises de la science n'ont pas un caractère absolu mais servent d'élément d'appréciation et sont à la base du concept d'Evidence-Based Medicine (EBM) ou médecine fondée sur les preuves (« normes techniques »). Elles peuvent être d'origine différente (articles issus de la littérature française ou internationale, communications scientifiques, recommandations de sociétés savantes, de l'AFSSAPS, de la HAS, avec la notion références médicales, conférences de consensus, recommandations de bonne pratique). L'utilisation des médicaments doit être conforme aux résumés des caractéristiques du produit qui ont un caractère obligatoire pour l'industrie pharmaceutique et une indication précieuse pour le prescripteur,

- de vérifier que les obligations réglementaires concernant la prévention des infections nosocomiales ont été respectées ;
- d'analyser la nature des éventuelles erreurs commises ;
- de vérifier s'il existe un lien de causalité direct et certain entre un éventuel manquement aux règles et la survenue de l'infection d'une part, entre l'infection et le dommage réalisé d'autre part ;
- de faire la part des choses entre ce qui revient à l'évolution prévisible de la pathologie initiale du patient et ce qui constitue des conséquences anormales. Pour cela, il doit connaître l'état pathologique initial ainsi que les antécédents du patient susceptibles de constituer des facteurs de risque, de vérifier que la prise en charge de l'IAS osseuse sur matériel s'est faite correctement avec toutes les compétences requises en fonction des « standards » du moment. À cet égard, huit centres ont été désignés en Septembre 2008 (Cf 3.4.4) (<http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/iaa/accueil.htm>.) [266].

L'expert doit également se prononcer sur l'imputabilité médicale et expliquer le lien de causalité médico-légale qui peut être certain ou hypothétique, total ou partiel, direct ou indirect. Dans les cas difficiles, si le lien de causalité est hypothétique ou douteux et rend sa conviction insuffisante, il argumentera les points en faveur ou en défaveur de l'imputabilité, laissant au juriste la décision finale. Si le lien est partiel ou indirect, il se doit d'éclaircir les rapports entre ces liens. Le mécanisme causal est alors plurifactoriel et le plus souvent relié à un état antérieur. Il doit citer les références bibliographiques et autant que possible, mentionner les séries d'observations statistiquement significatives [318].

Si le rôle de l'expert médical reste essentiel dans la procédure, c'est le décideur (juge, juriste, assureur, CRCI, ONIAM...) qui, sur la base du rapport d'expertise, prendra la décision relative à l'indemnisation du préjudice découlant de ce dommage. En effet, il n'est qu'un auxiliaire de la justice et son opinion ne s'impose jamais au magistrat.

5.3.5 La réparation étant intégrale, les postes à évaluer sont ceux habituellement retenus pour indemniser un dommage corporel réparti en temporaire et permanent. La fixation des préjudices nécessite au préalable de déterminer la date de consolidation [319, 320]. Sont ainsi définis :

- les périodes de déficit temporaire partiel et total, périodes pendant lesquelles le malade a été dans l'impossibilité totale ou partielle d'effectuer ses activités habituelles,
- les souffrances endurées ainsi que le préjudice esthétique (évalués sur une échelle de 0 à 7),
- les frais médicaux et d'hospitalisation,
- le déficit fonctionnel permanent, évalué selon un barème annexé au décret n°2003-314 du 4 avril 2003 [JO 5 avril 2003, p. 6114-6131] [315],
- le retentissement éventuel des séquelles.

Récemment, le rapport Dintilhac a proposé une nouvelle nomenclature des chefs de préjudice corporels visant à harmoniser les méthodes d'indemnisation vers une réparation intégrale des préjudices et pouvant

s'appliquer à des personnes avec ou sans activité professionnelle. Il est également prévu une nomenclature des préjudices corporels des victimes indirectes (victimes par ricochet). Cette nomenclature adoptée par l'ONIAM est en voie de généralisation [321, 322].

Préjudices patrimoniaux (« économiques »)

a) Préjudices patrimoniaux temporaires (avant consolidation) :

Dépenses de santé actuelles (D.S.A.)

Frais divers (F.D.)

Pertes de gains professionnels actuels (P.G.P.A.)

b) Préjudices patrimoniaux permanents (après consolidation) :

Dépenses de santé futures (D.S.F.)

Frais de logement adapté (F.L.A.)

Frais de véhicule adapté (F.V.A.)

Assistance par tierce personne (A.T.P.)

Pertes de gains professionnels futurs (P.G.P.F.)

Incidence professionnelle (I.P.)

Préjudice scolaire, universitaire ou de formation (P.S.U.)

Préjudices extrapatrimoniaux

a) Préjudices extrapatrimoniaux temporaires (avant consolidation) :

Déficit fonctionnel temporaire (D.F.T.)

Souffrances endurées (S.E.)

Préjudice esthétique temporaire (P.E.T.)

b) Préjudices extrapatrimoniaux permanents (après consolidation) :

Déficit fonctionnel permanent (D.F.P.)

Préjudice d'agrément (P.A.)

Préjudice esthétique permanent (P.E.P.)

Préjudice sexuel (P.S.)

Préjudice d'établissement (P.E.)

Préjudices permanents exceptionnels (P.P.E.)

c) Préjudices extrapatrimoniaux évolutifs (hors consolidation) :

Préjudices liés à des pathologies évolutives (P.EV.)

ANNEXE 1 : classification de Cierny et Mader

Stades anatomiques

- Type I : ostéomyélite médullaire
- Type II : ostéomyélite superficielle par contiguïté
- Type III : ostéomyélite localisée
- Type IV : ostéomyélite diffuse

États physiopathologiques

- A : absence d'anomalie
- B : anomalies :
 - Bs : généralisées
 - B1 : localisées
 - B1s : généralisées et localisées
- C : patient ayant un risque opératoire majeur

Bs : anomalies généralisées

- dénutrition
- insuffisance hépatique et/ou rénale
- diabète
- hypoxémie chronique
- maladie auto-immune
- néoplasie
- immunodépression
- âges extrêmes
- tabagisme

B1 : anomalies localisées

- lymphœdème chronique
- insuffisance veineuse
- insuffisance artérielle
- fibrose post-radique
- escarre
- neuropathie

ANNEXE 2 : classification de Gustilo

Grade I

- ∞ Ouverture cutanée punctiforme sans décollement
- ∞ Fracture simple et propre

Grade II

- ∞ Ouverture linéaire > 1 cm
- ∞ Décollement cutané
- ∞ Fracture simple

Grade III

- ∞ Lésions étendues des parties molles, nerfs
 - ∞ Fractures comminutives
 - ∞ Perte de substance osseuse
-
- **III A** = Couverture possible du foyer de fracture
 - **III B** = Couverture impossible
Perte de substance osseuse
 - **III C** = Fracture associée à un traumatisme artériel

ANNEXE 3 : définition du sepsis, du sepsis sévère et du choc septique

Sepsis

Il représente l'association du syndrome de réponse inflammatoire systémique, comprenant :

- température corporelle > 38 °C ou < 36 °C
- rythme cardiaque > 90 battements/min
- rythme respiratoire > 20/min
- leucocytes > 12 000/mm³ ou < 4 000/mm³

avec une infection confirmée au moins cliniquement.

Sepsis sévère

C'est un sepsis associé à une dysfonction d'organe (hypoxémie, débit urinaire < 0,5 ml/kg/h, coagulopathie, acidose métabolique), une hypo-perfusion (acidose lactique, oligurie, encéphalopathie aiguë) ou une hypotension.

Choc septique

C'est un sepsis associé à une hypotension persistante, malgré un remplissage vasculaire adapté qualitativement et quantitativement, accompagné ou non de signes d'hypo-perfusion.

ANNEXE 4 : classification de Checketts-Otterburns

Grade 1

- Légère rougeur
- Léger écoulement

Grade 2

- Rougeur cutanée
- Écoulement
- Douleur

Grade 3

- Grade 2 sans amélioration après antibiothérapie

Grade 4

- Infection tissulaire sévère concernant plusieurs fiches associée à une mobilité de celles-ci

Grade 5

- Grade 4 avec infection osseuse radiologiquement détectable

Grade 6

- Infection survenant après ablation du fixateur externe (trajet d'une ancienne fiche) avec image radiologique (séquestre)

Les **3 premiers grades** correspondent à des infections mineures pour lesquelles la fiche infectée peut être laissée en place ; les **3 derniers grades** correspondent à des infections majeures nécessitant l'ablation de la fiche infectée.

BIBLIOGRAPHIE

1. Barberan J. Management of infections of osteoarticular prosthesis. *Clin Microbio and Infect* 2006; 12 Suppl 3:93-101.
2. Walvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects (First of three parts). *N Engl J Med* 1970;282:198-206.
3. Walvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects (Second of three parts). *N Engl J Med* 1970;282:260-66.
4. Walvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects (Third of three parts). *N Engl J Med* 1970;282:316-22.
5. Ger R. Muscle transposition for treatment and prevention of chronic post-traumatic osteomyelitis of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:784-91.
6. Kelly PJ. Infected non union of the femur and tibia. *Orthop Clin North Am* 1984;15:481-90.
7. Weiland AJ, Moore RJ, Daniel RK. The efficacy of free tissue transfer in the treatment of osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:181-93.
8. Gordon L, Chiu EJ. Treatment of infected non-unions and segmental defects of the tibia with staged microvascular muscle transposition and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:377-86.
9. May JW, Jupiter JB, Weiland AJ et al. Current concepts review: clinical classification of post-traumatic tibial osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:1422-8.
10. Cierny G, Mader JT, Penninck JJ. A clinical staging system of adult osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res* 2003;414:7-24.
11. Tsukaymada DT, Estrada R, Gustilo R. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:512-23
12. Segawa H, Tsukayama DT, Kyle RF, Becker DA, Gustilo RB. Infection after total knee arthroplasty. A retrospective study of the treatment of eighty-one infections. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1434-45.
13. McDowell A, Patrick S. Evaluation of nonculture methods for the detection of prosthetic hip biofilms. *Clin Orthop Relat Res* 2005;437:74-82.
14. McPherson EJ, Tonz JrW, Patzakis M et al. Outcome of infected total knee utilizing a staging system for prosthetic joint infection. *Am J Orthop* 1999;28:161-5.
15. McPherson EJ, Woodson C, Holton P, et al. Periprosthetic total hip infection. Outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res* 2002;403:8-15.

16. Hansenn AD, Osmon DR. Evaluation of a staging system for infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2002;403:16-22.
17. Dellinger EP, Miller SD, Wertz MJ, Grypma M, Roppert B, Anderson PA. Risk of infection after open fracture of the arm or leg. *Arch Surg* 1988;123:1320-7.
18. Folk JW, Starr AJ, Early JS. Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma* 1999;13:369-72.
19. De Boer A, De Groot A, Severijnen A, Van Den Berg J, Van Pelt W. Risk assessment for surgical-site infections in orthopedic patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:402-7.
20. Eveillard M, Merti P, Canarelli B, Lavenne J, Fave MH, Eb F, Vives P. Risk of deep infection in first-intention total hip replacement. Evaluation concerning a continuous series of 790 cases. *Presse Med* 2001;30:1868-75.
21. Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, Lenke LG, Bridwell KH, Mayfield J, et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:62-9.
22. Murata K, Yasuda M, Ito H, Yoshida M, Shimizu M, Nakamura T. Lack of increase in postoperative complications with low dose methotrexate therapy in patients with rheumatoid arthritis undergoing elective orthopedic surgery. *Mod Rheumatol* 2006;16:14-9.
23. Greenan DM, Gray J, Loudon J, Fear S. Methotrexate and early postoperative complications in patients with rheumatoid arthritis undergoing elective orthopaedic surgery. *Ann Rheum Dis* 2001;60:214-7.
24. Fuerst M, Möhl H, Baumgärtel K, Rütther W. Leflunomide increases the risk of early healing complications in patient with rheumatoid arthritis undergoing elective orthopedic surgery. *Rheumatol Int* 2006;26:1138-42.
25. Giles JT, Bartlett SJ, Gelber AC, Nanda S, Fontaine K, Ruffing V, et al. Tumor Necrosis factor inhibitor therapy and risk of serious post-operative orthopedic infection in rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumatism* 2006;55:333-7.
26. Karunakar MA, Shah SN, Jerabek S. Body mass index as a predictor of complications after operative treatment of acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1498-502.
27. Flynn JM, Rodriguez-del Rio F, Piz PA. Closed ankle fractures in the diabetic patient. *Foot Ankle Int* 2000;21:311-9.
28. http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/pr_prise_en_charge_en_phase_detat_recommandations.pdf.
29. Surveillance des infections du site opératoire en France de 1999 à 2005. <http://www.invs.sante.fr/raisin/>

30. Dumaine V, Jeanne L, Paul G, et al. Proposition d'un protocole de suivi des infections avérées de site opératoire en chirurgie orthopédique et traumatologique. *Rev Chir Orthop* 2007;93:30-6.
31. Debarge R, Nicolle MC, Pinaroli A, Ait Si Selmi T, Neyret P. Infection du site opératoire après arthroplastie totale du genou. *Rev Chir Orthop* 2007;93:582-7.
32. Lecuire F, Gontier D, Carrere J, Giordano N, Rubini J, Basso M. Bilan de 10 ans de surveillance des ISO dans un service d'orthopédie. *Rev Chir Orthop* 2003;89:479-86.
33. Eveillard M, Mertl P, Tramier B, Eb F. Effectiveness of gentamicin-impregnated cement in the prevention of deep wound infection after primary total knee arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;24:778-80.
34. Merrer J, Girou E, Lortat-Jacob A, Montravers P, Lucet J-C, for the Groupe de Recherche sur l'Antibioprophylaxie en Chirurgie. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:1169-74.
35. Moran E, Masters S, Berendt A, Mc Lardy-Smith P, Byren I, Atkins B. Guiding empirical antibiotic therapy in orthopaedics: the microbiology of prosthetic joint infections managed by debridement, irrigation and prosthesis retention. *J Infect* 2007;55:1-7.
36. Felten A, Desplaces N, Nizard R, Sedel L, Lagrange P. Infections ostéoarticulaires à *Peptostreptococcus magnus* après chirurgie orthopédique : quatorze cas et facteurs de pathogénicité. *Pathol Biol* 1998;46:442-8.
37. Marculescu CE, Berbari EF, Cockerill FR, Osmon DR. Fungi, Mycobacteria, Zoonotic and other organisms in prosthetic joint infection. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:64-72.
38. Helics SSI Statistical Report. Surgical site infections 2004, mars 2006. <http://helics.univ-lyon1.fr>
39. National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 through June 2004. *Am J Infect Control* 2004;32:470-85.
40. Health Protection Agency. Surveillance of surgical site infection in England, October 1995 to September 2005. London: Health Protection Agency, July 2006. <http://www.hpa.org.uk>.
41. Thomas C, Cadwallader HL, Riley TV. Surgical-site infections after orthopaedic surgery: statewide surveillance using linked administrative databases. *J Hosp Infect* 2004;57:25-30.
42. Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson M. Infection in total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 2001;392:15-23.
43. Berbari EF, Marculescu C, Sia I, et al. Culture-negative prosthetic joint infection. *Clin Infect Dis* 2007;45:1113-9.
44. Manian FA. Surveillance of surgical site infections in alternative settings: exploring the current options. *Am J Infect Control* 1997;25:102-5.
45. Petherick ES, Dalton JE, Moore PJ, Cullum N. Methods for identifying surgical wound infection after discharge from hospital: a systematic review. *BMC Infect Dis* 2006;6:170.

46. Réseau INCISO 2007. Diaporama de présentation des résultats. <http://www.cclinparisnord.org/Inciso/INCISO.html#>.
47. Haley RW, Morgan WM, Culver DH, et al. Update from the SENIC project. Hospital infection control recent progress and opportunities under prospective payment. *Am J Infect Control* 1985;13:97-108.
48. Kolling C, Simmen BR, Labek G, et al. Key factors for a successful National Arthroplasty Register. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89:1567-73.
49. Lortat-Jacob A et le groupe Tirésias. Diagnostic clinique de l'infection sur prothèse. In Tirésias (ed) vol 2 : Diagnostic de l'infection sur prothèse articulaire. Paris ; 2002 : p 15-23.
50. Patel R, Osmon DR, Hanssen AD. The diagnosis of prosthetic joint infection. Current techniques and emerging technologies. *Clin Ortho Relat Res* 2005;437:55-8.
51. Zimmerli W Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med* 2004;351:1645-54.
52. Trampuz A, Zimmerli W. Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment. *Swiss Med Wkly* 2005;135:243-51.
53. Tsukayama DT, Goldberg VM, Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:75-80.
54. Bégué T. Etiologies, diagnostic et classification des infections sur prothèses totales de genou. *Cahier d'Enseignement de la SOFCOT* 2003;84:197-209.
55. Bernard L. Value of preoperative investigations in diagnosing prosthetic joint infection: retrospective cohort study and literature review. *Scand J Infect Dis* 2004;36:410-6.
56. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. *Am J Med* 2004;117:556-62.
57. Duff GP, Lachiewicz PF, Kelley SS. Aspiration of the knee joint before revision arthroplasty. *Clin Ortho Relat Res* 1996;331:132-9.
58. Greidanus NV, Masri BA, Garbuz DS, Wilson SD, McAlinden MG, Xu M, et al. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1409-16.
59. Spangehl MJ, Masri BA, O'Connell JX, Duncan CP. Prospective analysis of preoperative and intraoperative investigations for the diagnosis of infection at the sites of two hundred and two revision total hip arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:672-83.
60. Nilsdotter-Augustinsson A, Briheim G, Herder A, Ljunghusen O, Wahlström O, Ohman L. Inflammatory response in 85 patients with loosened hip prostheses: a prospective study comparing inflammatory markers in patients with aseptic and septic prosthetic loosening. *Acta Orthopaedica* 2007;78:629-39.

61. Tigges S, Stiles RG, Roberson JR. Appearance of septic hip prostheses on plain radiographs. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:377-80.
62. Weissman BNW, Sledge CB. *Orthopedic radiology*. Philadelphia: WB Saunders, 1986.
63. Manaster BJ. From the RSNA refresher courses. Total hip arthroplasty : radiographic evaluation. *Radiographics* 1996;16:645-60.
64. Tumeh SS, Aliabadi P, Weissman BN. Disease activity in osteomyelitis : role of radiography *Radiology* 1987;165:781.
65. Rabin DN, Smith C, Kubicka RA, Rabin S, Ali A, Charters JR, et al. Problem prostheses: the radiologic evaluation of total joint replacement. *Radiographics* 1987;7:1107-27.
66. Reinus WR, Merkel KC, Gilden JJ, Berger KL. Evaluation of femoral prosthetic loosening using CT imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166:1439-42.
67. Wing VW, Jeffrey RB, Fedemile MP, Helms CA, Trafton P. Chronic osteomyelitis examined by CT. *Radiology* 1985;154:171-4.
68. Seltzer SE. Value of computed tomography in planning medical and surgical treatment of chronic osteomyelitis. *J Comput Assist Tomogr* 1984;8:482-7.
69. Jacquier A, Champsaur P, Vidal V, Stein A, Monnet O, Drancourt M, et al. CT evaluation of total HIP prosthesis infection. *J Radiol* 2004;85:2005-12.
70. Cyteval C, Hamm V, Sarrabere MP, Lopez FM, Maury P, Taourel P. Painful infection at the site of hip prosthesis: CT imaging. *Radiology* 2002;224:477-83.
71. Carbó S, Rosón N, Vizcaya S, Escribano F, Zarcero M, Medrano S. Can ultrasound help to define orthopedic surgical complications? *Curr Probl Diagn Radiol* 2006;35:75-89.
72. Gibbon WW, Long G, Barron DA, O'Connor PJ. Complications of orthopedic implants: sonographic evaluation. *J Clin Ultrasound* 2002;30:288-99.
73. Van Holsbeeck MT, Eyler WR, Sherman LS, Lombardi TJ, Mezger E, Verner JJ, et al. Detection of infection in loosened hip prostheses: efficacy of sonography. *Am J Roentgenol* 1994;163:381-4.
74. Czerny C, Krestan C, Imhof H, Trattnig S. Magnetic resonance imaging of the postoperative hip. *Top Magn Reson Imaging* 1999;10:214-20.
75. Ortiz O, Pait TG, McAllister P, Sauter K. Postoperative magnetic resonance imaging with titanium implants of the thoracic and lumbar spine. *Neurosurgery* 1996;38:741-5.
76. White LM, Buckwalter KA. Technical considerations: CT and MR imaging in the postoperative orthopedic patient. *Semin Musculoskelet Radiol* 2002;6:5-17.
77. White LM, Kim JK, Mehta M, Merchant N, Schweitzer ME, Morrison WB, et al. Complications of total hip arthroplasty: MR imaging-initial experience. *Radiology* 2000;215:254-62.
78. Berquist TH, Bender CE, Maus TP, Ward EM, Rand JA. Pseudobursae: a useful finding in patients with painful hip arthroplasty. *Am J Roentgenol* 1987;148:103-6.

79. Hendrix RW, Wixson RL, Rana NA, Rogers LF. Arthrography after total hip arthroplasty: A modified technique used in the diagnosis of pain. *Radiology* 1983;148:647-652.
80. McLaughlin RE, Whitehill R. Evaluation of the painful hip by aspiration and arthrography. *Surg Gynecol Obstet* 1977;144:381-6.
81. Maus TP, Berquist TH, Bender CE, Rand JA. Arthrographic study of painful total hip arthroplasty: refined criteria. *Radiology* 1987;162:721-7.
82. Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of implant-associated septic arthritis and osteomyelitis. *Curr Infect Dis Rep* 2008;10:394-403.
83. Cheung A, Lachiewicz PF, Renner JB. The role of aspiration and contrast-enhanced arthrography in evaluating the uncemented hip arthroplasty. *Am J Roentgenol* 1997;168:1305-9.
84. Eisler T, Svensson O, Engstrom CF, Reinholt FP, Lundberg C, Wejkner B, et al. Ultrasound for diagnosis of infection in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2001;16:1010-7.
85. Chew FS, Brown JH, Palmer WE, Kattapuram SV. CT-guided aspiration in potentially infected total hip replacements complicated by heterotopic bone. *Eur J Radiol* 1995;20:72-4.
86. Hendrix RW, Anderson TM. Arthrographic and radiologic evaluation of prosthetic joints. *Radiol Clin North Am* 1981;19:349-64.
87. O'Neill DA, Harris WH. Failed total hip replacement: assessment by plain radiographs. Arthrograms and aspiration of the hip joint. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:540-6.
88. Barrack RL, Harris WH. The value of aspiration of the hip joint before revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:66-76.
89. Devillers A, Moisan A, Jean S, Arvieux C, Bourguet P. Technetium-99m hexamethylpropylene amine oxime leucocyte scintigraphy for the diagnosis of bone and joint infections: a retrospective study in 116 patients. *Eur J Nucl Med* 1995;22:302-7.
90. Palestro CJ, Kipper SL, Weiland FL, Love C, Tomas MB. Osteomyelitis: diagnosis with (99m)Tc-labeled antigranulocyte antibodies compared with diagnosis with (111)In-labeled leukocytes-initial experience. *Radiology*. 2002;223:758-64.
91. Love C, Palestro CJ. Radionuclide imaging of infection. *J Nucl Med Technol* 2004;32:47-57.
92. Buscombe JR. The future of infection imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2006;50:99-1.
93. Gratz S, Dorner J, Oestmann JW, Opitz M, Behr T, Meller J, et al. 67Ga citrate and 99Tc-m-MDP for estimating the severity of vertebral osteomyelitis. *Nucl Med Commun* 2000;21:111-20.
94. Morelec I, Lafont P, Houzard C, Pellet O, Giammarile F. 18-FDG et Infection. *Médecine Nucléaire. Imagerie fonctionnelle et métabolique* 2008;32:173-89.
95. Pill SG, Parvizi J, Tang PH, Garino JP, Nelson C, Zhuang H, Alavi A. Comparison of fluorodeoxyglucose positron emission tomography and (111) indium-white blood cell imaging in the diagnosis of periprosthetic infection of the hip. *J Arthroplasty* 2006;21 Suppl 2: 91-7.

96. Atkins BL, Athanasou N, Deeks JJ, Crook DWM, Simpson H, McLardy-Smith P, et al. Prospective evaluation of criteria for microbiological diagnosis of prosthetic-joint infection at revision arthroplasty. *J Clin Microbiol* 1998;36:2932-9.
97. Mackowiack PA, Jones SR, Smith JW. Diagnostic value of sinus-tract cultures in chronic osteomyelitis. *JAMA* 1978;239:2772-5.
98. Piriou P, Garreau de Loubresse C, Wattincourt L, Judet T. Ponction simple contre ponction biopsie au trocart pour le bilan diagnostique bacteriologique des infections ostéo-articulaires. *Rev Chir Orthop* 1998;84:685-8.
99. Trampuz A, Piper KE, Jacobson MJ, Hanssen AD, Unni KK, Osmon DR, et al. Sonication of removed hip and knee prostheses for diagnosis of infection. *N Engl J Med* 2007;357:654-63.
100. Bernard L, Pron B, Vuagnat A, Gleizes V, Signoret F, Denormandie P, et al. The value of suction drainage fluid culture during aseptic and septic orthopaedic surgery: a prospective study of 901 patients. *Clin Infect Dis* 2002;34:46-9.
101. Schäfer P, Fink B, Sandow D, Margull A, Berger I, Frommelt L. Prolonged bacterial culture to identify late periprosthetic joint infection: a promising strategy. *Clin Infect Dis* 2008;147:1403-9.
102. Sendi P, Rorbach M, Graber P, Frei R, Ochsner PE, Zimmerli W. *Staphylococcus aureus* small colony variants in prosthetic joint infection. *Clin Infect Dis* 2006;43:961-67.
103. Vaudaux P, Kelley W, Lew DP. *Staphylococcus aureus* small colony variants: difficult to diagnose and difficult to treat. *Clin Infect Dis* 2006;43:968-70.
104. Ince A, Rupp J, Frommelt L, Katzer A, Gille J, Lohr JF. Is "aseptic" loosening of the prosthetic cup after total hip replacement due to nonculturable pathogens in patients with low-grade infection? *Clin Infect Dis* 2004;39:1599-603.
105. Dempsey K, Riggio MP, Lennon A, Hannah V, Ramage G, Bagg J. Identification of bacteria on the surface of clinical infected and non infected prosthetic hip joints removed during revision arthroplasties by 16S rRNA sequencing and by microbiological culture. *Arthritis Res and Ther* 2007;9:1-11.
106. Feldman DS, Lonner JH, Desai P, Zuckerman JD. The role of intraoperative frozen sections in revision total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:1807-13.
107. Bori G, Soriano A, Garcia S, Mallofré C, Riba J, Mensa J. Usefulness of histological analysis for predicting the presence of microorganisms at the time of reimplantation after hip resection arthroplasty for the treatment of infection. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1232-7.
108. Pandey R, Drakoulakis E, Athanasou NA. An assessment of the histological criteria used to diagnose infection in hip revision arthroplasty tissues. *J Clin Pathol* 1999;52:118-23.
109. Parvizi J, Ghanem E, Menashe S, Barrack RL, Bauer TW. Periprosthetic infection: what are the diagnostic challenges? *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 4:138-47.

110. Desplaces N. Les bactéries anaérobies en pathologie osseuse. *Med Mal Infect* 2000;30:97-101.
111. Zeller V, Ghorbani A, Strady C, Leonard P, Mamoudy P, Desplaces N. *Propionibacterium acnes* : an agent of prosthetic joint infection and colonization. *J Infect* 2007;55:119-24.
112. Zappe B, Graf S, Oschner PE, Zimmerli W, Sendi P. *Propionibacterium spp.* In prosthetic joint infections: a diagnostic challenge. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008 ;128:1039-46.
113. Dramis A, Aldlyami E, Grimer RJ, Dunlop DJ, O Connell N, Elliot T. What is the signifiacne of a positive *Propionibacterium acnes* culture around a joint replacement. *Int Orthop* 2008 Mar 8 (Epub ahaed of print).
114. Charosky CB, Bullough PG, Wilson PD. Total hip replacement failures. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55:49-58.
115. Della Valle CJ, Bogner E, Desai P, et al. Analysis of frozen sections of intraoperative specimens obtained at the time of reoperation after hip or knee resection arthroplasty for the treatment of infection. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:684-9.
116. Spangehl MJ, Younger AS, Masri BA, Duncan CP. Diagnosis of infection following total hip arthroplasty. *Instr Course Lect* 1998;47:285-95.
117. An YH, Dickinson RB, Doyle RJ. Mechanisms of bacterial adhesion and pathogenesis of implant and tissue infections. In: *Handbook of bacterial adhesion: principles, methods, and applications*. YH An and RJ Friedman eds. Humana Press, Totowa, N.J. 2000;1-27.
118. Fischer B, Vaudaux P, Magnin M, el Mestikawy Y, Proctor RA, Lew DP, Vasey H. Novel animal model for studying the molecular mechanisms of bacterial adhesion to bone implanted metallic devices: role of fibronectin in *Staphylococcus* adhesion. *J Orthop Res* 1996;14:914-20.
119. Maxe I, Rydén C, Wadström T, Rubin K. Specific attachment of *Staphylococcus aureus* to immobilized fibronectin. *Inf Immun* 1986;54:695-704.
120. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15:167-93.
121. Hussain M, Wilcox MH, White PJ. The slime of coagulase-negative *staphylococci* biochemistry and relation to adherence. *FEMS Microbiol Rev* 1993;10:191-207.
122. Sutherland IW. The biofilm matrix, an immobilized but dynamic environment. *Trends Microbiol* 2001;9:222-7.
123. Ellington JK, Harris M, Hudson MC, Vishin S, Webb LX, Sherertz R. Intracellular *Staphylococcus aureus* and antibiotic resistance : implications for treatment of staphylococcal osteomyelitis. *J Orthop Res* 2006;24:87-93.
124. Tucker KA, Reilly SS, Leslie CS, Hudson MC. Intracellular *Staphylococcus aureus* induces apoptosis in mouse osteoblasts. *FEMS Microbiol Lett* 2000;186:151-6.

125. Webb LX, Wagner W, Carroll D, Tyler H, Coldren F, Martin E; MCSIR. Osteomyelitis and intraosteoblastic *Staphylococcus aureus*. J Surg Orthop Adv 2007;16:73-8.
126. Nishimura S, Tsurumoto T, Yonekura A, Adachi K, Shindo H. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* biofilms isolated from infected total hip arthroplasty cases. J Orthop Sci 2006;11:46-50.
127. Brandt, C.M., Sistrunk, W.W., Duffy, M.C., Hanssen, A.D., Steckelberg, J.M., Ilstrup, D.M., and Osmon, D.R. *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infection treated with debridement and prosthesis retention. Clin Infect Dis 1997;24:914-9.
128. Crockarell JR, Hanssen AD, Osmon DR, Morrey BF. Treatment of infection with debridement and retention of the components following hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 1998;80:1306-16.
129. Lortat-Jacob A. Prothèses de hanche infectées. Cahiers d'enseignement de la Sofcot. Conférences d'enseignement, 1998; 61-81.
130. Marculescu CE, Berbari EF, Hanssen AD, Steckelberg JM, Harmsen SW, Mandrekar JN, Osmon DR. Outcome of prosthetic joint infections treated with debridement and retention of components. Clin Infect Dis 2006;42:471-8.
131. Silva M, tharani R, Schmalzried TP. Results of direct exchange or debridement of the infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2002;404:125-31.
132. Waldman BJ, Hostin E, Mont MA, Hungerford DS. Infected total knee arthroplasty treated by arthroscopic irrigation and debridement. J Arthroplasty 2000;15:430-6.
133. Laffargue PH, De Lestang M, Bonnomet F, Dupart L, Havet E. Reprise fémorale dans les arthroplasties de la hanche – techniques d'ablation des implants et du ciment: pièges et abords osseux. Rev Chir Orthop 2000;86:51-4.
134. Lortat-Jacob A, Nourrissat G, Cadu C. Fémorotomie de nettoyage dans les prothèses de hanche infectées. Rev Chir Orthop 2001;87:556-61.
135. Beguin L, Feugier P, Durand JM, Chalencon F, Gresta G, Fessy MH. Risque vasculaire et arthroplastie totale de hanche. Rev Chir Orthop 2001;87:489-98.
136. Ammon P, Stockley I. Allograft bone in two-stage revision of the hip for infection. Is it safe? J Bone Joint Surg Br 2004;86:962-5.
137. Ilyas I, Morgan DA. Massive structural allograft in revision of septic hip arthroplasty. Int Orthop 2001;24:319-22.
138. Carlsson AS, Josefsson G, et al. Revision with gentamicin-impregnated cement for deep infections in total hip arthroplasties. J Bone Joint Surg Am 1978;60:1059-64.
139. Sanzen L, Carlsson AS, et al. Revision operations on infected total hip arthroplasties. Two- to nine-year follow-up study. Clin Orthop Relat Res 1988;229:165-72.
140. Lieberman JR, Callaway GH, et al. Treatment of the infected total hip arthroplasty with a two-stage reimplantation protocol. Clin Orthop Relat Res 1994;301:205-12.

141. Haddad FS, Muirhead-Allwood SK, et al. Two-stage uncemented revision hip arthroplasty for infection. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:689-94.
142. Kraay MJ, Goldberg VM, et al. Cementless two-staged total hip arthroplasty for deep periprosthetic infection. *Clin Orthop Relat Res* 2005;441:243-9.
143. Masri BA, Panagiotopoulos KP, et al. Cementless two-stage exchange arthroplasty for infection after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007;22:72-8.
144. Callaghan JJ, Katz RP, et al. One-stage revision surgery of the infected hip. A minimum 10-year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;369:139-43.
145. Wroblewski BM. One-stage revision of infected cemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1986;211:103-7.
146. Raut VV, Siney PD, et al. One-stage revision of infected total hip replacements with discharging sinuses. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:721-4.
147. Ure KJ, Amstutz HC, et al. Direct-exchange arthroplasty for the treatment of infection after total hip replacement. An average ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:961-8.
148. Josefsson G, Gudmundsson G, et al. Prophylaxis with systemic antibiotics versus gentamicin bone cement in total hip arthroplasty. A five-year survey of 1688 hips. *Clin Orthop Relat Res* 1990;253:173-8.
149. Espehaug B, Engesaeter LB, et al. Antibiotic prophylaxis in total hip arthroplasty. Review of 10,905 primary cemented total hip replacements reported to the Norwegian arthroplasty register, 1987 to 1995. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:590-5.
150. Leone JM, Hanssen AD. Management of infection at the site of a total knee arthroplasty. *Instr Course Lett* 2006;55:449-61.
151. Jackson WO, Schmalzried TP. Limited role of direct exchange arthroplasty in the treatment of infected total hip replacements. *Clin Orthop Relat Res* 2000;381:101-5.
152. Rittmeister ME, Manthei L, Hailer NP. Prosthetic replacement in secondary Girdlestone arthroplasty has an unpredictable outcome. *Int Orthop* 2005;29:145-8.
153. Mont MA, Waldman BJ, Hungerford DS. Evaluation of preoperative cultures before second-stage reimplantation of a total knee prosthesis complicated by infection. A comparison-group study. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:1552-7.
154. Leone JM, Hanssen AD. Management of infection at the site of a total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:2336-48.
155. Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L. Arthrodesis for failed knee arthroplasty. A report of 20 cases. *J Bone Joint Surg* 1985;67:47-52.
156. Wilde AH, Stearns K. Intramedullary fixation for arthrodesis of the knee after infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1989;248:87-92.
157. Zucman J, Lemerle R, Moati JC, Montagliari C. Arthrodesè du genou par tiges tibio-fémorales après ablation de prothèses totales septiques. *Rev Chir Orthop* 1989;75:415-19.

158. Vlasak R, Gearen PF, Petty W. Knee arthrodesis in the treatment of failed total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1995;321:138-44.
159. Manzotti A, Pullen C, Deromedis B, Catagni MA. Knee arthrodesis after infected total knee arthroplasty using the Ilizarov method. *Clin Orthop Relat Res* 2001;389:143-9.
160. Wiedel JD. Salvage of infected total knee fusion: the last option. *Clin Orthop Relat Res* 2002;404:139-42.
161. Crockarell JrJR, Mihalko MJ. Knee arthrodesis using an intramedullary nail. *J Arthroplasty* 2005;20:703-8.
162. Bargiotas K, Wohlrab D, Sewecke JJ, Lavinge G, Demeo PJ, Sotereanos NG. Arthrodesis of the knee with a long intramedullary nail following the failure of a total knee arthroplasty as the result of infection. *J Bone Joint S Am* 2006;88:553-8.
163. Parratte S, Madougou S, Villaba M, Stein A, Rochwerger A, Curvale G. Arthrodèse du genou par double fixateur externe monobarre en contexte infectieux : à propos de 18 cas avec un recul moyen de 7 ans. *Rev Chir Orthop* 2007;93:373-80.
164. Isiklar ZU, Landon GC, Tullos HS. Amputation after failed total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1994;299:173-8.
165. Franta AK, Lenters TR, Mounce D, Neradilek B, Matsen FA. The complex characteristics of 282 unsatisfactory shoulder arthroplasties. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:555-62.
166. Lutz MF, Berthelot Ph, Lucht F et al. Arthroplastic and osteosynthetic infections due to *Propionibacterium acnes*. *Eur J Clin Microbiol Infect* 2005;24:739-44
167. Sperling JW, Kozak TK, Hanssen AD, Cofield RH. Infection after shoulder arthroplasty. *Clin Orthop related Res* 2001;382:206-16.
168. Ince A, Seemann K, Frommelt L, Katzer A, Loehr JF. One-stage exchange shoulder arthroplasty for peri-prosthetic infection. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87-6:814-8.
169. Strickland JP, Sperling JW, Cofield RH. The results of two-stage re-implantation for infected shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:460-5.
170. Masquelet A. Les pseudarthroses infectées de jambe. In : Conférence d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française 1991:177-188.
171. Cierny G. Infected tibial non-unions (1981-1995). The evolution of change. *Clin Orthop Relat Res* 1999;360:97-105.
172. Jain K, Sinha S. Infected nonunion of the long bones. *Clin Orthop Relat Res* 2005;431:57-65.
173. Blaha J, CalhounJ, Henry S, Seligson D, Esterhai J, Heppenstall R, Mader J, Evans R, Wilkins J. Comparison of the clinical efficacy and tolerance of gentamicin PMMA beads on surgical wire versus combined and systemic therapy for osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res* 1993;295:8-12.

174. Calhoun JH, Henry SL, Anger DM, Cobos JA, Mader JT. The treatment of infected nonunions with gentamicin-polymethylmethacrylate antibiotic beads. *Clin Orthop Relat Res* 1993;295:23-7.
175. Patzakis J, Mazur K, Wilkins J, Sherman R, Holtom P. Septopals beads and autogenous bone grafting for bone defects in patients with chronic osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res* 1993;295:112-8.
176. Lortat Jacob A, Koechlin P, Benoit J, Lecestre P. Echecs et limites de l'opération de Papineau. *Rev Chir Orthop* 1977;63:667-86.
177. Emami A, Mjöberg B, Larsson S. Infected tibial nonunion. Good results after open cancellous bone grafting in 37 cases. *Acta Orthop Scand* 1995;66:447-51.
178. Lei H, Yi L. One-stage cancellous bone grafting of infected fracture and nonunion. *J Orthop Sci* 1998;3:318-23.
179. Calderon W, Chang N, Mathes S. Comparison of the effect of bacterial inoculation in musculo-cutaneous and fascio-cutaneous flaps. *Plast Reconstr Surg* 1986;77:785-794.
180. Fisher J, Wood M. Experimental comparison of bone revascularization by musculocutaneous and cutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 1987;79:81-90.
181. Tulner S, Schaap G, Strackee S, Besselaar P, Luitse J, Marti R. Long-term results of multiple-stage treatment for posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *J Trauma* 2004;56:633-42.
182. Bauer T, Lhotellier L, Mamoudy P, Lortat-Jacob A. Infection osseuse sur os continu au niveau du membre inférieur. A propos de 127 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2007;93:807-17.
183. Herscovici D, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, DiPasquale T. Vacuum- Assisted Wound Closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries. *Journal of Orthop Trauma* 2003;17:683-8.
184. Kowalski TJ, Berbari EF, Huddleston PM, Steckelberg JM, Mandrekar JN, Osmon DR. The management and outcome of spinal implant infections: contemporary retrospective cohort study. *Clin Infect Dis* 2007;44:913-20.
185. Glassman SD, Dimar JR, Puno RM, Johnson JR. Salvage of instrumented lumbar fusions complicated by surgical wound infection. *Spine* 1996;21:2163-9.
186. Theiss SM, Lonstein JE, Winter RB. Wound infections in reconstructive spine surgery. *Orthop Clin North Am* 1996;27:105-10.
187. Richards BS. Delayed infections following posterior spinal instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis *J Bone Joint Surg* 1995;77:524-29
188. Carmouche JJ, Molinari RW. Epidural abscess and discitis complicating instrumental posterior lumbar interbody fusion: a case report. *Spine* 2004;29:542-6.

189. Balabaud L, Gaudias J, Boeri C, Jenny JY, Kehr P. Results of treatment of septic knee arthristis: a retrospective series of 40 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:387-92.
190. Burks RT, Friederichs MG, Fink B, Luker MG, West HS, Greis PE. Treatment of postoperative anterior cruciate ligament infections with graft removal and early reimplantation. *Am J Sports Med* 2003;31:414-8.
191. Schollin-Borg M, Michaëlsson K, Rahme H. Presentation, Outcome, and cause of septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a case control study. *Arthroscopy* 2003;19: 941-7.
192. Schulz A, Götze S, Schmidt HGK, Jürgens C, Faschingbauer M. Septic arthritis of the knee after anterior cruciate ligament surgery. A stage-adapted treatment regimen. *Am J Sports Med* 2007;35:1064-9.
193. Binnet MS, Basarir K. Risk and outcome of infection after different arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction techniques. *Arthroscopy* 2007;23:862-8.
194. Checketts RG. Pin track infection and the principles of pin site care. In: De Bastiani A, Graham Apley A & Goldberg DE, éd. *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Berlin: Springer;2000. p 97-103.
195. Green S. Complications of external skeletal fixation *Clin Orthop Rel Research* 1983;180:109-15.
196. Saleh M, Scott BW. Pitfalls and complications in leg lengthening: The Sheffield experience *Seminars in orthopaedics* 1992;7:207-22.
197. Frable WJ. Thin-needle aspiration biopsy. *Major problems in Pathology* vol.14: 286-324 WB Saunders, Philadelphia 1983.
198. Gordon JE, Kelly-Hahn J, Carpenter C, Schoenecker P. Pin site care during external fixation in children: results of a nihilistic approach. *J Pediatric Orthop* 2000;20:163-5.
199. Lethaby A, Temple J, Santy J. Pin site care for preventing infections associated with external bone fixators and pins. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008, Issue 4.
200. Parameswaran AD, Roberts CS, Seligson D, Voor M Pin tract infection with contemporary external fixation: How much of a problem ? *J Orthop Trauma* 2003;17:503-7.
201. Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Hemicallotasis open-wedge osteotomy for osteoarthritis of the knee: Complications in 308 Operations. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:449-51.
202. Penner MJ, Masri BA, Duncan CP. Elution characteristics of vancomycin and tobramycin combined in acrylic bone-cement. *J Arthroplasty* 1996;11:939-44.
203. Lautenschlager EP, Marshall GW, Marks KE, Schwartz J, Nelson CL. Mechanical strength of acrylic bone cements impregnated with antibiotics. *J Biomed Mat Res* 1976;10:837-45.

204. Lautenschlager EP, Jacobs JJ, Marshall GW, Meyer PR. Mechanical properties of bone cements containing large doses of antibiotic powders. *J Biomed Mater Res* 1976;10:929-38.
205. Moran JM, Greenwald AS, Matejczyk MB. Effect of gentamicin on shear and interface strengths of bone cement. *Clin Orthop Relat Res* 1979;141:96-101.
206. Jenny G, Kempf I, Jaeger JH, Konsbruck R. Utilisation de billes de ciment acrylique à la gentamycine. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1977;63:491-500.
207. Walenkamp GH, Kleijn LL, de Leuw M. Osteomyelitis treated with gentamicin-PMMA beads: 100 patients followed for 1-12 years. *Acta Orthop Scand* 1998;69:518-22.
208. Walenkamp GH, Vree TB, van Rens TJ. Gentamicin-PMMA beads. Pharmacokinetic and nephrotoxicological study. *Clin Orthop Relat Res* 1986;205:171-83.
209. Adams K, Couch L, Cierny G, Calhoun J, Mader JT. In vitro and in vivo evaluation of antibiotic diffusion from antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate beads. *Clin Orthop Relat Res* 1992;278:244-52.
210. Harwood PJ, Talbot C, Dimoutsos M, et al. Early experience with linezolid for infections in orthopaedics. *Injury* 2006;37:818-26.
211. Falagas ME, Giannopoulou KP, Ntziora F, Papagelopoulos PJ. Daptomycin for treatment of patients with bone and joint infections: a systematic review of the clinical evidence. *Int J Antimicrob Agents* 2007;30:202-9.
212. Holtom P, Zalavras C, Lamp K, Park N, Friedrich L. Clinical experience with daptomycin treatment of foot or ankle osteomyelitis: a preliminary study. *Clin Orthop Relat Res* 2007;461:35-9.
213. Lamp K, Friedrich LV, Mendez-Vigo L, Russo R. Clinical experience with daptomycin for the treatment of patients with osteomyelitis. *Am J Med* 2007;120:S13-S20.
214. Senneville E, Legout L, Valette M et al. Effectiveness and tolerability of prolonged linezolid treatment for chronic osteomyelitis: a retrospective study. *Clin Ther* 2006;28:1155-63.
215. Rao N, Regalla D. Uncertain efficacy of daptomycin for prosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:34-7.
216. Chen CJ, Chiu CH, Lin TY, Lee ZL, Yang WE, Huang YC. Experience with linezolid therapy in children with osteoarticular infections. *Pediatr Infect Dis J* 2007;26:985-8.
217. Guglielmo J, Lubber A, Paletta D, Jacobs R. Ceftriaxone therapy for staphylococcal osteomyelitis: a review. *Clin Infect Dis* 2000;30:205-7.
218. Frippiat F, Meunier F, Derue G. Place of newer quinolones and rifampicin in the treatment of Gram-positive bone and joint infections. *J Antimicrob Chemother* 2004;54:1158.
219. Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis. *Lancet* 2004;364:369-79.
220. Lazzarini L, Lipsky BA, Mader JT. Antibiotic treatment of osteomyelitis: what have we learned from 30 years of clinical trials? *Intern. J Infect Dis* 2005;9:127-38.

221. Stengel D, Bauwens K, Sehouli J, Ekkernkamp A, Porzsolt F. Systematic review and meta-analysis of antibiotic therapy for bone and joint infections. *Lancet Infect Dis* 2001;1:175-88.
222. Tice A. The use of outpatient parenteral antimicrobial therapy in the management of osteomyelitis: data from the outpatient parenteral antimicrobial therapy outcomes registries. *Chemotherapy* 2001;47 Suppl 1:5-16.
223. Esposito S, Leone S, Noviello S, et al. Outpatient parenteral antibiotic therapy for bone and joint infections: an italian multicenter study. *J Chemother* 2007;19:417-22.
224. Galperine T, Ader F, Piriou P, Judet T, Perronne C, Bernard L. Antibiothérapie parentérale ambulatoire (APA) par voie intraveineuse dans les infections ostéoarticulaires. *Med Mal Inf* 2006;36:132-7.
225. Legout L, Senneville E, Stern R, et al. Treatment of bone and joint infections caused by Gram-negative bacilli with cefepime-fluoroquinolone combination. *Clin Microbiol Infect* 2006;12:1030-3.
226. Vuagnat A, Stern R, Lotthe A, et al. High dose vancomycin for osteomyelitis : continuous versus intermittent infusion. *J Clin Pharm Ther* 2004;29:351-7.
227. Testore GP, Uccella I, Sarrecchia C, et al. Long-term intramuscular teicoplanin treatment of chronic osteomyelitis due to oxacillin-resistant *Staphylococcus aureus* in outpatients. *J Chemother* 2000;12:412-5.
228. Everts R, Chambers ST, Murdoch DR, Rothwell AG, McKie J. Successful antimicrobial therapy and implant retention for streptococcal infection of prosthetic joints. *ANZ J Surg* 2004;74:210-14.
229. Giulieri SG, Graber P, Ochsner PE, Zimmerli W. Management of infection associated with total hip arthroplasty according to a treatment algorithm. *Infection* 2004;32:222-8.
230. Zeller V, Klouche S, Leonard P, Lhotellier L, Graff W, Leclerc P, et al. Prise en charge des infections de prothèses de hanche. Etude de cohorte prospective sur 100 cas. Communication 305/64p. In : 27^e RICAI; Paris, France. 2007.
231. Zimmerli W, Widmer A, Blatter M, Frei R, Ochsner PE. Role of rifampin for treatment of orthopaedic implant-related Staphylococcal infections. *JAMA* 1998;279:1537-41.
232. Zeller V, Kitzis MD, Lhotellier L, Graff W, Leonard P, Ducroquet F, et al. Importance of monitoring antibiotic plasma levels in joint and bone infections. Communication 662/96p. In: 6th European Congress of chemotherapy and Infection and 27^e RICAI; Paris, France. 2007.
233. Pulcini C, Bernard E, Garraffo R, Roger PM, Tempesta S, Dellamonica P. Utilisation des dosages plasmatiques des fluoroquinolones par les cliniciens. *Presse Med* 2004;33:1502-4 .
234. Dzeing E, Zeller V, Kitzis MD, Ziza JM, Mamoudy P, Desplaces N. Utilisation de la clindamycine en perfusion intraveineuse continue pour le traitement des infections ostéo-articulaires : faisabilité, tolérance et concentrations sériques obtenues. Communication 501/72p. In : 27^e RICAI; Paris, France. 2007.

235. Troisième conférence de consensus en thérapeutique anti-infectieuse : les infections bactériennes ostéo-articulaires en dehors des infections à mycobactéries. *Med Mal Infect* 1991;20:37-44.
236. Meehan AM, Osmon DR, Duffy MC, Hanssen AD, Keating MR. Outcome of penicillin-susceptible streptococcal prosthetic joint infection treated with debridement and retention of the prosthesis. *Clin Infect Dis* 2003;36:345-9.
237. Duggan JM, Georgiadis G, VanGorp C, Kleshinski J. Group B streptococcal prosthetic joint infections. *J South Orthop Assoc* 2001;10:209-14.
238. Ross JJ, Saltzman CL, Carling P, Shapiro DS. Pneumococcal septic arthritis: review of 190 cases. *Clin Infect Dis* 2003;36:319-27.
239. El Helou OC, Berbari EF, Marculescu CE, El Atrouni WI, Razonable RR, Steckelberg JM, et al. Outcome of enterococcal prosthetic joint infection: is combination systemic therapy superior to monotherapy? *Clin Infect Dis* 2008;47:903-9.
240. Widmer AF, Wiestner A, Frei R, Zimmerli W. Killing of nongrowing adherent *Escherichia coli* determines drug efficacy in device-related infections. *Antimicrob Agents Chemother* 1991; 35: 741-6.
241. Brouqui P, Rousseau MC, Stein A, Drancourt M, Raoult D. Treatment of *Pseudomonas aeruginosa*-infected orthopedic prostheses with ceftazidime-ciprofloxacin antibiotic combination. *Antimicrob Agents Chemother* 1995;39:2423-5.
242. Segreti JS. Prolonged suppressive antibiotic therapy for infected orthopaedic prostheses. *Clin Infect Dis* 1998;27:711-4.
243. Pavoni GL, Giannella M, Falcone M, Scorzolini L, Liberatore M, Carlesimo B, et al. Conservative medical therapy of prosthetic joint infections: retrospective analysis of an 8-year experience. *Clin Microbiol Infect* 2004;10:831-7.
244. Barberán J, Aguilar L, Carroquino G, Giménez MJ, Sánchez B, Martínez D, Prieto J. Conservative treatment of staphylococcal prosthetic joint infections in elderly patients. *Am J Med* 2006;119:993.e7-10.
245. Phelan D, Osmon D, Keating M, Hanssen A. Delayed reimplantation arthroplasty for candidal prosthetic joint infection: a report of 4 cases and review of the literature. *Clin Infect Dis* 2002;34:930-8.
246. Gaston G, Ogden J. *Candida glabrata* periprosthetic infection: a case report and literature review. *J Arthroplasty* 2004;19:927-30.
247. Hansen BL, Andersen K. Fungal arthritis. *Scan J Rheumatol* 1995;24:248-50.
248. Lazzarini L, Manfrin V, de Lalla F. Candidal prosthetic hip infection in a patient with previous candidal septic arthritis. *J Arthroplasty* 2004;19:248-52.
249. Lerch K, Kalteis T, Schubert T, Lehn N, Grifka J. Prosthetic joint infections with osteomyelitis due to *C. albicans*. *Mycoses* 2003;46:462-6.

250. Pappas PG, Rex JH, Sobel JD et al. Guidelines for treatment of candidiasis. Clin Infect Dis 2004;38:161-89.
251. Denes E, Boumediene A, Durox H et al. Voriconazole concentrations in synovial fluid and bone tissues. J Antimicrob Chemother 2007;59:818-9.
252. www.infectiologie.com/site/medias/_documents/consensus/antifongiques-court-04.pdf.
253. Baumann PA, Cunningham B, Patel NS, Finn HA. *Aspergillus fumigatus* infection in a mega prosthetic total knee arthroplasty: salvage by staged reimplantation with 5-year follow-up. J Arthroplasty 2001;16:498-503.
254. Mouas H, Lutsar I, Dupont B et al. Voriconazole for invasive bone aspergillosis: a worldwide experience of 20 cases. Clin Infect Dis 2005;40:1141-7.
255. Kirby A, Hassan I, Burnie J. Recommendations for managing *Aspergillus* osteomyelitis and joint infections based on a review of the literature. J Infection 2006;52:405-14.
256. Walsh TJ, Anaissie EJ, Denning DW et al. Treatment of Aspergillosis: Clinical practice guidelines of the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis 2008;46:327-60.
257. Schaad UB, abdu Salam M, Aujard Y, Dagan R, Green SD, Peltola H, et al. Use of fluoroquinolones in pediatrics: consensus report of an International Society of Chemotherapy commission. Pediatr Infect Dis J 1995;14:1-9.
258. Gendrel D, Chalumeau M, Moulin F, Raymond J. Fluoroquinolones in paediatrics: a risk for the patient or for the community? Lancet Infect Dis 2003;3:537-46.
259. Schaad UB. Will fluoroquinolones ever be recommended for common infections in children? Pediatr Infect Dis J 2007;26:865-7.
260. Leibovitz E. The use of fluoroquinolones in children. Curr Opin Pediatr. 2006;18:64-70.
261. Noel GJ, Bradley JS, Kauffman RE, Duffy CM, Gerbino PG, Arguedas A, Bagchi P, Balis DA, Blumer JL. Comparative safety profile of levofloxacin in 2523 children with a focus on four specific musculoskeletal disorders. Pediatr Infect Dis J 2007;26:879-91.
262. Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Comité technique national pour la lutte contre les infections nosocomiales. 100 recommandations pour la surveillance et la prévention des infections nosocomiales. 1999. http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nosoco/nosoco3-1-2.html#cent_reco
263. N Kotzki , Elfatimi A, Brun V, Pélissier J. Infections nosocomiales et rééducation fonctionnelle après chirurgie orthopédique. In : Pellas F, Petiot S, Kotzki N, Sotto A, éd. Infection nosocomiale et médecine physique et de réadaptation. Paris : Masson; 2002. p.115-23.
264. C.CLIN Sud Ouest – hygiène en rééducation fonctionnelle – hygiène et masso-kinésithérapie – guide de bonnes pratiques-2001. <http://www.cclin-sudouest.com/recopdf/kine.pdf>.
265. C.CLIN Sud Est – Information sur les bactéries multirésistantes aux antibiotiques pour le patient et sa famille-2006. http://cclin-sudest.chu-lyon.fr/Usagers/BMR_PatientFamille_06.pdf.

266. <http://www.sante-sports.gouv.fr/dossiers/sante/infections-osteo-articulaires-ioa/centres-reference-interregionaux-pour-prise-charge-infections-osteo-articulaires-complexes.html>. et <http://www.sante-sports.gouv.fr/dossiers/sante/infections-nosocomiales/avis-du-comite-technique-infections-nosocomiales-infections-liees-aux-soins-ctinils.html>
267. Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P. The risk of infection in orthopaedic surgery. *EMC-Rhumatologie Orthopédie* 2005;2:151-72.
268. Barrett WL, Garber SM. Surgical smoke-a review of the literature. *Surg Endosc* 2003;17:979-87.
269. Biant LC, Teare L, Williams WW, Tuite JD. Eradication of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* by “ring fencing” of elective orthopaedic beds. *BMJ* 2004;329:149-51.
270. Van den Brand ICJB, Castelein RM. Total joint arthroplasty and incidence of postoperative bacteriuria with an indwelling catheter or intermittent catheterization with one-dose antibiotic prophylaxis. *J Arthroplasty* 2001;16:850-5.
271. Wald H, Epstein A, Kramer A. Extended use of indwelling urinary catheters in postoperative hip fracture patients. *Medical care* 2005;43:1009-17.
272. Mutter J, Ebner W, Reichelt A, Ruden H, Daschner F. Proven and unproven hygiene measures in orthopedics. *Orthopade* 2002;31:1039-44.
273. Gaudias J. Comportement au bloc opératoire. In Tirésias (Ed) vol 1: Prévention des infections en chirurgie orthopédique et traumatique : guide pour la rédaction des procédures. Paris : 1998 : p. 78-82.
274. Patel VP, Walsh M, Seghal B, Preston C, DeWal H, Di Cesare PE. Factors associated with prolonged wound drainage after primary total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:33-8.
275. Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Emori TG, Munn VP, Hooton TM. The efficacy of infection surveillance and infection control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 1985;121:182-205.
276. Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of routes and sources of wound contamination during general surgery. II. Airborne. *J Hosp Infect* 1992;22:41-5.
277. Société française d'hygiène hospitalière. La qualité de l'air au bloc opératoire. Recommandations d'experts. 2004. <http://www.sfh.net>
278. Friberg B, Friberg S, Östensson R, Burman LG. Surgical area contamination-comparable bacterial counts using disposable head and mask and helmet aspirator system, but dramatic increase upon omission of hear-gear: an experimental study in horizontal laminar air-flow. *J Hosp Infect* 2001;41:110-5.
279. Tanner J, Parkinson H. Double gloving to reduce surgical cross-infection. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 3 Art. N°. CD003087.

280. Eckersley JR, Williamson DM. Glove punctures in an orthopaedic trauma unit. *Injury* 1990;21:177-8.
281. Bukharai SS, Harrison RA, Sanderson PJ. Contamination of surgeon's glove fingertips during surgical operations. *J Hosp Infect* 1983;24:117-21.
282. Société française d'hygiène hospitalière. Conférence de consensus : gestion préopératoire du risque infectieux. Paris 2004. <http://www.sfhf.net>
283. Knobben BAS, van Horn JR, van der Mei HC, Busschner HJ. Evaluation of measures to decrease intra-operative bacterial contamination in orthopaedic implant surgery. *J Hosp Infect* 2006;62:174-80.
284. Brown AR, Taylor GJ, Gregg PJ. Air contamination during skin preparation and drapping in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:92-4.
285. Walsh EF, Ben-David D, Ritter M, Mechrefe A, Mermel LA, DiGiovanni C. Microbial colonization of tourniquets used in orthopedic surgery. *Orthopedics* 2006;29:709-13.
286. Kurz A, Seessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical wound infection and shorten hospitalization. *N Engl J Med* 1996;334:1209-15.
287. Ministère chargé de la Santé. DGS/DHOS, CTIN. Surveillance microbiologique de l'environnement dans les établissements de santé. Air, eaux et surfaces. Paris : Ministère de la Santé, 2002. www.sante.gouv.fr/html/pointsur/nosoco/recofin.pdf.
288. Agence française de normalisation. Norme NF S 90-351 – Etablissements de santé – salles propres et environnements apparentés – Exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée. AFNOR, Paris 2003.
289. Agence française de normalisation. Norme NF EN ISO 14644 (huit parties). Salles propres et environnements maîtrisés apparentés. AFNOR, Paris, 2001.
290. Moller AM, Villebro N, Pedersen T, Tonesen H. Effect of preoperative smoking intervention on postoperative complications: a randomised clinical trial. *Lancet* 2002;359:114-7.
291. Hedström M, Ljungqvist O, Cederholm T. Metabolism and catabolism in hip fracture patients: nutritional and anabolic intervention-a review. *Acta Orthop* 2006;77:741-7.
292. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 1999;67:352-60.
293. Kallen AJ, Wilson CT, Larson RJ. Perioperative intranasal mupirocin for the prevention of surgical-site infections: systematic review of the literature and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005;26:916-22.
294. Trautmann M, Stecher J, Hemmer W, Luz K, Panknin HT. Intranasal mupirocin prophylaxis in elective surgery. A review of published studies. *Chemotherapy* 2008;54:9-16.

295. Kalmeijer MD, Coertjens H, van Nieuwland-Bollen PM, et al. Surgical site infections in orthopedic surgery: the effect of mupirocin nasal ointment in a double blind, randomized, placebo-controlled study. *Clin Infect Dis* 2002;35:353-8.
296. Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29 Suppl 1:S51-61.
297. Conférence de consensus: gestion pré opératoire du risque infectieux. *J Chir* 2004;141:181-4.
298. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. Recommandations pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie. Actualisation 1999. *Chirurgie* 1999;124:441-7.
299. Langlais F, Judet H, Vielpeau C, Bernard L, Chauveaux D, et al. Utilisation des ciments contenant un antibiotique pour le scellement d'arthroplastie primaire. *Rev Chir Orthop* 2008;94: 215-8.
300. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med* 1996;334:1209-15.
301. Greif R, Akça O, Horn EP, Kurz A, Sessler DI. Supplemental perioperative oxygen to reduce the incidence of surgical-wound infection. Outcomes Research Group. *N Engl J Med* 2000;342:161-7.
302. Otteni JC. Recommandations concernant la surveillance et les soins post-anesthésiques SFAR 2^e édition 1990-1994. www.sfar.org/recompostop.html.
303. Ministère de la santé, de la jeunesse et des sports. Direction générale de la sante/Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. Comité Technique des Infections Nosocomiales et des Infections Liées aux Soins. Actualisation de la définition des infections nosocomiales. <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/nosoco/definition/demarche.htm>
304. Michel P., Quenon J.-L., Djihoud A., Tricaud-Vialle S., De Sarasqueta A.-M., 2005, «Étude nationale sur les événements indésirables graves liés aux soins (Eneis)». Rapport DREES. série études document de travail n° 60 – juin 2006. Ministère de l'emploi, du travail et de la cohésion sociale ; ministère des solidarités, de la santé et de la famille. <http://www.sante.gouv.fr/drees/serieetudes/pdf/serieetud60.pdf>
305. Berthelot P. pour le groupe de travail SFHH. Imputabilité/évitabilité des infections nosocomiales : synthèse de la littérature et pistes de recherche. Communication orale. XVIII^e Congrès national de la SFHH - Strasbourg - 7 et 8 juin 2007. Séance plénière 3, travaux de la SFHH, PL06 ; Résumé et diaporama disponibles sur <http://www.sfh.net/>
306. Gachot B., Dauray-Fauveau M. Responsabilité médicale pénale et infection nosocomiale : un abord scientifique de l'exigence juridique du lien de causalité entre la faute et le dommage. *Médecine & Droit* 2007:56-60.
307. Snyers B. Traumatisme et imputabilité. *Bull Soc belge Ophtalmol* 2004;291:53-58.

308. Hubinois Ph, Gachot V. Infection nosocomiales dites associées aux soins. Experts 2008;79:12-8.
309. Loi n°2002-303, 4 mars 2002, relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé. Loi n°2002-1577 du 30 décembre 2002 relative à la responsabilité civile médicale.
310. Rougé-Maillart C., Sousset N., Penneau M. Influence de la loi du 4 mars 2002 sur la jurisprudence récente en matière d'information du patient. Médecine & Droit 2006:64-70.
311. Fabre H. Un professionnel, un établissement de santé peuvent-ils se défendre face à une mise en cause pour infection nosocomiale ? Où est l'équité dans les textes ? Médecine & Droit 2005:55-60.
312. Hureau J. L'infection nosocomiale, aspects médico-juridiques. In : Hureau J. Poitout D, éd. L'expertise médicale en responsabilité médicale et en réparation d'un préjudice corporel. Paris : Masson;2005. p185-203.
313. Commission Nationale des Accidents Médicaux. La mission d'expertise médicale pour l'évaluation des accidents médicaux, des affections iatrogènes et des infections nosocomiales. http://www.cnamed.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Mission_expertise.pdf.
314. Guigue J. Les Commissions Régionales de Conciliation et d'Indemnisation (CRCI) et les procédures d'indemnisation Médecine & Droit 2005:168–170.
315. Décret n°2003-314 du 4 avril 2003 relatif au caractère de gravité des accidents médicaux, des affections iatrogènes et des infections nosocomiales. Annexe : barème d'évaluation des taux d'incapacité des victimes d'accidents médicaux, d'affections iatrogènes ou d'infections nosocomiales mentionné à l'article D. 1142-2.
316. Vayre P, Planquelle D, Fabre H. Le lien de causalité en matière de responsabilité médicale. Médecine & Droit 2005:78-84.
317. Smallwood O. La normalisation des règles de l'art médical : une nouvelle source de responsabilité pour les professionnels de santé ? Médecine & Droit 2006:121-6.
318. Jourdain P, Chodkiewicz J, Papelard A, Fournier C. Fédération française des associations de médecins conseils experts. Barème indicatif d'évaluation des taux d'incapacité en droit commun. Edition du Concours médical, 2003.
319. Dupuydauby M. De l'expertise à l'indemnisation. In Hureau J. Poitout D, éd. L'expertise médicale en responsabilité médicale et en réparation d'un préjudice corporel. Paris : Masson; 2005. p. 343-6.
320. Référentiel indicatif d'indemnisation par l'ONIAM du 13/02/08. http://www.oniam.fr/textes/referentiel_oniam.pdf
321. Dintilhac JP. Rapport du groupe de travail chargé d'élaborer une nomenclature des préjudices corporels. 2005. <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/064000217/0000.pdf>

322. Sulman T, Meunier I, Houisse JM, Daupleix D. Evaluation médico-légale du retentissement professionnel. De la rédaction du rapport d'expertise médicale à l'indemnisation. Rev Fr Dommage Corp 2007;4:235-45.