



Risque infectieux nosocomial d'origine environnementale

Anne Bousseau
PH Unité d'Hygiène Hospitalière
CHU de Poitiers
Aucun conflit d'intérêt



Environnement = réservoir, vecteur

- ◆ Environnement = eau, air, surfaces, dispositifs médicaux, aliments, linge, déchets
- ◆ Flore de l'environnement =
 - Microorganismes (MO) d'origine environnementale (*Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus fumigatus*, ...)
 - Microorganismes portés par l'homme (flore cutanée, ORL, ...)
- ◆ La présence de MO dans l'environnement n'est pas une condition suffisante pour considérer qu'il est la source d'une infection (multitude de souches, rétrocontamination, mode de transmission, ...)

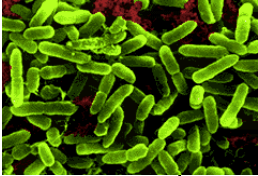
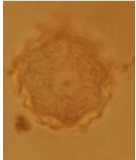
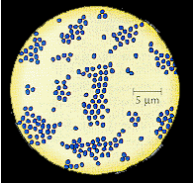
EAU/IAS

- ◆ Sujet encore débattu, études contradictoires et décrivant surtout des épidémies
- ◆ Le risque d'IN dépend :
 - De la dose minimale infectieuse
 - Des voies de transmission : ingestion, aérosols, cutanéomuqueux...
 - De l'état immunitaire du patient exposé
- ◆ Différents types d'eaux et donc différentes exigences de qualité microbiologique compatibles avec les usages de ces eaux

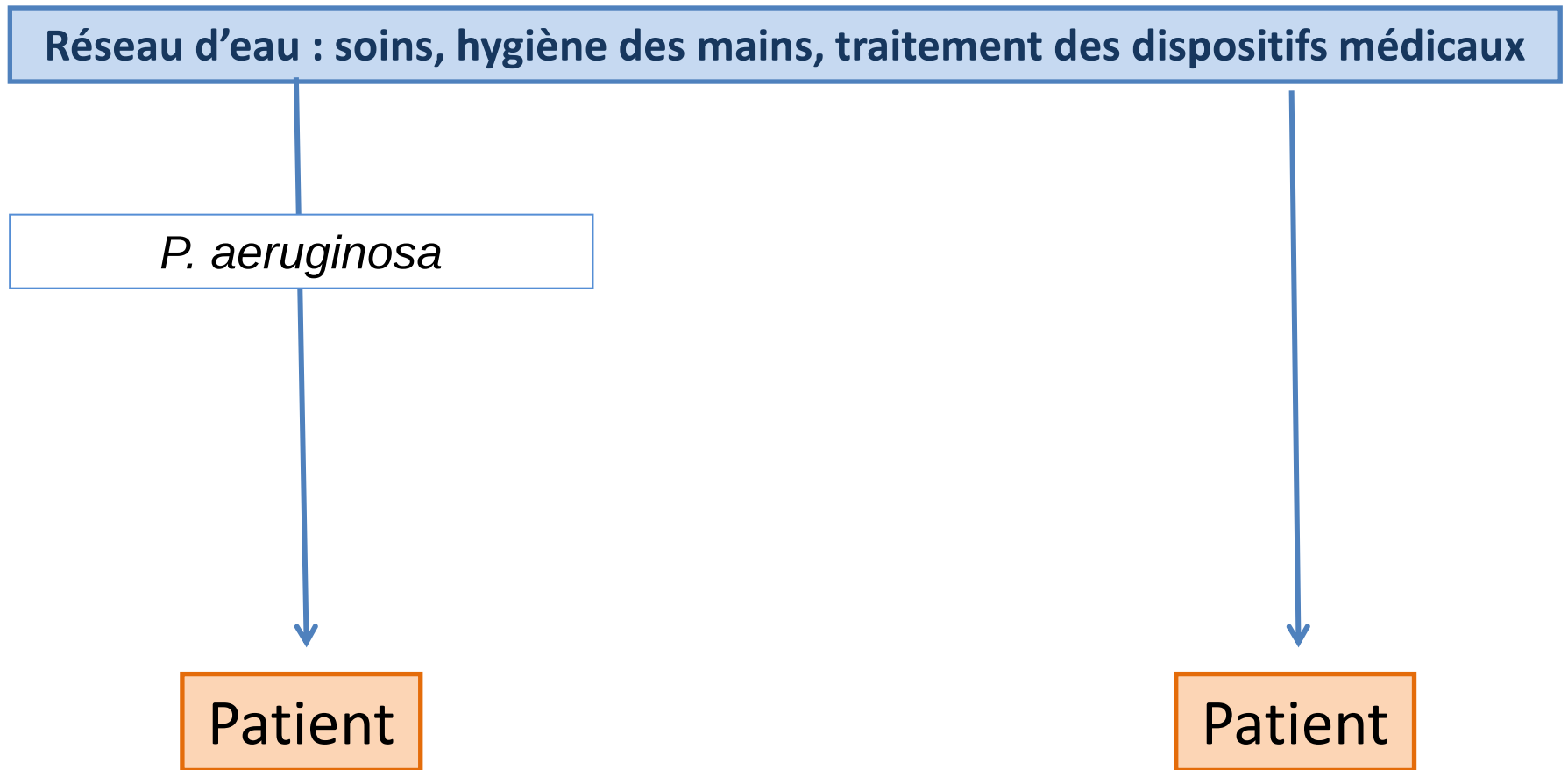
Exemples d'infections d'origine hydrique

en noir : infections communautaires

en bleu : infections nosocomiales

Voies de contamination	Type de germes identifiés	Cibles	Conséquences
Digestive 	<i>Virus</i> <i>Gardia</i> <i>Salmonella, Shigella, Listeria</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Aeromonas</i> <i>Clostridium difficile</i>	Communautaires Patients immunodéprimés	Digestif  Bactériémie, ... Digestifs pour CD
Respiratoire (aérosols)	<i>Burkholderia cepacia</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Acinetobacter baumannii</i> Mycobactéries <i>Legionella pneumophila</i>	Patients ID ou fragilités pulmonaires Patients atteints de mucoviscidose Patients ventilés mécaniquement ou ayant eu un lavage broncho alvéolaire ou une aspiration endo-trachéale Patients fragiles, âgés	Pneumopathie... 
Cutanéo-muqueuse 	<i>Acanthamoeba</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Acinetobacter</i>	Porteur de lentilles Patients atteints de mucoviscidose Grands brûlés Patients avec cathéter Nouveaux-nés	Kératites Bactériémie, septicémie, plaies, KT....
Introduction par effraction	<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Klebsiella oxytoca</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Mycobacterium xenopi, chimerae</i>	Chirurgie à cœur ouvert Chirurgie endoscopique	Bactériémie, septicémie...  ISO Infection osseuse

Mécanismes de transmission des principaux microorganismes d'origine hydrique responsables d'IAS



EAU/IAS => *Pseudomonas aeruginosa* en Réanimations, soins intensifs, immunodéprimés

- ◆ Surtout *P. aeruginosa* (et *Stenotrophomonas maltophilia*, *Serratia marcescens*, *Aeromonas hydrophila*)
- ◆ Chronologie : certaines études font le parallèle entre l'isolement de *P. aeruginosa* dans l'eau et la présence d'IN ou de colonisations concomitantes
- ◆ Contamination souvent terminale du réseau (robinet, brise-jet...)
- ◆ Exposition des patients : contact lors des soins (nursing, soins de bouche...), aérosols, manuportage
- ◆ Infections : pneumopathie sous VI, bactériémie, KT, plaies...

Ecology of *Pseudomonas aeruginosa* in the intensive care unit and the evolving

Am. J. Infect. Control. Revue 2005 :
Eau + 9,7 à 68,1% ↔ Infections/colonisations 14,2 à 50%

Matthias Trautmann, MD,^a Philipp M. Lepper, MD,^b and Matthias Haller, M
Stuttgart, Ulm, and Kempten, Germany

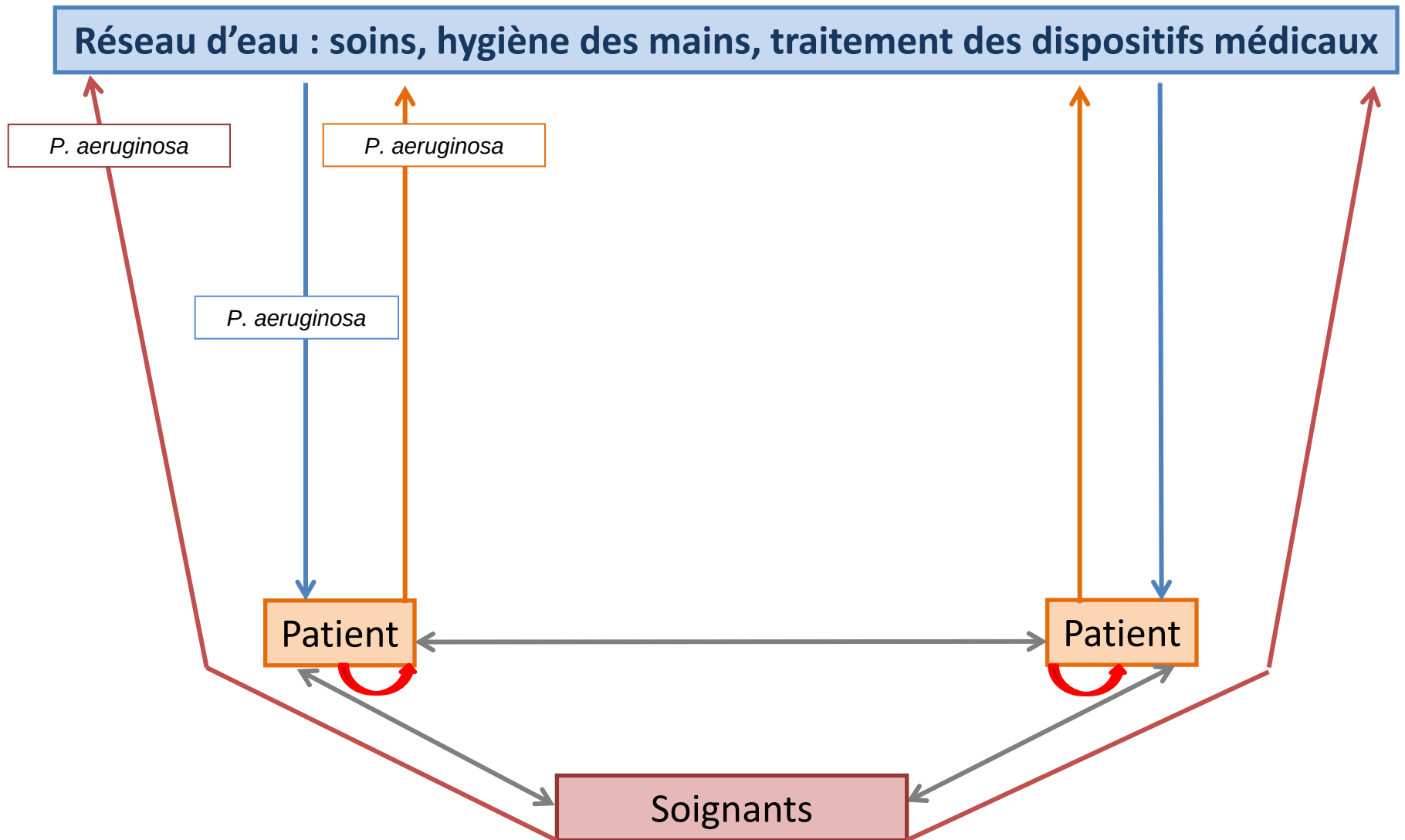


Molecular epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* in intensive care

Clin. Microbiol. Infect. Revue 2011 :
↗ contamination robinet -> ↗ infections/colonisations

D. S. Blanc¹

Mécanismes de transmission des principaux microorganismes d'origine hydrique responsables d'IAS



EAU/IAS => *Pseudomonas aeruginosa* en Réanimations, soins intensifs, immunodéprimés

Association between healthcare water systems and *Pseudomonas aeruginosa* infections: a rapid systematic review

H.P. Loveday^a, J.A. Wilson^{b,*}, K. Kerr^c, R. Pitchers^d, J.T. Walker^e, J. Browne^a

JHI, Revue 2014

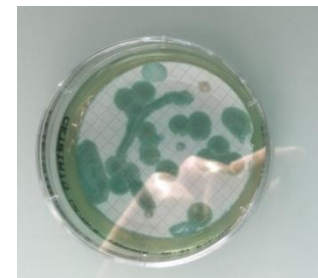
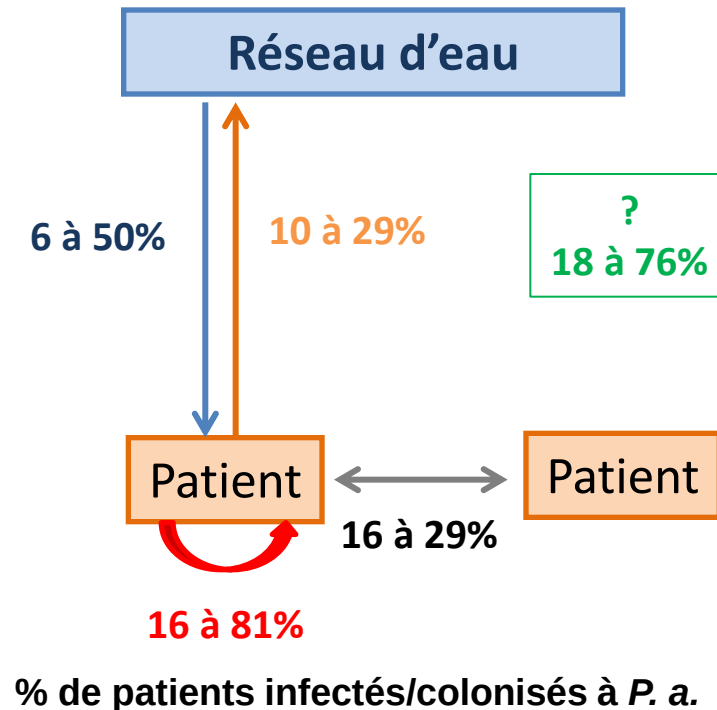
RESEARCH ARTICLE

Risk factors for colonization and infection by *Pseudomonas aeruginosa* in patients hospitalized in intensive care units in France

S. Hoang^{1,2,3#}, A. Georget³, J. Asselineau³, A-G. Venier^{1,4,5}, C. Leroyer^{1,4}, A. M. Rogues^{1,4}, R. Thiébaud^{1,3*}

Plos One 2018 :

Facteurs de risque de colonisation des patients : utilisation ATB inefficaces sur *P.a.* (HR = 1,60) < présence de *P.a.* dans eau dès admission (HR = 1,66) < ventilation mécanique invasive (HR = 4,70)



EAU/IAS => *Pseudomonas aeruginosa*

- ◆ Conception des points d'eau : robinet à cellule, fontaine ...=> épidémie => arrêt utilisation => arrêt épidémie

Journal of Hospital Infection (2001) **49**: 117–121
doi:10.1053/jhin.2001.1060, available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL[®]

Non-touch fittings in hospitals: a possible source of *Pseudomonas aeruginosa* and *Legionella* spp.

M. Halabi^{*†}, M. Wiesholzer-Pittl[†], J. Schöberl[†] and H. Mittermayer[‡]

Intensive Care Med (2006) **32**:1271
DOI 10.1007/s00134-006-0206-6

Philippe Berthelot
François Chord
Franck Mallaval
Florence Grattard
Didier Brajon
Bruno Pozzetto

Valves contaminées lors des tests en usines
⇒ Multiples désinfection inefficaces
⇒ Les auteurs recommandent les robinets manuels

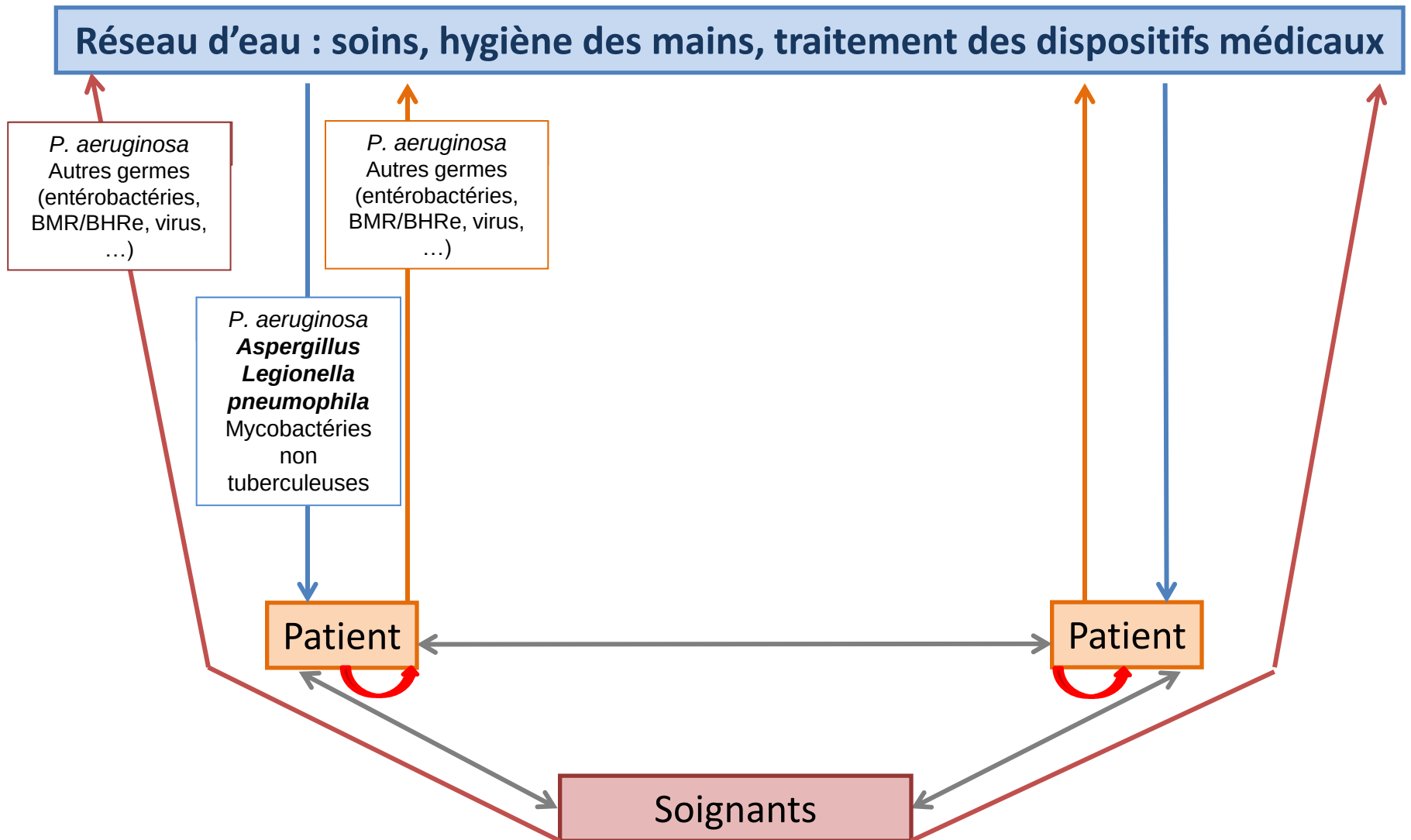
Magnetic valves as a source of faucet contamination with *Pseudomonas aeruginosa*?

Nosocomial outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* associated with a drinking water fountain

D. Costa^{a,b,*}, A. Bousseau^b, S. Thevenot^b, X. Dufour^c, C. Laland^b, C. Burucoa^b, O. Castel^b

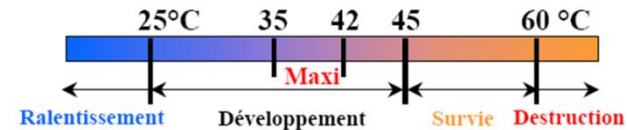
JHI 2015 :
contamination plaie chirurgicale ORL par une fontaine (oncologie ORL)

Mécanismes de transmission des principaux microorganismes d'origine hydrique responsables d'IAS

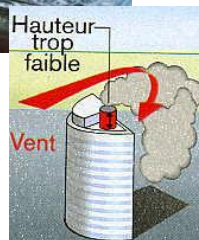
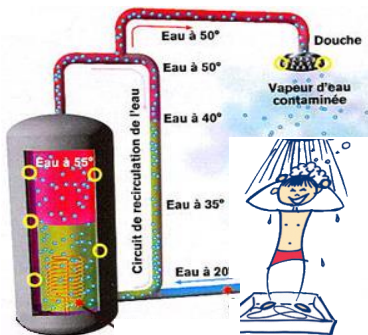


EAU/IAS => *Legionella pneumophila*

- ◆ Bactéries naturellement présente dans l'eau
Lacs, rivières, nappes phréatiques, sources, boues, terres humides
- ◆ Prolifération dans les milieux artificiels :
Eau chaude sanitaire (douche), climatisation, tours aéroréfrigérantes humides, spas, équipements respiratoires ou dentaires, fontaines décoratives



- ◆ Risque de légionelloses nosocomiales



EAU/IAS => *Legionella pneumophila*

- ◆ Risque de légionelloses nosocomiales : reste faible en France

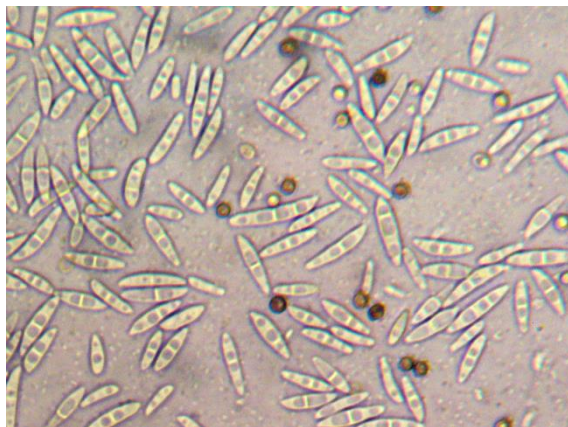
Tableau 2. Expositions à risque parmi les cas de légionellose survenus en France, 2015-2017

Expositions*	2015 (1389)		2016 (1218)		2017 (1630)	
	n	%	n	%	n	%
Hôpital	108	8	84	7	118	7
Maison de retraite	55	4	54	4	87	5
Station thermale	6	0	14	1	13	1
Autres types de voyage ^a	304	22	219	18	299	18
Voyage temporaire ^a	77	13	141	12	189	11
Autres types de voyage ^{b *}	84	6	36	3	83	5
Autres ^c	43	3	42	3	27	2
Total des cas ayant au moins une exposition	108	8	89	7	116	8
	581	42	460	38	633	39

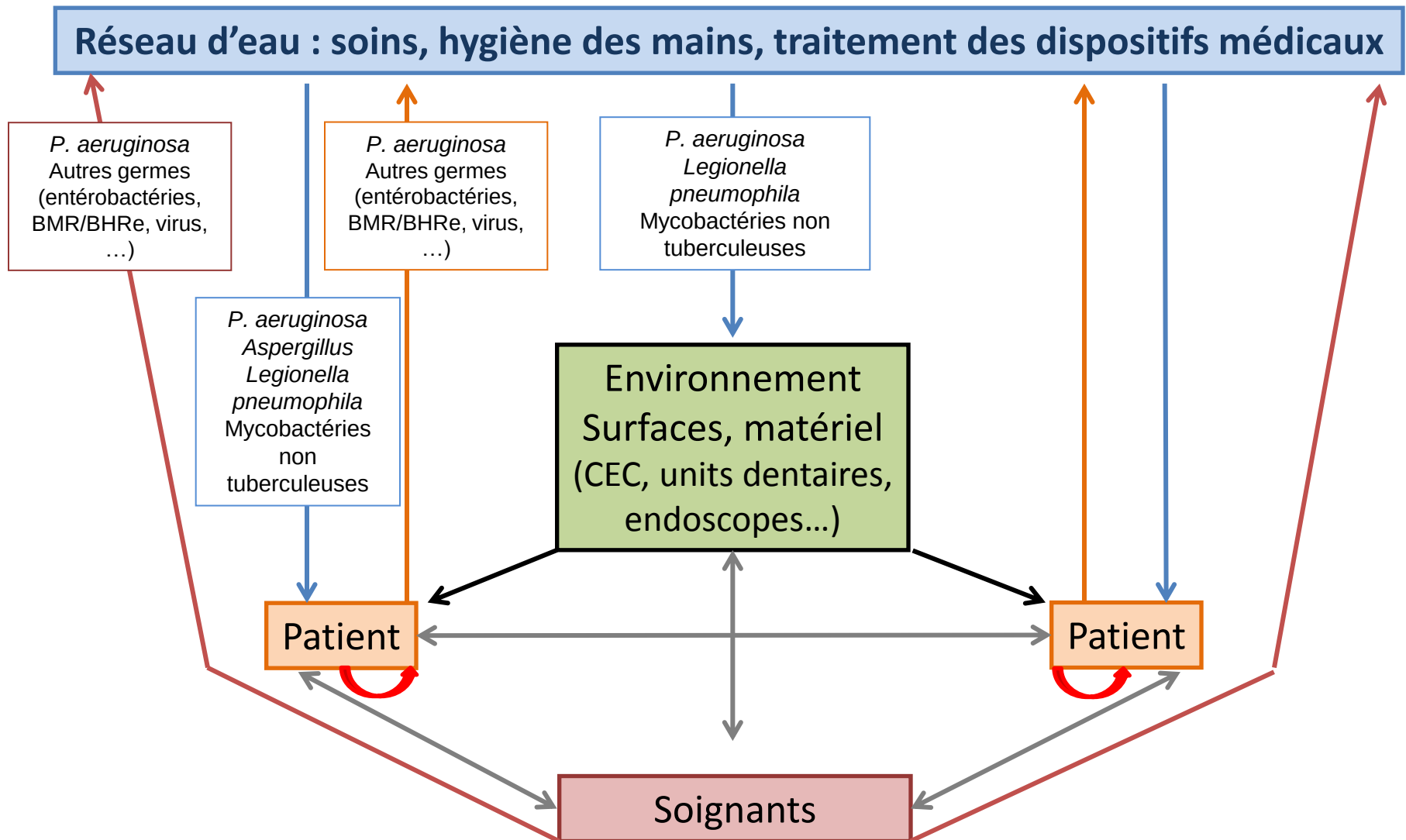
Règlementation et recommandations pour les établissements des soins

EAU/IN=> champignons filamenteux

- ◆ Colonisation des réseaux d'eau possible :
Champignons noirs (Dématiés), *Fusarium* spp ...
- ◆ Rôle de l'eau dans les infections fongiques est discuté
mais quelques cas sont rapportés : Kanamori H. et al.
Clin. Infect. Diseases. 2016
=> aérosols
- ◆ Risque dans les secteurs accueillant des patients
immunodéprimés



Mécanismes de transmission des principaux microorganismes d'origine hydrique responsables d'IAS



EAU/IAS => Dispositifs médicaux

- ◆ Dispositifs médicaux : réservoirs et vecteurs de bactéries initialement présentes dans l'eau
 - Mycobactéries non tuberculeuses :
 - Sources : CEC (aérosols), endoscopes, instrumentation chirurgicale ou pour injections, générateurs de dialyse...
 - Patients concernés : immunocompétents subissant une chirurgie cardiaque sous CEC, immunodéprimés (pathologie oncologique, VIH), ...
 - Infections : endocardites, abcès, KTC, bactériémie, greffons,

Global outbreak of severe *Mycobacterium chimaera* disease after cardiac surgery: a molecular epidemiological study

Jakko van Ingen*, Thomas A Kahl*, Katharina Kranzer*, Barbara Hasse, Peter M Keller, Anna Katarzyna Szafranska, Doris Hillemann, Meera Chand, Peter Werner-Schreiber, Rami Sommerstein, Christoph Berger, Michele Genoni, Christian Rüegg, Nicolas Troillet, Andreas F Widmer, Sören L Becker, Matthias Herrmann, Tim Eckmanns, Sebastian Haller, Christiane Höller, Sylvia B Debast, Maurice J Wolphagen, Joost Hopman, Jan Kluytmans, Merel Langelaar, Daan W Notermans, Jaap ten Oever, Pieter van den Barselaar, Alexander B A Vonk, Margreet C Vos, Nada Ahmed, Timothy Brown, Derrick Crook, Theresa Lamagni, Nick Phin, E Grace Smith, Maria Zambon, Annemore Serr, Tim Götting, Winfried Ebner, Alexander Thümmel, Christian Utpatel, Cathrin Spröer, Boyke Burk, Ulrich Nübel, Guido V Bloemberg, Erik C Böttgert, Stefan Niemann, Dirk Wagnert, Hugo Saxt

Lancet Infect Dis 2017.

International Journal of Hygiene and Environmental Health 220 (2017) 611–620



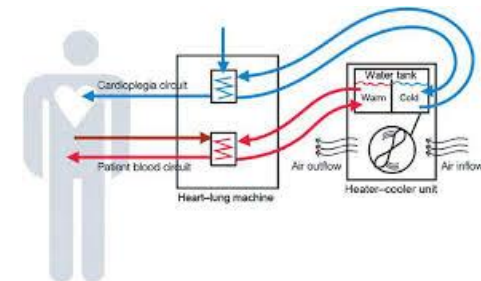
Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Hygiene and
Environmental Health

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijheh

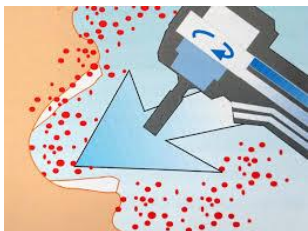
A systematic review of waterborne infections from nontuberculous mycobacteria in health care facility water systems

Trudy Li^a, Lydia S. Abebe^{b,*}, Ryan Cronk^b, Jamie Bartram^{b,**}

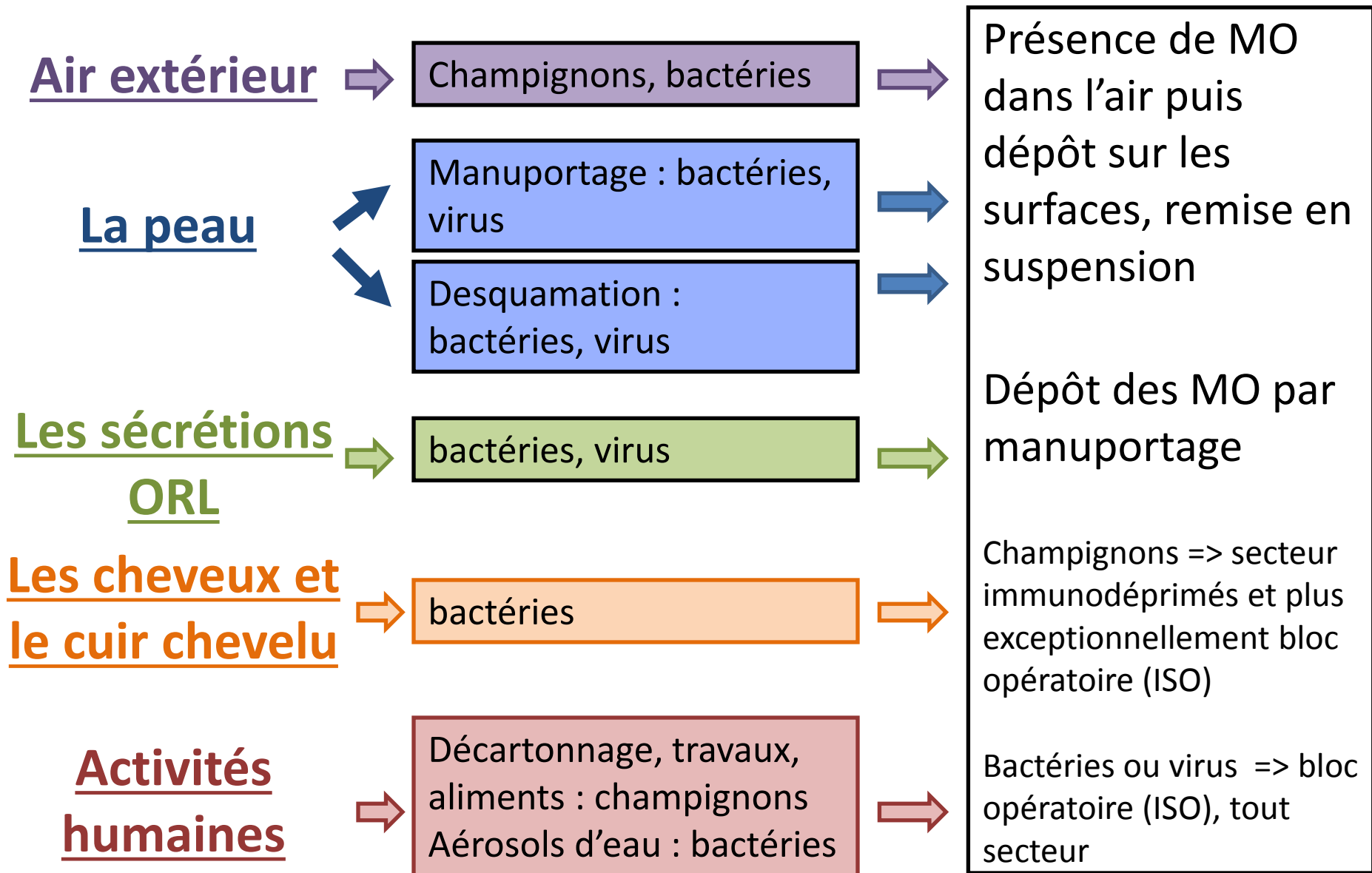


EAU/IAS => dispositifs médicaux

- ◆ Dispositifs médicaux : réservoirs et vecteurs de bactéries initialement présentes dans l'eau
 - Units dentaires :
 - Sources : aérosols issus des pièces à mains
- Flore variée présente dans les tubulures des units : bactéries, champignons, protozoaires...
- Problématique de la rétrocontamination à partir de la bouche du patient : bactéries, virus, levures
- Patients concernés : immunodéprimés (pathologie oncologique, VIH), patients atteints de mucoviscidose ...
 - Rares infections prouvées : pneumonies (légionellose, *P.aeruginosa*), plaies chirurgicales (*P. aeruginosa*),
 - Niveau de preuves faible : principe de précautions (contrôles, désinfection)



Air - Surfaces / IAS



Air - Surfaces / IAS => bactéries, virus tous secteurs de soins

Les surfaces et l'air sont plus des vecteurs et réservoirs de la flore humaine que de la flore environnementale

- Survie possible des microorganismes sur des surfaces inertes

Exemples de survie des bactéries et des virus sur une surface sèche

Type de bactéries

Staphylococcus aureus
Enterococcus spp.
Escherichia coli
ERV
Clostridium difficile (spores)
Pseudomonas aeruginosa

Durée de survie sur une surface sèche

7 jours à > 7 mois
5 jours à > 4 mois
1.5 heures à 16 mois
5 jours à > 4 mois
>5 mois
6 heures à > 1 mois

Type de virus

Virus nus

Petits virus non enveloppés
Rhinovirus

2 heures à 7 jours

Gros virus non enveloppés
Adenovirus
Rotavirus
Norovirus

7 jours à 3 mois
6 jours à 2 mois
8 heures à 7 jours

Virus enveloppés

Rougeole
Grippe
VRS
VHB, VHC
VIH

2 heures
1 à 2 jours
6 heures
> 7 jours
> 7 jours

[Dancer SJ. Clin Microbiol Rev. 2014](#)



Air - Surfaces / IAS => bactéries, virus tous secteurs de soins

Les surfaces et l'air sont plus des vecteurs et réservoirs de la flore humaine que de la flore environnementale

- Survie possible des microorganismes sur des surfaces inertes
- Lien avec les IAS difficile à établir :
 - La notion de réservoir = conditions de multiplication et de transmission
 - La chronologie par rapport à la contamination du patient

Etude de 19 articles confirmant la contamination de l'environnement proche d'un patient infecté

	ERV	SAMR	<i>C. difficile</i>
Barrières de lit	+++++++	+	+++
Adaptable	+++++++	+	
Poignées de portes	++	++	+
Portes	+++	+	
Sonnettes	+++	+	++
Fauteuil	++	+	++
Tablettes	+++	++	
Surface toilettes	+		++++
Radiateur	+	+	+++
Bassin			+

+ = 1 article

Air - Surfaces / IAS => bactéries, virus tous secteurs de soins

- Lien avec les IAS difficile à établir :
 - La notion de réservoir = conditions de multiplication et de transmission
 - La chronologie par rapport à la contamination du patient
 - Le nettoyage et la désinfection du matériel et des locaux (compliance doit être >80% pour permettre une diminution des IAS – *SAMR*, *C. difficile*, ERV)

HEALTHCARE EPIDEMIOLOGY INVITED ARTICLE

Robert A. Weinstein, Section Editor

Contamination, Disinfection, and Cross-Colonization: Are Hospital Surfaces Reservoirs for Nosocomial Infection?

Bala Hota

Section of Infectious Diseases, Stroger Hospital of Cook County, Rush University Medical Center, Chicago, Illinois



American Journal of Infection Control

journal homepage: www.ajicjournal.org

Major article

Use of a daily disinfectant cleaner instead of a daily cleaner reduced hospital-acquired infection rates

Michelle J. Alfa PhD^{a,b,*}, Evelyn Lo MD^{b,c}, Nancy Olson BSc^a, Michelle MacRae^c, Louise Buelow-Smith RN^c

Air - Surfaces / IAS => bactéries, virus tous secteurs de soins

Norovirus

Contamination de l'air

Table 1. Detection and Concentration of Norovirus GII RNA Recovered From the Air in Patient Rooms, Hallways, and Nursing Stations During 8 Confirmed Norovirus Outbreaks—Quebec, 2012

Healthcare Center Location	No. of Positive Samples Detected in Air	Range of Norovirus GII, Genomes/m ³
Patients' rooms	14/26	1.46×10^1 – 2.35×10^3
Nurses' stations	3/6	1.35×10^1 – 1.22×10^2
Hallway/common areas	6/16	1.54×10^1 – 5.43×10^2

Air samples were taken with the Coriolis μ , set at 200 L/minute for 10 minutes.

Bonifait L. et al. Clin Infect Dis. 2015



**Importance des
méthodes humides de
bionettoyage**

Précautions standard

Air - Surfaces / IAS => immunodéprimés

◆ Risque fongique :

- Le caractère nosocomial n'est pas toujours facile à établir ainsi que la dose infectante
- Champignons ubiquitaires
- Possible colonisation préalable du patient
- Facteurs de risque :
 - immunodépression sans prophylaxie ATF : $<500 \text{ PNN/mm}^3 > 10$ jours, LAM, Allogreffe de CSH avec GVH ou corticoïdes à forte dose
 - greffe pulmonaire ou cardiaque
- Corrélation entre augmentation de l'incidence des cas d'aspergillose et contamination de l'air et des surfaces (dysfonctionnement ZEM, travaux, aliments, cartons, eau, comportements)



Air - Surfaces / IAS => chirurgie

Risque bactérien :

Nombreux facteurs de risques d'ISO :

liés au patient, au type et au contexte de l'intervention, aux installations, aux comportements (entrée/sortie de salle, asepsie...)

=> Ouverture de portes : en fonction des études, 27% sans lien avec l'intervention, 26% pour du matériel (évitable si préparation de la salle mieux anticipée)

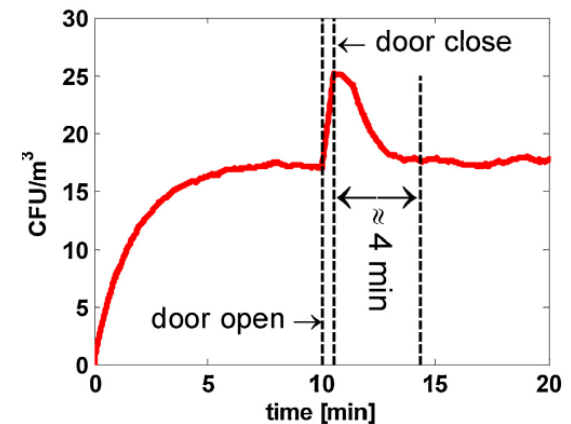


Fig. 3. OR recovery time in a single cycle of door-opening.

Sadrizadeh S. et al. J. Infect Pub Health. 2018

Etudes anciennes mais montrant que le type traitement de l'air (unidirectionnel, non unidirectionnel) a une influence sur la diminution du taux d'ISO

Etudes plus récentes, parfois contradictoires sur l'intérêt du flux unidirectionnel, et étudiant la corrélation entre le taux de contamination de l'air et le taux de particules vs l'activité dans la salle, l'apport de l'antibioprophylaxie

Air - Surfaces / IAS => chirurgie



Risque bactérien :

Origine de la contamination souvent humaine

Origine endogène : flore du patient (muqueuses, peau)

Origine exogène : flore du personnel, flore de l'environnement => air = vecteur

MO rencontrés : *Staphylococcus*, *E. coli*, *Enterococcus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*

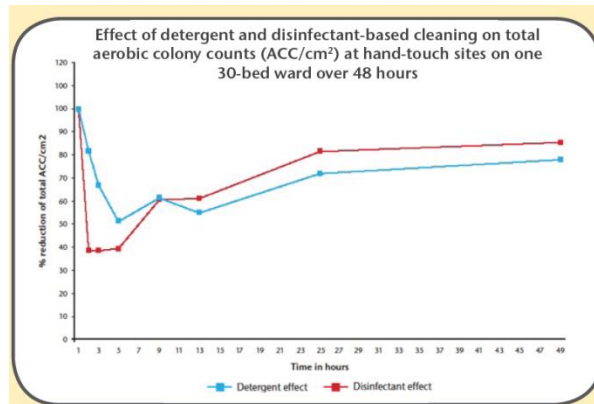


Figure 1

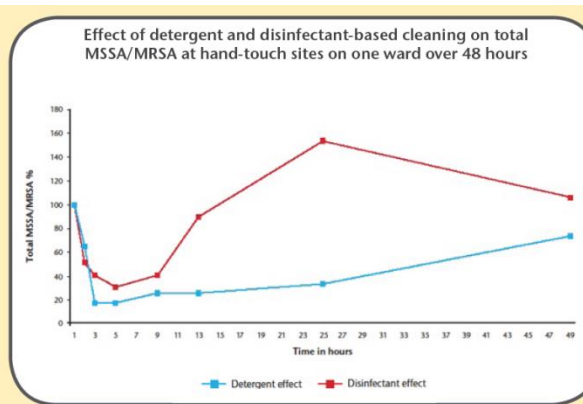


Figure 2

L'entretien des surfaces n'a qu'un effet transitoire

Stewart M, ECCMID 2014
Dancer S. J. Clin. Microbiol. Rev. 2014

Le désinfectant utilisé ici est l'eau électrolysée

Air - Surfaces / IAS => chirurgie

Risque fongique :

Origine environnementale

- Décrit chez des patients sans facteurs de risques (pas de corticoïdes, pas d'aspergillose pulmonaire préalable)
- Chirurgie cardiaque, neurochirurgie,... = quelques cas reliés à une contamination de l'air de la salle d'intervention (introduction de matériel contaminé ex. ventilateur de générateurs thermique de CEC...)
- La contamination peut avoir lieu également en post-opératoire dans l'unité de soins (ex. travaux à proximité)

Post-operative aspergillosis

A. C. Pasqualotto and D. W. Denning

Clin. Microbiol. Infect. Revue 2006

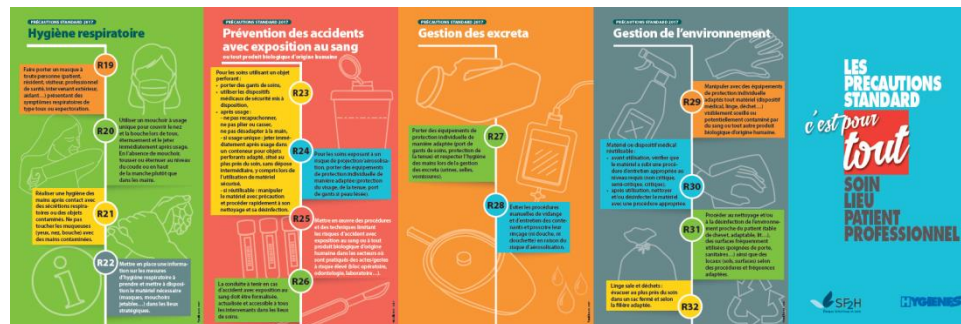
An investigation of *Aspergillus* cardiac surgical site infections in 3 pediatric patients

Matthew P. Kronman, MD,^{a,b} Harris P. Baden, MD,^{a,b} Howard E. Jeffries, MD, MBA,^{a,b} Joan Heath, RN,^b Gordon A. Cohen, MD, PhD,^{b,c} and Danielle M. Zerr, MD, MPH^{a,b}
Seattle, Washington

Am J Infect Control. 2007
Réservoir d'azote liquide colonisé

Conclusion

- ◆ Le lien entre MO présent dans l'environnement et IAS n'est pas toujours facile à prouver
- ◆ L'acquisition d'une infection est multifactorielle
- ◆ D'autres expositions existent : linge (*Bacillus cereus*), le détergent-désinfectant ou les antiseptiques (*Achromobacter sp*, *Pseudomonas aeruginosa*)...
- ◆ Maîtrise de l'environnement et respect des précautions standards sont des outils essentiels de prévention



Nos microorganismes interagissent avec ceux de l'environnement intérieur de l'hôpital

Nous transmettons nos MO aux bâtiments



Les bâtiments nous transmettent leurs MO

