
AVIS N° 2018-02/SF2H du 23 mars 2018
relatif au traitement d'air au bloc opératoire
pour la prévention du risque infectieux en chirurgie

La Société française d'Hygiène Hospitalière (SF2H) s'est autosaisie afin d'éclairer ses adhérents sur les nouvelles données de la littérature relatives aux indications d'un flux unidirectionnel au bloc opératoire pour réduire les infections du site opératoire (ISO).

La SF2H souhaite diffuser un avis complémentaire aux recommandations « Qualité de l'air au bloc opératoire (BO) et autres secteurs interventionnels » publiées en 2015 [1]. En effet, l'indication d'un flux unidirectionnel au bloc opératoire pour réduire les infections du site opératoire, y compris en chirurgie dite propre et en particulier en orthopédie, est remise en question, eu égard aux publications internationales récentes [2,3,4,5,6]. La majorité de ces études minimise le rôle de l'air dans la survenue des infections du site opératoire. Certains auteurs proposent toutefois le maintien du traitement d'air par flux unidirectionnel en chirurgie orthopédique avec mise en place d'implants [7].

Par ailleurs, les recommandations de l'OMS, publiées en novembre 2016 [8,9], et celles du CDC, en mai 2017 [10] ne recommandent pas l'utilisation d'un flux unidirectionnel.

La question du choix du type de flux (turbulent ou unidirectionnel) et de la classe de performance de maîtrise de l'aérocontamination souhaités se pose ou se posera dans nos hôpitaux lors de la rénovation ou de la construction de nouveaux blocs opératoires.

Cet avis rappelle quelques définitions relatives aux flux et aux classes de performance ; il est complété d'annexes à visée pédagogique, dans lesquelles sont expliquées les notions de filtration, diffusion, surpression et taux de renouvellement, notions de base pour la compréhension du fonctionnement d'un traitement d'air. Par ailleurs, la norme AFNOR NF S90-351 d'avril 2013 [11] propose un certain nombre de dispositions qu'il nous paraît important d'éclairer.

La SF2H rappelle les éléments suivants :

- Le traitement de l'air se définit comme l'ensemble des techniques (surpression, filtration, renouvellement d'air, cinétique d'élimination des particules, régime de distribution) et des mesures organisationnelles et comportementales qui permettent d'assurer une qualité de l'air optimale, compte tenu de l'analyse de risque préalable.
- Un **flux non-unidirectionnel** est un régime de distribution d'air où l'air filtré, insufflé dans la zone propre, se mélange à l'air déjà présent par induction (Norme NFS 90-351).
- Un flux unidirectionnel est un flux d'air maîtrisé traversant l'ensemble d'un plan de coupe d'une zone propre, possédant une vitesse régulière et des filets à peu près parallèles (Norme NFS 90-351).
- Le terme « flux unidirectionnel » (anciennement flux laminaire) recouvre plusieurs technologies. Ces différentes technologies permettent d'obtenir des classes d'aérocontamination de performances différentes. Ainsi, un flux unidirectionnel ne garantit pas forcément une classe particulière ISO 5, car plusieurs éléments concourent à obtenir et maintenir une classe de performance.

- Pour l'obtention d'une classe particulière ISO 5, il est nécessaire de disposer d'un flux unidirectionnel, en revanche une salle/pièce avec classe particulière ISO 7 peut être dotée d'un flux unidirectionnel ou d'un non-unidirectionnel (ex : flux turbulent).
 - Par exemple, un flux unidirectionnel par plafond soufflant à basse vitesse peut permettre d'obtenir une classe ISO 5 ou ISO 7.
- La qualité particulière (ISO 5 ou ISO 7) dépend donc de la vitesse d'écoulement (norme NF S90351 [11] et recommandations SF2H 2015 [1], tableau 3 p37) mais également de facteurs humains (tels que nombre de personnes présentes, comportement et tenue des personnels, ouvertures de porte, etc.) ainsi que de facteurs techniques (température, hygrométrie, etc.)
- Le risque infectieux ne dépend pas uniquement de la classe de performance et de son maintien dans le temps.
 - Par exemple, une classe de performance particulière ISO5 en chirurgie orthopédique prothétique ne garantit pas à elle seule la prévention de survenue d'une infection du site opératoire.

Analyse de la littérature et des recommandations internationales

• Publication de Barbadoro, 2016 [12]

- ➔ Cette étude, publiée en novembre 2016, avant la parution de la méta-analyse de Bischoff [4] mais non incluse dans celle-ci, est une étude non randomisée, monocentrique, de type « avant-après ».
- ➔ Concernant l'intervention, deux périodes ont été comparées : 2001-2013, avec utilisation de flux turbulent et 2004-2013, avec l'utilisation de flux laminaire.
- ➔ Il s'agit de « chirurgies propre et contaminée » et aucun autre détail n'est fourni par les auteurs. On suppose qu'il s'agit de chirurgie oncologique, eu égard à l'introduction dans laquelle une mention à la chirurgie oncologique est faite et au titre de la revue dans laquelle l'article est publié.
- ➔ Le critère de jugement principal est l'incidence des ISO.
- ➔ Après analyse multivariée (tenant en compte les facteurs de risque classiques tels que le score ASA, la durée de l'intervention, l'antibioprophylaxie), les résultats sont les suivants : OR = 0,57 (IC95% : 0,48-0,68) en faveur du flux laminaire en chirurgie propre + propre-contaminée et OR = 0,31 (IC95% : 0,17-0,56) en faveur du flux laminaire en chirurgie contaminée + sale.
- ➔ L'effet de l'antibioprophylaxie est aussi protecteur, avec des OR respectivement de 0,79 (IC95% : 0,67-0,94) et de 0,59 (IC95% : 0,41-0,83).
- ➔ Mentionnons enfin l'effet du sexe, significatif dans le groupe chirurgie propre + propre-contaminée.
- ➔ Cette étude souffre de nombreux biais, le principal étant lié au devis, de type « avant-après » [13], sans groupe contrôle (« avant-après » et « ici-ailleurs »). De plus, une analyse statistique du type score de propension était probablement envisageable.

• Recommandations de l'OMS, 2016 [8,9]

- ➔ Ces recommandations ont utilisé la méthode GRADE pour la force de la recommandation et la qualité du niveau de preuve.
- ➔ Elles mettent donc en œuvre des méta-analyses.
- ➔ En plus de la méthode GRADE, la pertinence et des modalités de la mise en œuvre ou non dans les pays à moyens et faibles revenus.

- ➔ Aucun essai randomisé n'a été inclus dans cette recommandation ; il n'y en a pas eu sur le sujet depuis 1987.
- ➔ La recommandation relative au traitement d'air par flux unidirectionnel est la recommandation 12. Il est spécifié que : *la ventilation par flux laminaire ne devrait pas être utilisée chez les patients bénéficiant d'arthroplastie*. La qualité de la recommandation est « conditionnelle ». Le niveau de preuve est « bas à assez bas ». La note pour la mise en place dans les pays à moyens à faibles revenus est la suivante : « en particulier pour la construction de futurs hôpitaux », cette recommandation réduira les coûts.

- **Recommandations du CDC, 2017 [10]**

- ➔ Il n'y a pas de recommandation concernant l'air dans le corps du texte. Cet aspect est abordé via l'orthopédie dans les annexes des recommandations...
- ➔ Il est noté à ce sujet : « No recommendation/unresolved issue ».

- **Recommandations de l'American College of Surgeons and Surgical Infection Society, 2017 [14]**

- ➔ La ventilation est abordée de manière indirecte.
- ➔ Elle est citée dans le paragraphe concernant les facteurs de risque de survenue d'ISO, au même titre que l'augmentation des mouvements de personnels au bloc opératoire et l'utilisation de dispositifs médicaux stériles. La référence mise en exergue concerne les recommandations du SHEA/IDSA de 2014 [15]. Dans cette publication également la ventilation est abordée dans le paragraphe concernant les facteurs de risque d'ISO, avec un niveau de preuve le plus bas possible (III, en accord avec GRADE).
- ➔ Dans le paragraphe relatif à la casaque à usage unique versus réutilisable (en tissu...), il est fait mention, en l'absence de données cliniques probantes, de l'étude de Owers [16] mettant en évidence des oreilles non protégées par une casque comme une source possible de contamination bactérienne (en termes de colonies bactériennes) sous flux laminaire.

- **Publication de Bischoff [4], 2017**

- ➔ Il s'agit d'une méta-analyse visant à comparer l'efficacité de la ventilation en flux unidirectionnel versus la ventilation conventionnelle (non-unidirectionnel, ex-turbulent).
- ➔ Les spécialités retenues étaient la chirurgie orthopédique, la chirurgie abdominale et la chirurgie vasculaire.
- ➔ 12 études ont été retenues. Il s'agit d'études d'observation, plus précisément d'études de cohorte ($n=9$) ou d'analyse de bases de données issues de registres ($n=3$). La plus récente a été publiée en 2013 et concerne les données de registres.
- ➔ Aucun essai randomisé n'a été inclus dans cette étude ; il n'y en a pas eu sur le sujet depuis 1987.
- ➔ La méta-analyse de huit études de cohorte ne montrait pas de différence en termes de risque de survenue d'infection profonde de site opératoire, après arthroplastie de hanche. L'odds ratio estimé sur 330 146 procédures était de 1,29, avec un intervalle de confiance à 95 % allant de 0,98 à 1,71 ($p=0,07$; $I^2 = 83\%$).
- ➔ En ce qui concerne l'arthroplastie du genou, la méta-analyse de six études de cohorte ne montrait pas de différence. L'odds ratio estimé sur 134 368 procédures était de 1,08, avec un intervalle de confiance à 95 % allant de 0,77 à 1,52 ($p=0,65$; $I^2 = 71\%$).
- ➔ En ce qui concerne les chirurgies abdominale et vasculaire, la méta-analyse de trois études de cohorte ne montrait pas de différence. L'odds ratio, estimé sur 63 472 procédures était de 0,75, avec un intervalle de confiance à 95 % allant de 0,43 à 1,33 ($p=0,33$; $I^2 = 95\%$).

- **Publication de Jutte, 2017 [7]**

- ➔ Il s'agit d'une lettre à la rédaction faisant suite à la publication de l'article de Bischoff et al. [4]. Les auteurs sont favorables au maintien du traitement d'air par flux laminaire. Les arguments mis en avant sont les suivants : (i) méta-analyse de Bischoff utilisant des données issues de registres combinés à des questionnaires sur l'utilisation du flux unidirectionnel. Non validation desdits questionnaires. (ii) la présence de flux unidirectionnel ne garantit pas son bon fonctionnement. (iii) discussion des aspects économiques.

- **Publication de Oguz, 2017 [17]**

- ➔ L'objectif de cette étude était de déterminer l'influence de quatre facteurs sur la contamination bactérienne de l'air. Ces quatre facteurs étaient l'utilisation ou non de flux unidirectionnel, la durée de l'intervention chirurgicale, le nombre de professionnels présents dans la salle opératoire et le type de réchauffement (air pulsé ou système de réchauffement à air non pulsé).
- ➔ Il s'agit d'une étude monocentrique randomisée. Les patients étaient randomisés en deux groupes, non pas en fonction du type de ventilation, mais en fonction du type de réchauffement, air pulsé ou réchauffement électrique. La comparaison flux unidirectionnel versus non unidirectionnel a été réalisée au sein de chaque groupe de randomisations. Une analyse multivariée a été mise en œuvre.
- ➔ 80 patients, bénéficiant de chirurgie orthopédique dite mineure ont été randomisées dans ces deux groupes.
- ➔ Les résultats de l'étude mettent en évidence une augmentation significative du nombre de bactéries dans l'air avec la durée de l'intervention et en l'absence de flux unidirectionnel.

La SF2H discute les éléments suivants

- Depuis la publication de l'article de Lidwell en 1987 [18], il n'y a pas eu de nouvelle étude randomisée avec un critère de jugement clinique (incidence de l'infection du site opératoire) publiée.
- La dernière étude randomisée sur le sujet de la qualité de l'air au bloc opératoire est celle de Oguz et al. [17], dont le critère de jugement est microbiologique (dénombrement d'unités formant colonies dans l'air) et non pas clinique (infection du site opératoire). Les patients n'ont pas été randomisés en fonction du type de traitement d'air (flux unidirectionnel versus turbulent).
- Les recommandations de l'OMS [8,9] s'appuient sur ces études non randomisées, mais mettent en œuvre la méthode GRADE [19].
- La méta-analyse de Bischoff n'a inclus que des études d'observation ou des données issues de registres. Une hétérogénéité statistique élevée (cf. I2) était rapportée. Il en était de même pour l'hétérogénéité clinique, liée au devis des études, à la définition des infections, etc.
- La méthode GRADE, qui tend à devenir la norme, n'est pas tout le temps utilisable. Elle n'a ainsi pas été mise en œuvre dans les recommandations de la SF2H de 2015 [1]. La SF2H utilise le système de gradation « alphanumérique » recommandé par la Haute autorité de santé [19] , une lettre pour la force de la recommandation est un chiffre pour le niveau de preuve scientifique ; le tout étant en théorie indépendant.
- Cinq niveaux de force de recommandations allant de A à E sont disponibles, contre uniquement trois niveaux de preuve scientifique allant de 1 à 3.
- La recommandation 1 du guide « Qualité de l'air au bloc opératoire (BO) et autres secteurs interventionnels » publié en 2015 par la SF2H a été cotée B1. Le niveau de preuve « 1 » était basé sur une seule étude randomisée qui est celle de Lidwell [18]. Le système de cotation retenu par la SF2H ne permet pas de discriminer par la qualité les des études randomisées, contrairement à d'autres systèmes [20,21].

Dans l'état actuel des connaissances, la SF2H :

- Rappelle l'importance d'initier une analyse de risque globale, pas uniquement basée sur la classe de performance particulière (voir norme NFS 90-351, p13) [11].
- Modifie la recommandation 1 du guide de la façon suivante :
 - ➔ Un traitement d'air au bloc opératoire en chirurgie orthopédique prothétique avec un flux unidirectionnel diminue l'aérobiocontamination, sous réserve de comportements adaptés.
 - ➔ Il est possible de mettre en place un traitement de l'air avec un flux unidirectionnel en chirurgie orthopédique prothétique pour diminuer l'aérobiocontamination.
 - ➔ La prévention du risque d'Infection du Site Opératoire repose sur un ensemble de mesures, dont l'antibioprophylaxie.

Ces préconisations élaborées sur la base des connaissances disponibles à la date de publication de cet avis, sont susceptibles d'évoluer en fonction des nouvelles données.

**Avis rédigé par un groupe d'experts, membres ou non de la SF2H, sous la responsabilité
de son Conseil Scientifique**

Aérocontamination : Contamination de l'air ou d'un gaz par des particules viables

Air neuf : Air pénétrant dans le système provenant de l'extérieur avant tout traitement d'air (selon le Tableau 2 de la norme NF EN 13779:2007).

Cinétique d'élimination des particules : Temps, exprimé en minutes, nécessaire pour éliminer 90 % des particules de diamètre supérieur ou égal à une valeur donnée (0,5 μm dans le cas du présent document) par rapport au pic de pollution initiale, dans un volume déterminé hors présence humaine.

NOTE. La norme NF EN ISO 14644-3 spécifie un taux d'élimination de 99 % des particules de diamètre supérieur ou égal à une valeur donnée.

Classe de propreté microbiologique : Nombre de particules pouvant donner naissance à des colonies par mètre cube d'air ambiant.

NOTE. Il peut être utile de rechercher des souches pathogènes spécifiques selon le contexte.

Environnement maîtrisé : Zone définie où l'on maîtrise les sources de contamination à l'aide de moyens spécifiés

Flux d'air unidirectionnel : Flux d'air maîtrisé traversant l'ensemble d'un plan de coupe d'une zone propre, possédant une vitesse régulière et des filets à peu près parallèles

NOTE. Ce régime d'écoulement de l'air a pour effet l'évacuation dirigée des particules de la zone propre.

Un flux d'air unidirectionnel peut s'écouler dans un sens vertical ou horizontal. Dans les deux cas, ce système n'est efficace que si les perturbations du flux d'air dans l'environnement immédiat du procédé sont maîtrisées. La vitesse d'écoulement de l'air est un des facteurs de maîtrise de ces risques. **En écoulement vertical**, les vitesses moyennes frontales d'écoulement recommandées sont dans la fourchette 0,25 m/s à 0,55 m/s selon l'application. À titre d'exemples, dans une salle d'opération de niveau de risque 4, une valeur de 0,35 m/s sera privilégiée, alors que dans une chambre d'hébergement, pour des raisons de confort, on se situera plutôt dans les valeurs basses de la fourchette. **En écoulement horizontal**, les vitesses moyennes frontales d'écoulement recherchées sont de l'ordre 0,50 m/s. Ces vitesses supérieures à celles mises en jeu en écoulement vertical permettent de mieux conserver l'écoulement du flux. Les valeurs sont mesurées à une distance de 15 cm à 30 cm du point de soufflage. Les valeurs de vitesse de chaque point de mesure réalisées selon la norme NF EN ISO 14644-3 doivent se situer dans un intervalle de 20 % autour de la moyenne générale mesurée (carte de vitesses). Dans des salles propres à flux unidirectionnel, il convient de limiter les obstacles physiques tels que le matériel du procédé, les instruments opératoires, le personnel et les manipulations afin d'éviter la formation de turbulences à proximité d'activités sensibles à la contamination. Il convient de mettre en place des procédures appropriées pour éviter des perturbations de flux et une contamination croisée entre les différents postes de travail.

Flux d'air non unidirectionnel : Régime de distribution d'air où l'air soufflé dans la zone propre se mélange à l'air déjà présent au moyen de l'induction.

Dans les zones propres à flux non unidirectionnel, l'air introduit transite par des bouches de soufflage d'air filtré distribuées en de multiples points du local, pour être repris en des endroits éloignés. Le choix de la position des bouches de soufflage d'air filtré et de reprise est primordial pour les performances de la salle. Il permet de favoriser la part d'air introduit dans la zone d'environnement du patient et de réduire le risque de création de zones « mortes » (sans renouvellement maîtrisé) à l'intérieur de la salle propre.

Salle propre : Salle dans laquelle la concentration des particules en suspension dans l'air est maîtrisée, qui est construite et utilisée de façon à minimiser l'introduction, la production et la rétention des particules à l'intérieur de la pièce, et dans laquelle d'autres paramètres pertinents, tels que la température et la pression, sont maîtrisés comme il convient.

Taux de renouvellement d'air : Taux d'air neuf introduit dans la salle exprimé en rapport avec le volume de la zone à traiter

NOTE 1. Cette définition rejoint la définition réglementaire du renouvellement d'air hygiénique, qui dans le Code du Travail, a notamment pour objet de maintenir constante la teneur en oxygène des locaux et de limiter la concentration en CO₂ rejeté par la respiration et autres polluants.

NOTE 2. Tout local doit avoir un pourcentage d'air neuf introduit pour respecter le Code du travail et ne pas fonctionner avec 100 % d'air recyclé.

Taux de brassage de l'air : Taux de brassage d'un volume d'air exprimé par unité de temps, et calculé en divisant le volume d'air soufflé pendant cette unité de temps par le volume de l'espace.

Zone propre : Espace dédié dans lequel la concentration des particules en suspension dans l'air est maîtrisée et qui est construit et utilisé de façon à minimiser l'introduction, la production et la rétention des particules à l'intérieur de la pièce, et dans lequel d'autres paramètres pertinents, tels que la température, l'humidité et la pression sont maîtrisés comme il convient.

Dans les établissements de santé, les exigences de maîtrise de la contamination diffèrent selon l'activité concernée. Des valeurs guide concernant le niveau de performance sont proposées en fonction de la classe de risque définie par l'utilisateur.

Le concepteur doit s'assurer que la mise en œuvre de ces valeurs minimales est compatible avec l'obtention de la cinétique d'élimination des particules prescrite et les conditions de l'activité concernée (nombre de personnes, charges thermiques à dissiper, etc.).

Il est proposé de vérifier techniquement les systèmes dans les deux états d'occupation :

- au repos, c'est-à-dire hors présence humaine, local pourvu des équipements techniques/mobiliers ;
- en veille, c'est-à-dire hors présence humaine, portes fermées, période où le système peut fonctionner en mode dégradé (régime de ventilation réduit) car il n'y a pas d'activité prévue pendant une période relativement longue (nuit, week-end).

La vérification de la réserve de performance dans l'état au repos permet au concepteur et au maître d'ouvrage de valider une solution technique adaptée à l'activité.

Tableau. Valeurs guides de performance au repos (source Norme NFS 90-351 d'avril 2013)

Classe de risque	Classe de propreté, particulière	Cinétique d'élimination des particules	Classe de propreté micro-biologique	Pression différentielle (positive ou négative)	Plage de températures	Régime d'écoulement de l'air de la zone à protéger	Autres spécifications, valeur minimale
4	ISO 5	CP 5	M1	15 Pa ± 5 Pa	19 °C à 26 °C	Flux unidirectionnel	Zone sous le flux Vitesse d'air de 0,25 m/s à 0,35 m/s
							Taux d'air neuf du local ≥ 6 volumes/heure
3	ISO 7	CP 10	M10			Flux Unidirectionnel ou non	Taux de brassage ≥ 15 volumes/heure
2	ISO 8	CP 20	M100			Flux non unidirectionnel	Taux de brassage ≥ 10 volumes/heure

Les taux de brassage horaires, en classes de risque 2 et 3, en activité ou au repos, volontairement plus faibles que les usages peuvent permettre d'atteindre les performances dans l'état au repos. La vérification de leur adaptation à l'activité requière de bien connaître les flux de personnes pénétrant dans les environnements maîtrisés et d'appliquer strictement les procédures (entrée, sortie, etc.) mises en place.

Références

1. Société Française d'Hygiène Hospitalière. Qualité de l'air au bloc opératoire et autres secteurs interventionnels. *HygieneS.* mai 2015;23(2):58.
2. Pada S, Perl TM. Operating room myths: what is the evidence for common practices. *Curr Opin Infect Dis.* août 2015;28(4):369-74.
3. Pinder EM, Bottle A, Aylin P, Loeffler MD. Does laminar flow ventilation reduce the rate of infection? an observational study of trauma in England. *Bone Jt J.* sept 2016;98-B(9):1262-9.
4. Bischoff P, Kubilay NZ, Allegranzi B, Egger M, Gastmeier P. Effect of laminar airflow ventilation on surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* mai 2017;17(5):553-61.
5. Singh S, Reddy S, Shrivastava R. Does laminar airflow make a difference to the infection rates for lower limb arthroplasty: a study using the National Joint Registry and local surgical site infection data for two hospitals with and without laminar airflow. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* févr 2017;27(2):261-5.
6. Weinstein RA, Bonten MJM. Laminar airflow and surgical site infections: the evidence is blowing in the wind. *Lancet Infect Dis.* mai 2017;17(5):472-3.
7. Jutte PC, Traversari RA, Walenkamp GH. Laminar flow: the better choice in orthopaedic implants. *Lancet Infect Dis.* juill 2017;17(7):695-6.
8. Allegranzi B, Bischoff P, de Jonge S, Kubilay NZ, Zayed B, Gomes SM, et al. New WHO recommendations on preoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis.* décembre 2016a;16(12):e276-87.
9. Allegranzi B, Zayed B, Bischoff P, Kubilay NZ, de Jonge S, de Vries F, et al. New WHO recommendations on intraoperative and postoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis.* déc 2016b;16(12):e288-303.
10. Berrios-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, et al. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. *JAMA Surg.* 3 mai 2017;
11. AFNOR Normalisation. Norme NF S90-351. Établissements de santé - Zones à environnement maîtrisé - Exigences relatives à la maîtrise de la contamination aéroportée. Avril, 2013 p. 68.
12. Barbadoro P, Bruschi R, Martini E, Savini S, Gioia MG, Stoico R, et al. Impact of laminar air flow on operating room contamination, and surgical wound infection rates in clean and contaminated surgery. *Eur J Surg Oncol J Eur Soc Surg Oncol Br Assoc Surg Oncol.* nov 2016;42(11):1756-8
13. Campbell DT, Stanley JC. Experimental and Quasi-Experimental Design for Research. Boston: Houghton Mifflin; 1963.
14. Ban KA, Minei JP, Laronga C, Harbrecht BG, Jensen EH, Fry DE, et al. American College of Surgeons and Surgical Infection Society: Surgical Site Infection Guidelines, 2016 Update. *J Am Coll Surg.* janv 2017;224(1):59-74
15. Anderson DJ, Podgorny K, Berrios-Torres SI, Bratzler DW, Dellinger EP, Greene L, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* juin 2014;35(6):605-27.
16. Owers KL, James E, Bannister GC. Source of bacterial shedding in laminar flow theatres. *J Hosp Infect.* nov 2004;58(3):230-2.
17. Oguz R, Diab-Elschahawi M, Berger J, Auer N, Chiari A, Assadian O, et al. Airborne bacterial contamination during orthopedic surgery: A randomized controlled pilot trial. *J Clin Anesth.* mai 2017;38:160-4
18. Lidwell OM, Elson RA, Lowbury EJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, et al. Ultraclean air and antibiotics for prevention of postoperative infection. A multicenter study of 8,052 joint replacement operations. *Acta*

-
- Orthop Scand. févr 1987;58(1):4-13.
- 19 Haute autorité de santé. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. 2000.
 - 20 West S, King V, Carey TS, Lohr KN, McKoy N, Sutton SF, et al. Systems to rate the strength of scientific evidence. Evid Rep Technol Assess (Summ). mars 2002;(47):1-11.
 - 21 Petticrew M, Roberts H. Evidence, hierarchies, and typologies: horses for courses. J Epidemiol Community Health. juill 2003;57(7):527-9.