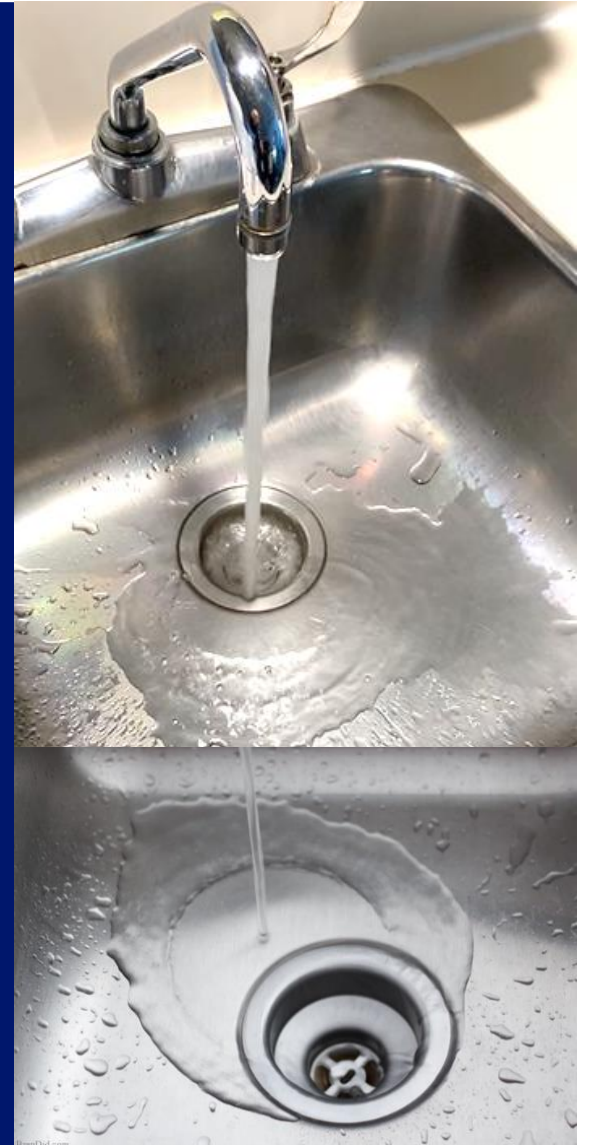


# Contrôler les pathogènes présents dans les drains d'éviers en milieu hospitalier – est-ce possible ?

Marie-Ève Benoit

Thibault Bourdin, Alizée Monnier, Michèle Prévost, Dominique Charron,  
Caroline Quach-Thanh, Eric Déziel, Philippe Constant, Emilie Bédard



# Plan de la présentation

- 1 Mise en contexte et objectifs

---
- 2 Investigation de transmission  
évier - patients

---
- 3 Prévalence de 3 pathogènes  
opportunistes en USIN

---
- 4 Désinfection des drains

---
- 5 Conclusions

**Mise en contexte**

# Les infections nosocomiales

Fardeau mondial avec l'augmentation alarmante des pathogènes multi résistants

Augmentent le taux de mortalité et de morbidité et le coût des soins médicaux<sup>1-4</sup>

30%  
d'infections nosocomiales en soins intensifs<sup>5</sup>

Avec une mortalité allant jusqu'à

52%

# USIN

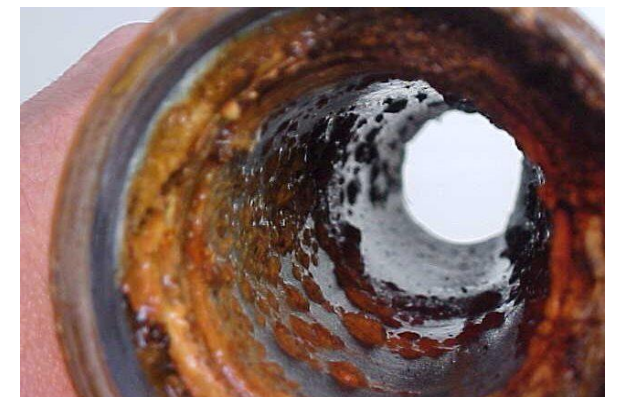
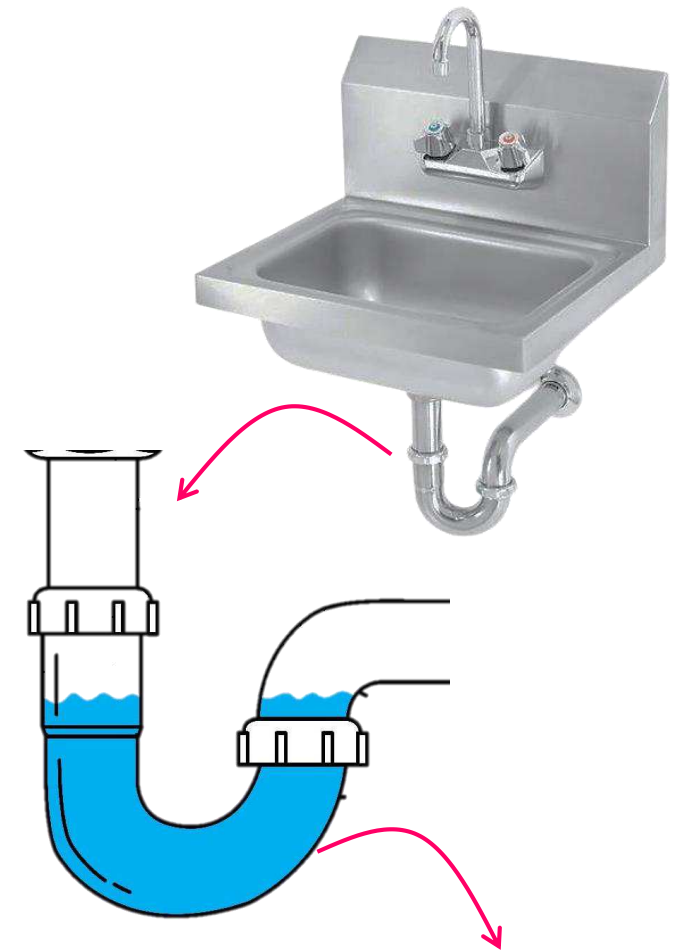
## Unité de Soins Intensifs Néonataux

- Nouveau-nés sont particulièrement à risque à cause de leur faible poids à la naissance, prématurité et leur exposition à de nombreuses procédures invasives <sup>6-8</sup>
- Les infections nosocomiales causent 4% à 56% de mortalité chez les prématurés <sup>7</sup>

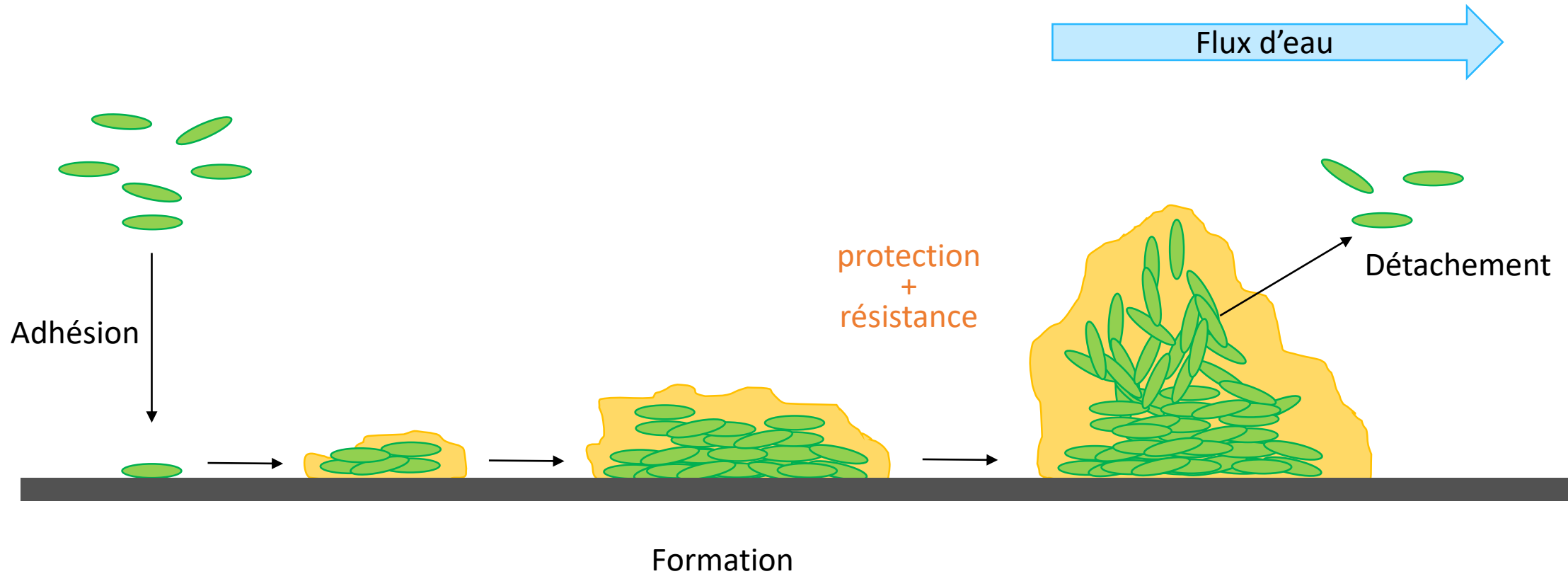


Plusieurs sources de pathogènes opportunistes (PO) dans l'environnement hospitalier

**Drain d'évier** = Biofilm = réservoir à PO  $10^{10-13}$



# Biofilm bactérien





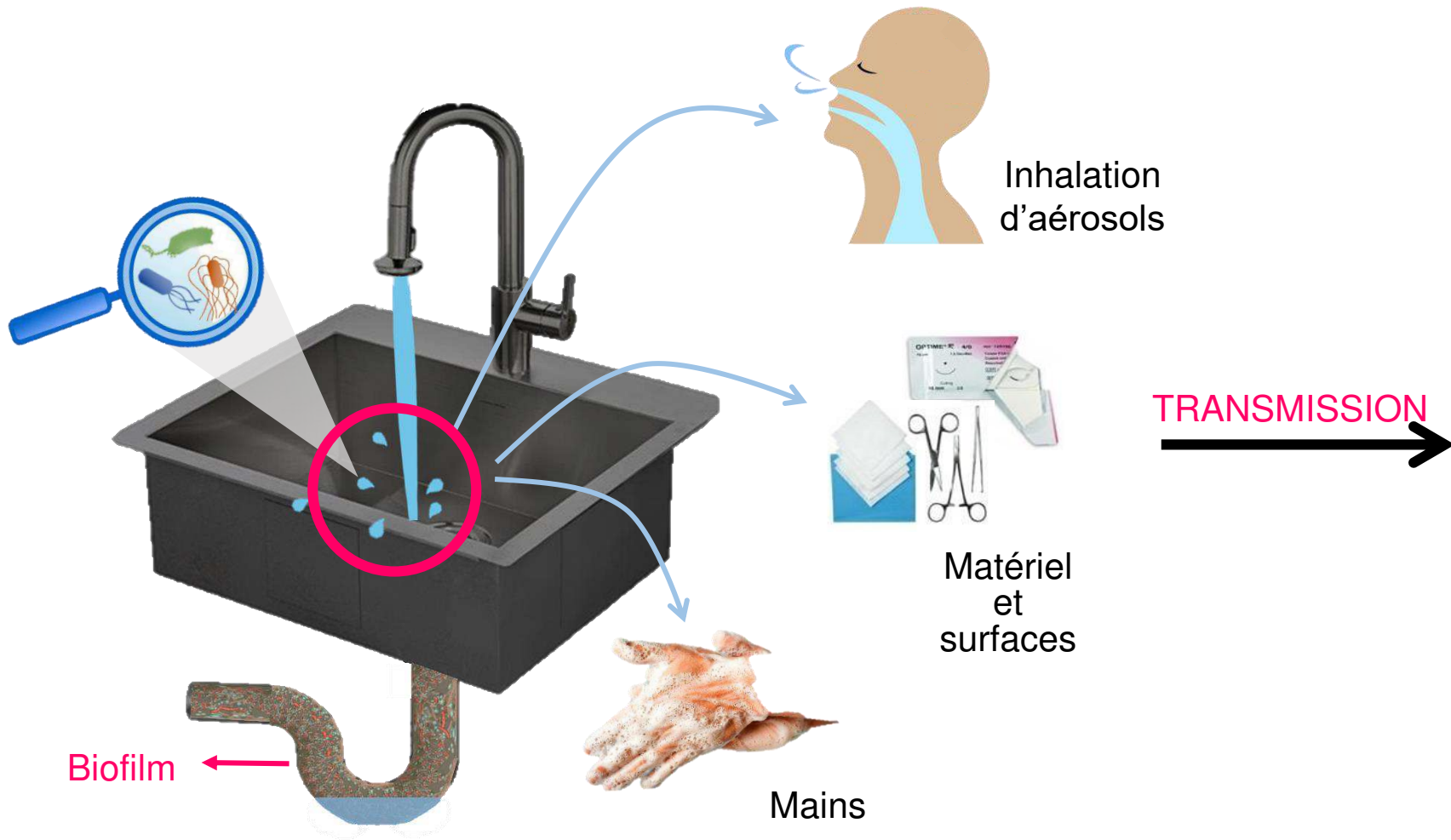
# Drains d'évier

Relié a nombreuse écloson dans les hôpitaux <sup>2,6,11,14-20</sup>

Transmission des pathogènes par éclaboussures lorsque l'évier est utilisé <sup>2,21-26</sup>







Infection/colonisation des patients

# Objectifs

## #1

Déterminer la prévalence et risques associés à trois PO dans les drains d'évier en USIN

## #2

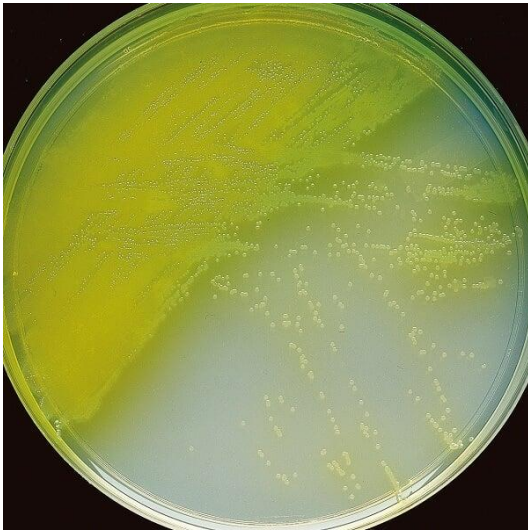
Évaluer l'effet de différentes méthodes de désinfection sur la concentration bactérienne et la présence de PO dans les drains d'évier

# **Investigation de transmission potentiels éviers - patients**

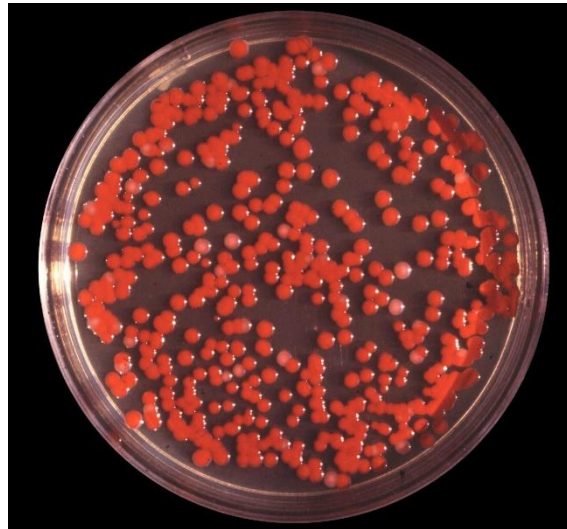
Thibault Bourdin

# Méthodologie

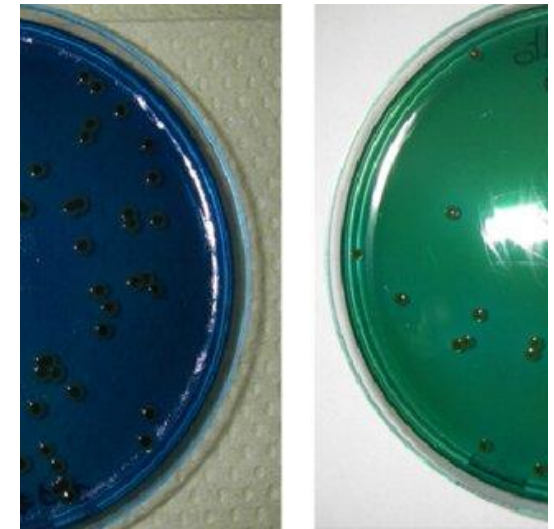
3 pathogènes suivis



*Pseudomonas aeruginosa*

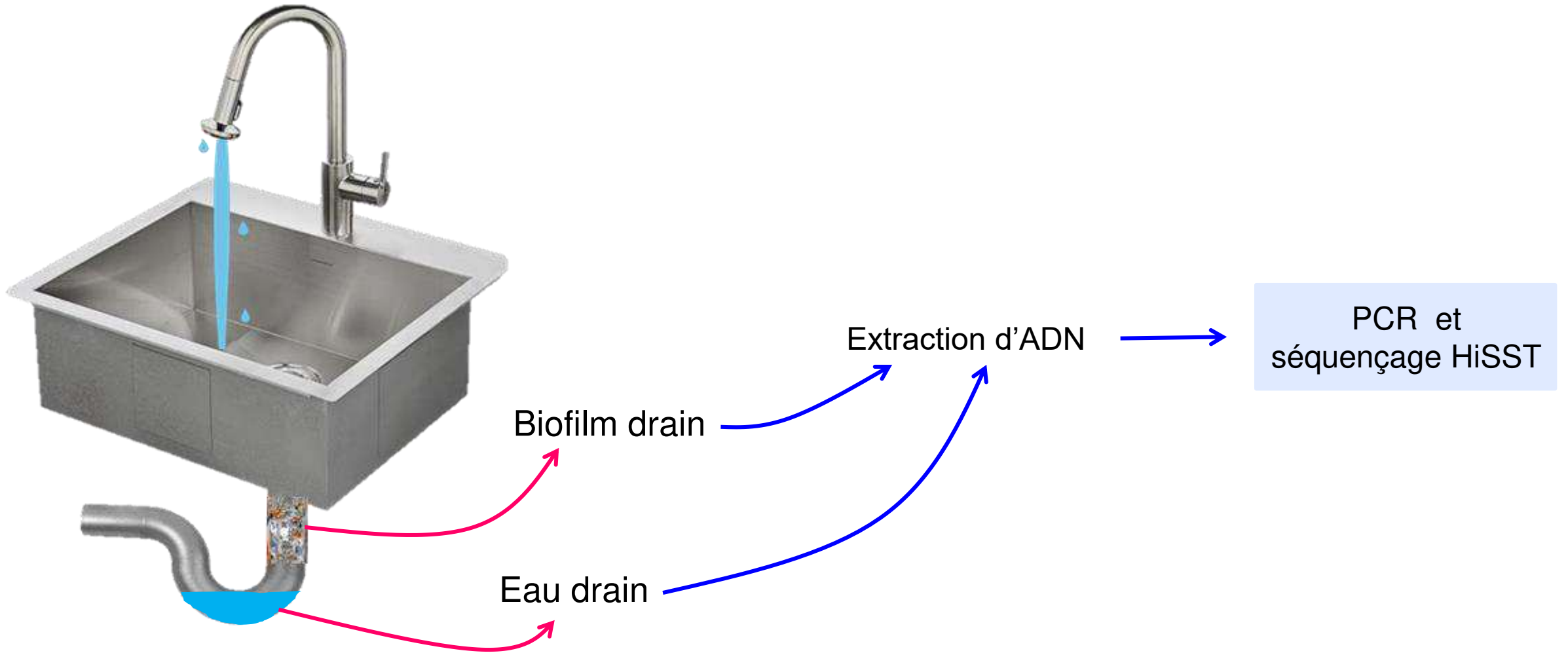


*Serratia marcescens*



*Stenotrophomonas maltophilia*

# Méthodologie



# Méthode de typage moléculaire HiSST

(High-throughput Short Sequence Typing)

## 1- Échantillonnage

**Isolats**  
(Culture sélective)

**ADN environnemental**  
(Biofilm/eau de drain)

Photo : Margot Cazals

## 2- Analyse moléculaire

**PCR – HiSST**  
(3 à 4 locus ciblés)

**Séquençage Illumina**

**Assignation de séquence types (ST)**

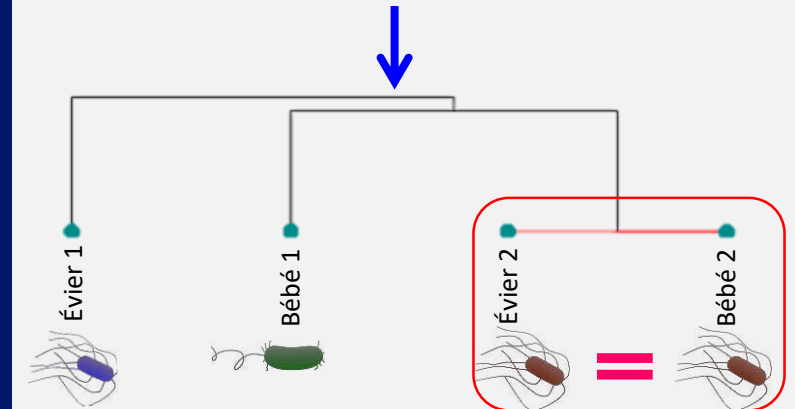
	130	140	150	160
ST-1	GGATCGCCCATCGCCCGCCGCAAACTTCTGGCAGGCG			
ST-2	T.....GG.....A			
ST-3	T.....GC.....A			
ST-4	T.....C.....			

## 3- Analyse des données

Matrice de l'occurrence des ST en fonction de l'origine des échantillons

	Évier 1	Évier 2	Bébé 1	Bébé 2
ST-1	0	1	0	1
ST-2	1	1	1	1
ST-3	0	1	1	1
ST-4	1	1	0	1

0 = Absence ; 1 = Présence



Convergence des profils  
= Transmission du pathogène :

Évier 2 ↔ Bébé 2





AMERICAN  
SOCIETY FOR  
MICROBIOLOGY

Applied and Environmental  
Microbiology®

METHODS

December 2021 Volume 87 Issue 24 e01399-21  
<https://doi.org/10.1128/AEM.01399-21>

## A High-Throughput Short Sequence Typing Scheme for *Serratia marcescens* Pure Culture and Environmental DNA

Thibault Bourdin <sup>a</sup>, Alizée Monnier<sup>a</sup>, Marie-Ève Benoit<sup>b</sup>, Emilie Bédard<sup>b</sup>, Michèle Prévost<sup>b</sup>,  
Caroline Quach <sup>c</sup>, Eric Déziel <sup>a</sup>, Philippe Constant <sup>a</sup>





microorganisms



Article

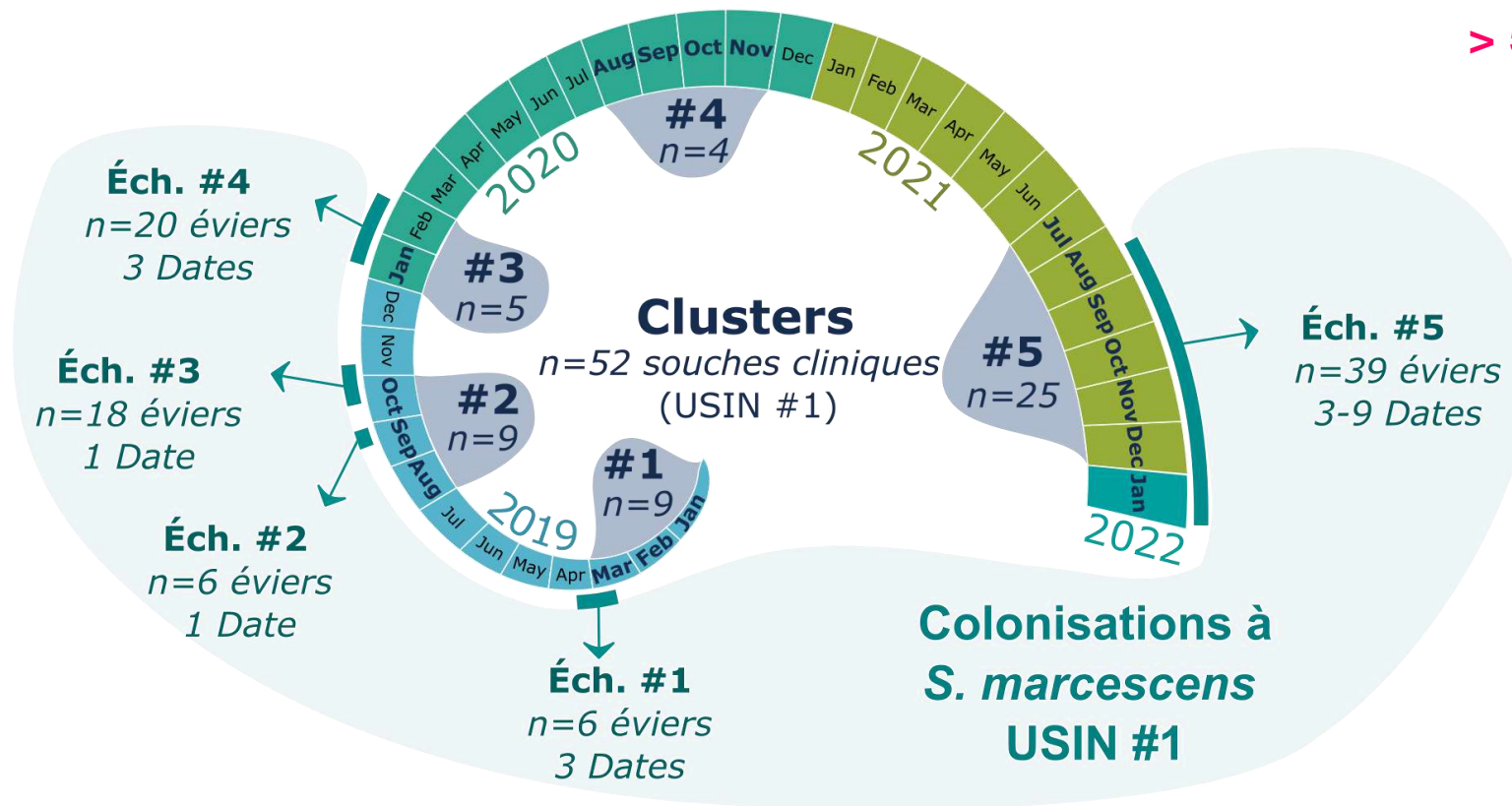
## High-Throughput Short Sequence Typing Schemes for *Pseudomonas aeruginosa* and *Stenotrophomonas maltophilia* Pure Culture and Environmental DNA

Thibault Bourdin <sup>1</sup>, Marie-Ève Benoit <sup>2</sup>, Emilie Bédard <sup>3</sup>, Michèle Prévost <sup>3</sup>, Caroline Quach <sup>2</sup> , Eric Déziel <sup>1,\*</sup>   
and Philippe Constant <sup>1,\*</sup>

# Méthodologie

Une USIN de Montréal  
Chambres individuelles

**52** souches cliniques  
**> 500** échantillons environnementaux



# Résultats

10 cas

Patients ↔ Patients

(71% des isolats retrouvés chez plus d'un patient)

5 cas

Patients → Éviers

1 cas

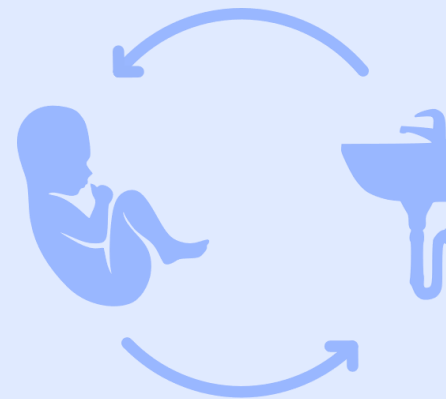
Éviers ↔ Patients

transfert bidirectionnel

**Sources diffuses** de *Serratia marcescens*

Souches cliniques capables de coloniser les éviers et de s'y maintenir dans le temps

**Risque de rétro-contamination**





AMERICAN  
SOCIETY FOR  
MICROBIOLOGY

Applied and Environmental  
Microbiology®

PUBLIC AND ENVIRONMENTAL HEALTH MICROBIOLOGY



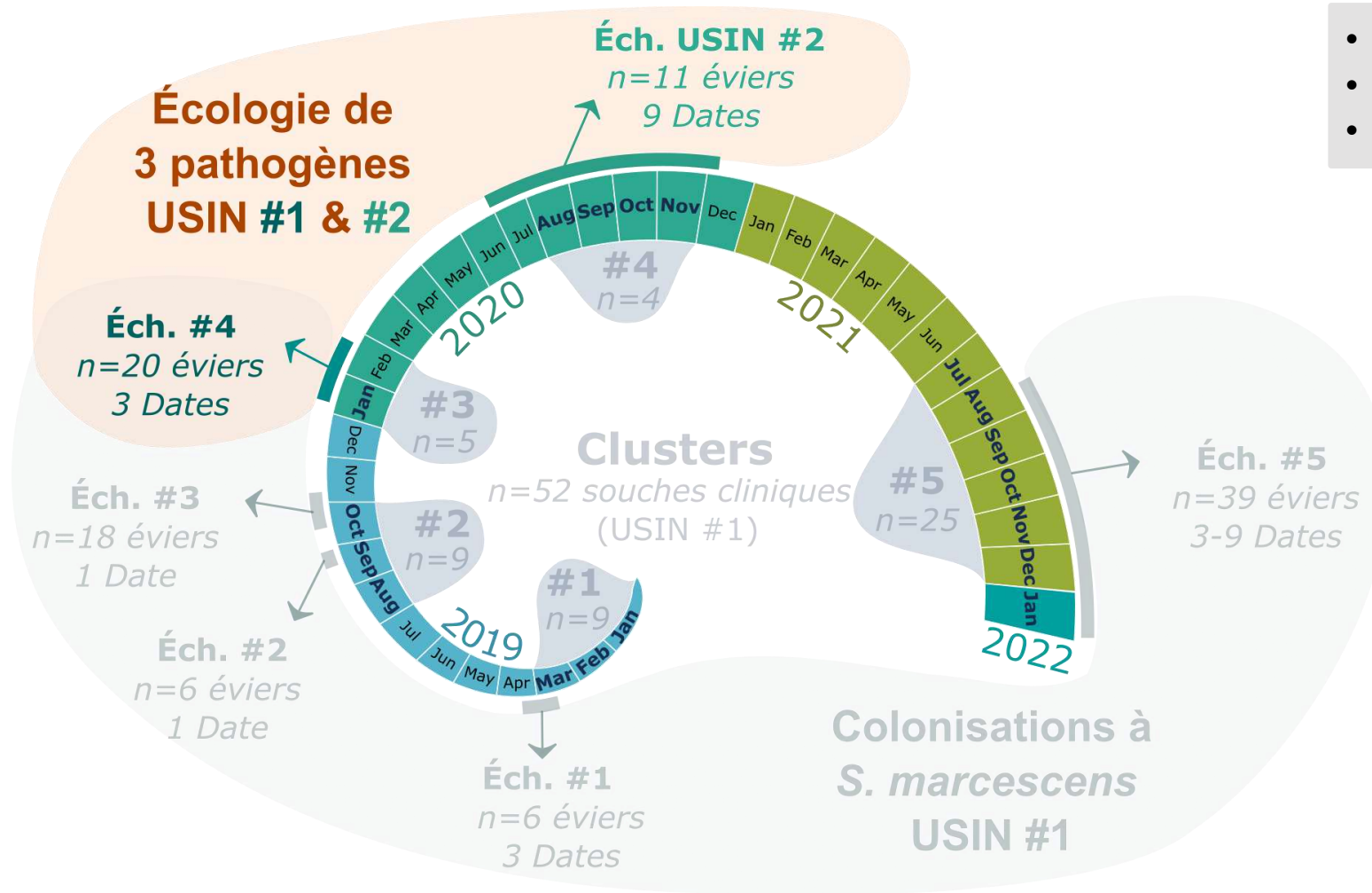
## *Serratia marcescens* Colonization in a Neonatal Intensive Care Unit Has Multiple Sources, with Sink Drains as a Major Reservoir

Thibault Bourdin,<sup>a</sup> Marie-Ève Benoit,<sup>b</sup> Alizée Monnier,<sup>a</sup> Emilie Bédard,<sup>c</sup> Michèle Prévost,<sup>c</sup> Dominique Charron,<sup>c</sup> Nathalie Audy,<sup>d</sup> Sophie Gravel,<sup>d</sup> Mélanie Sicard,<sup>d</sup> Caroline Quach,<sup>d</sup> Eric Déziel,<sup>a</sup> Philippe Constant<sup>a</sup>

# **Prévalence de 3 pathogènes opportunistes en USIN**

Thibault Bourdin

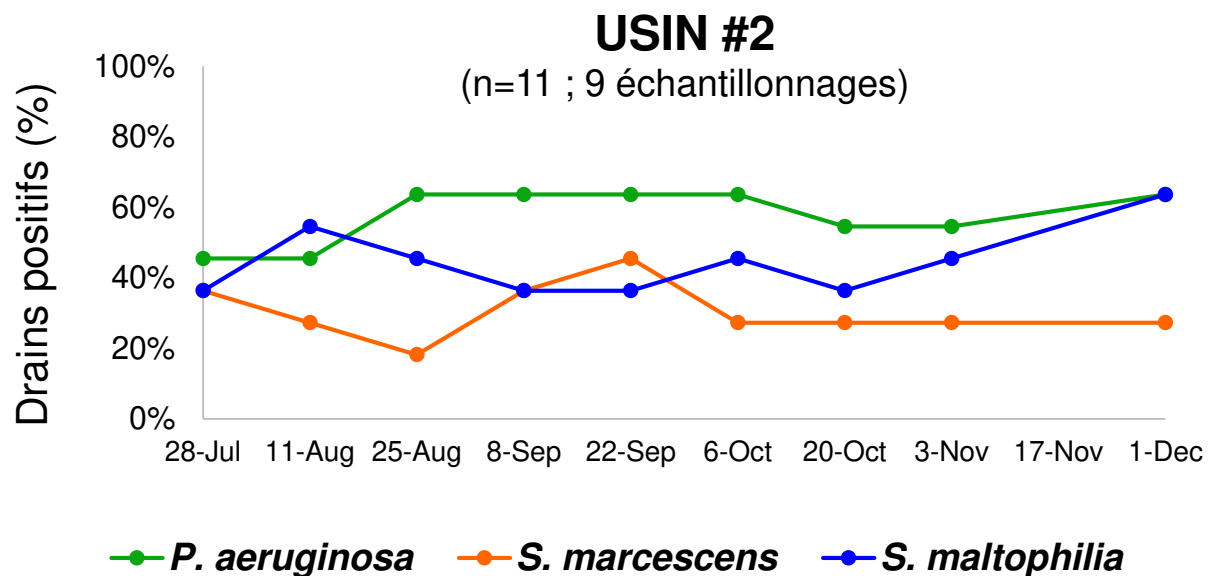
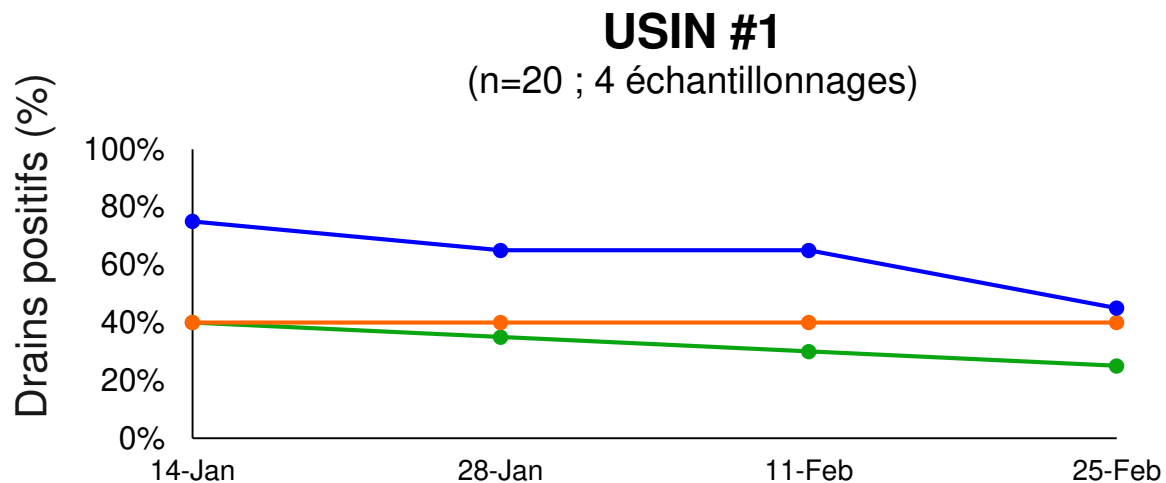
# Méthodologie



- Deux USIN de Montréal
- 31 éviers
- 13 échantillonnages



# Résultats



Proportion moyenne de drains d'éviers positifs aux PO

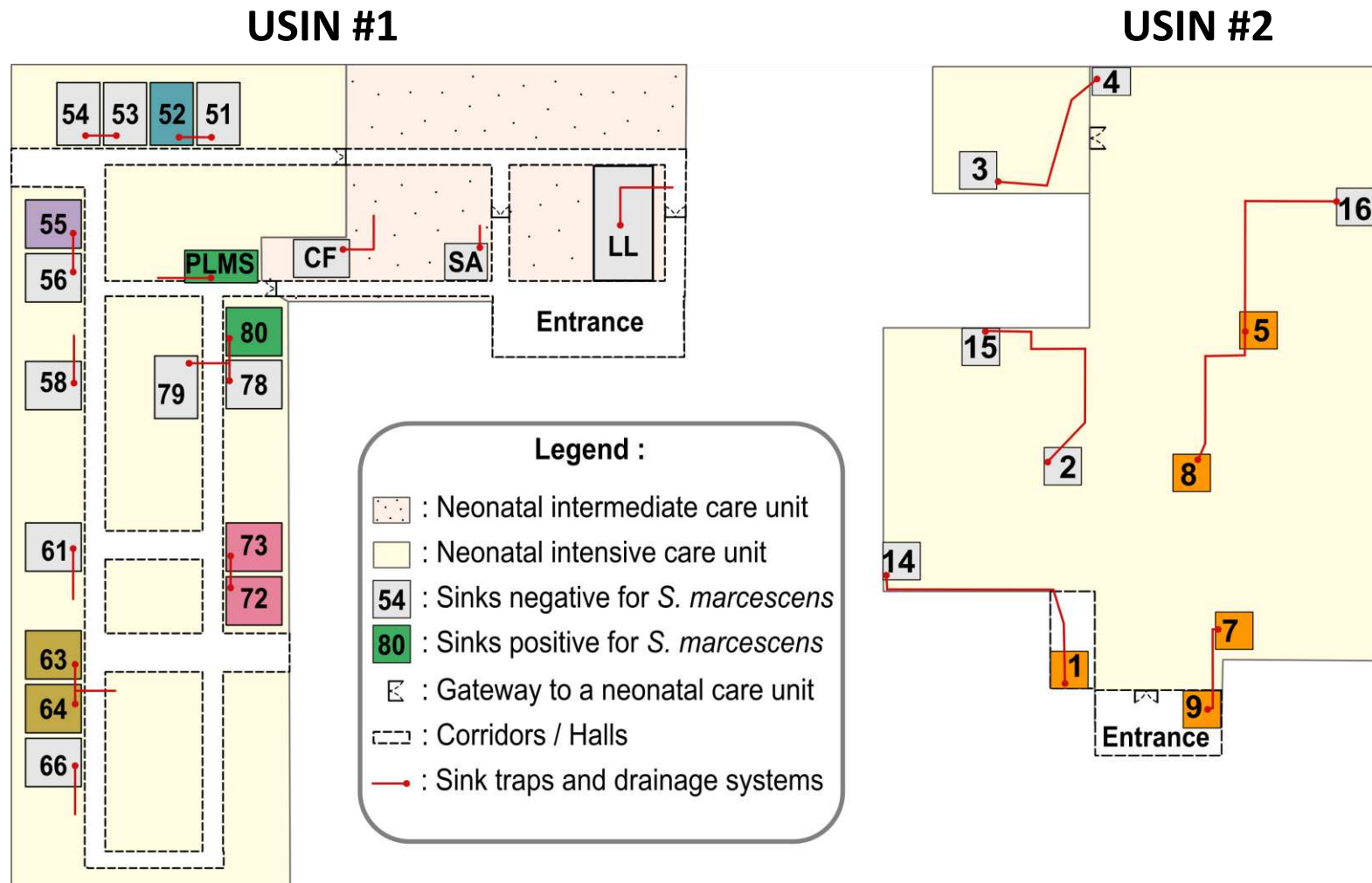
	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. marcescens</i>	<i>S. maltophilia</i>
<b>USIN #1</b>	30%	40%	63%
<b>USIN #2</b>	60%	25%	49%

Plus d'1 évier sur 2 est colonisé  
**Forte prévalence** des PO dans les drains d'éviers

**Maintien temporel** des PO dans les drains

# Résultats

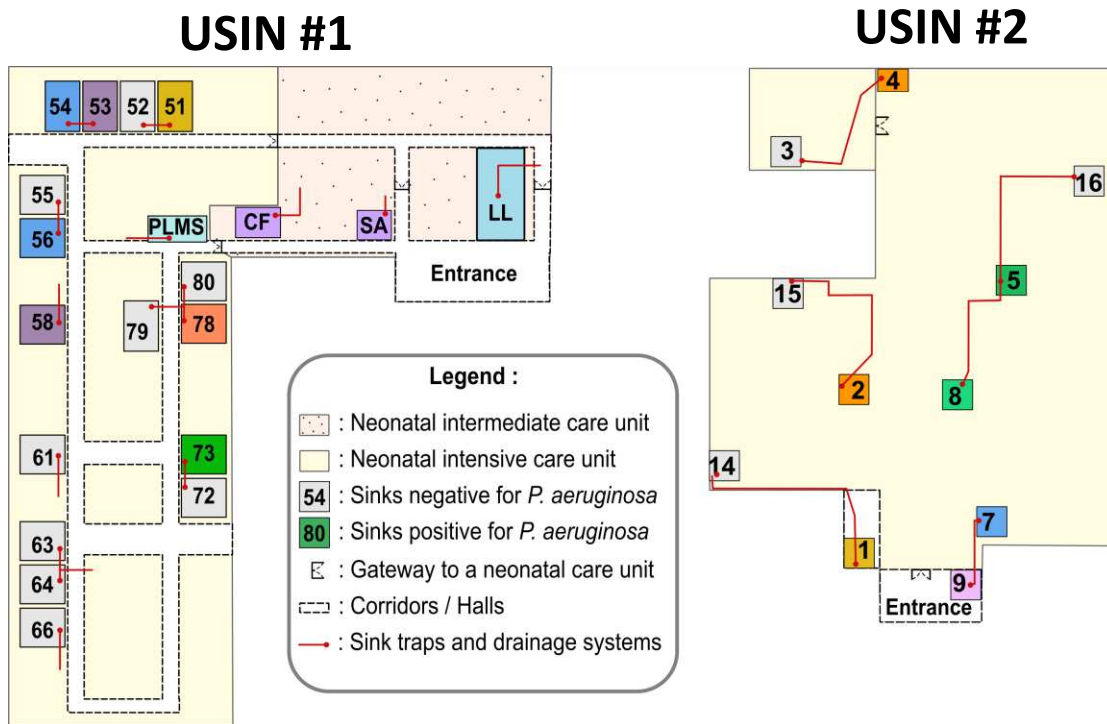
## Distribution spatiale – *Serratia marcescens*



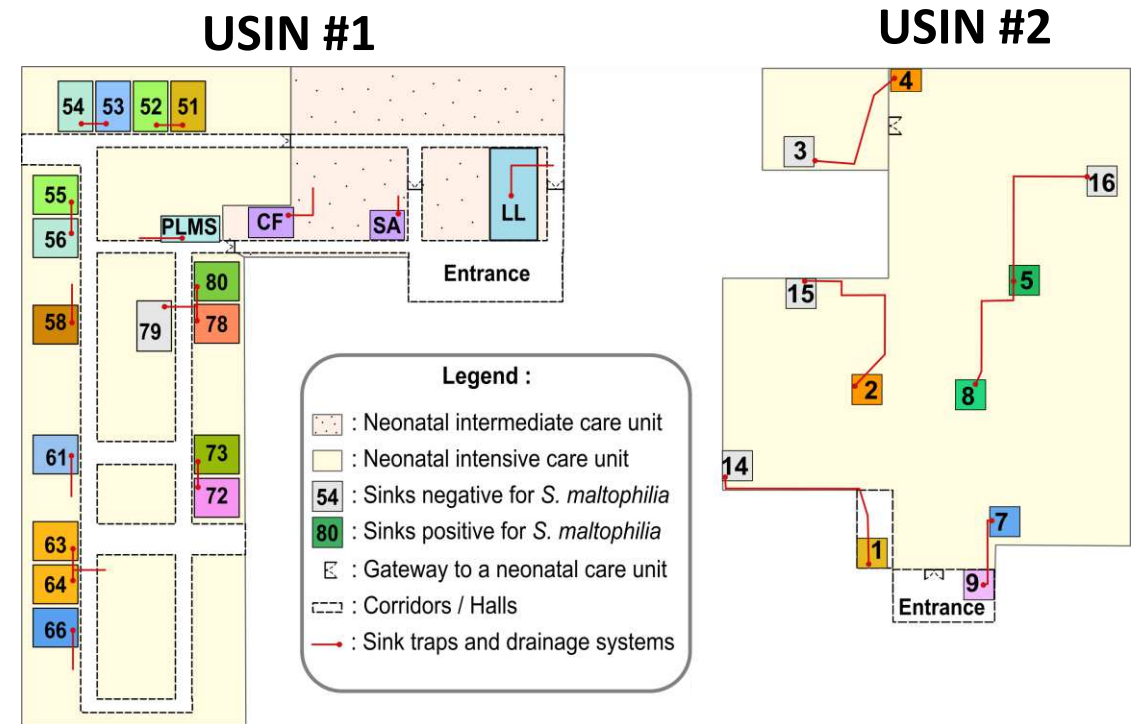
# Résultats

## Distribution spatiale

### *Pseudomonas aeruginosa*



### *Stenotrophomonas maltophilia*



# Résultats

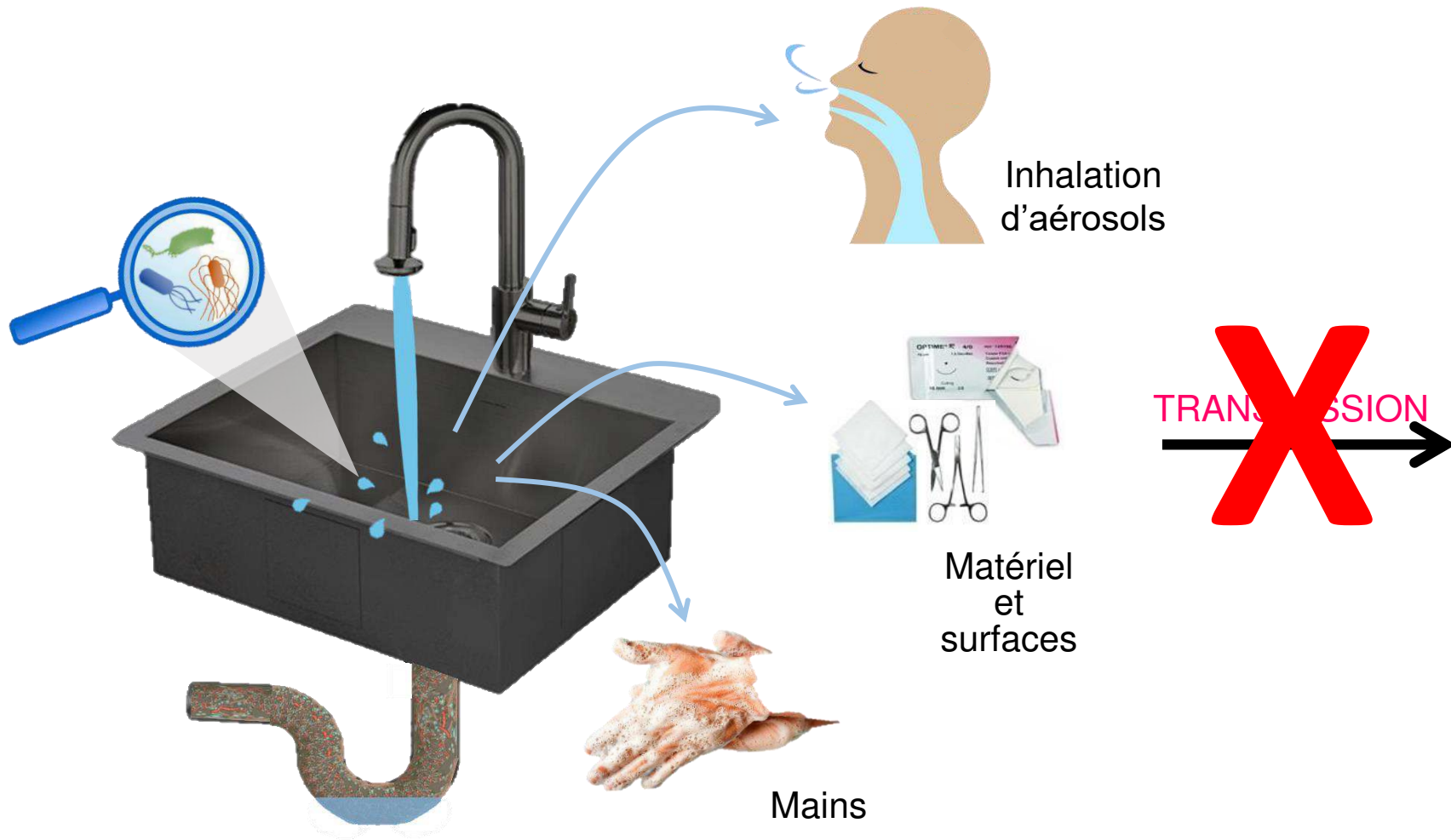
## Distribution spatiale des 3 PO

**Distribution spatiale hétérogène** des PO dans les USIN

Pas de génotype unique mais une diversité des PO modérée

**Sources diffuses de PO**

# **Désinfection des drains**



Infection/colonisation des patients



# Littérature

Le design d'évier influence la prévalence et la dispersion de gouttelettes et d'aérosols contaminés dans l'environnement du patient <sup>2,15,16,22,24,27-29</sup>

- Drain déphasé avec le jet d'eau
- Profond
- Éloigné du patient et du matériel
- Drainage rapide

Différentes désinfections ont été testées avec un succès limité (chlore, vapeur, acide acétique, peroxyde d'hydrogène, eau ozonée) <sup>15,30-36</sup>

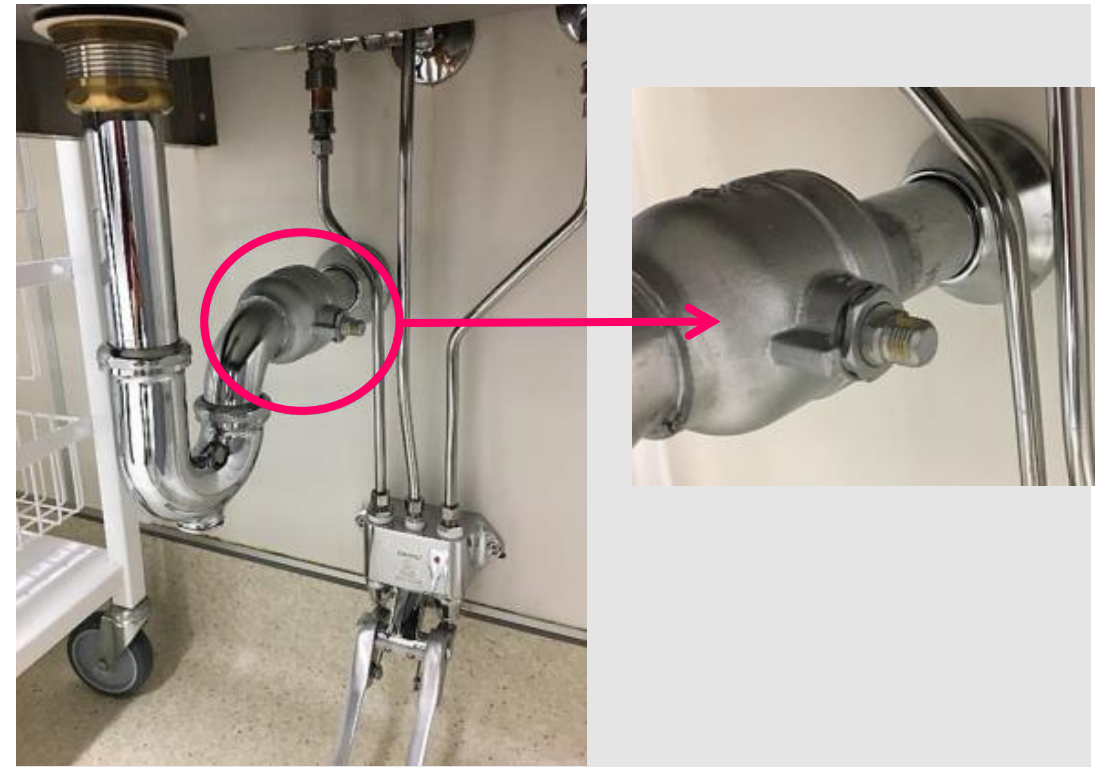
Si un seul traitement est fait, réapparition des pathogènes dans le drain quelques jours plus tard <sup>15,34,37,38</sup>

# Méthodologie



Drains auto-désinfectants  
(Kleanik™)

Cycles de désinfection thermique à 80°C et  
de vibration (50 Hz)



Désinfection thermique et  
chimique avec valve

Eau bouillante ( $\geq 90^\circ\text{C}$ ) ou eau de javel  
(20 mg/L), 30 min

# Méthodologie



Rinçage à l'eau chaude du robinet

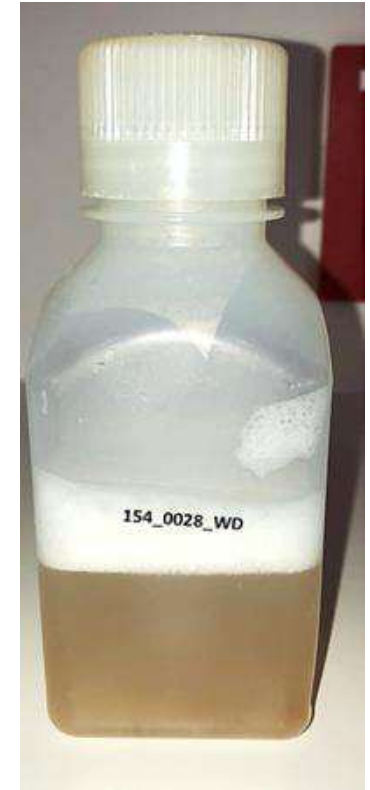
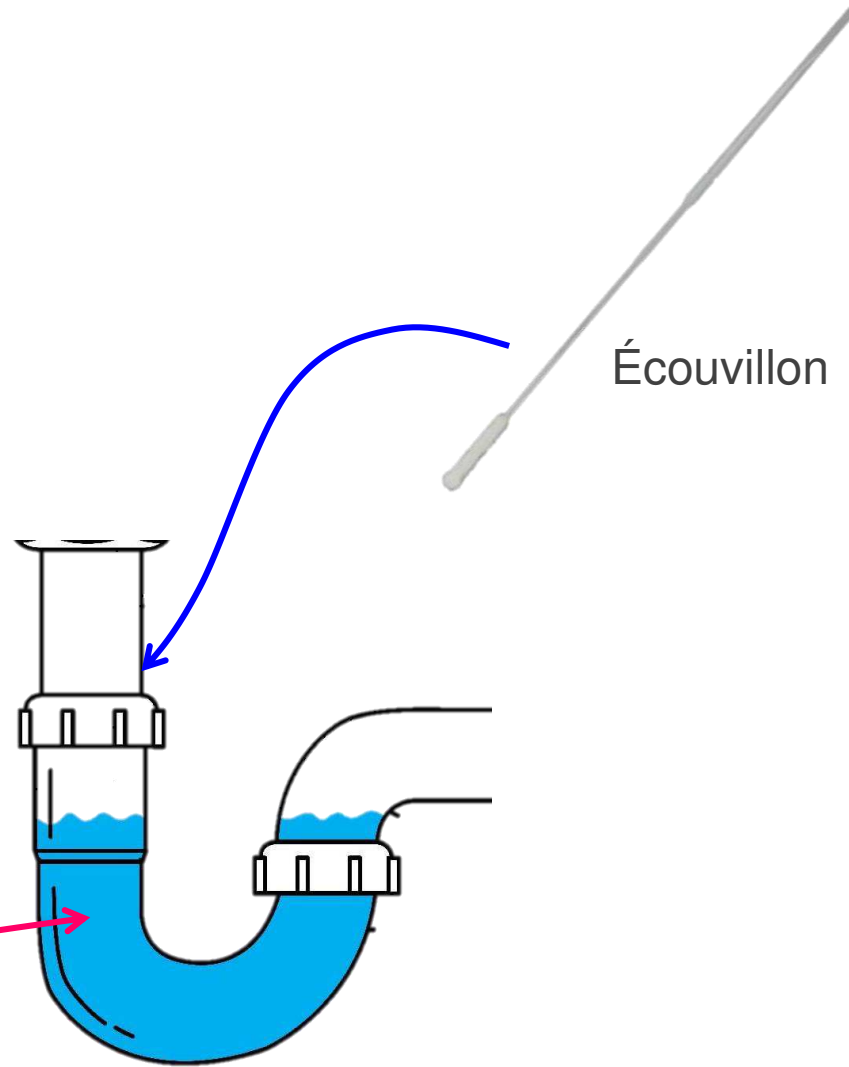
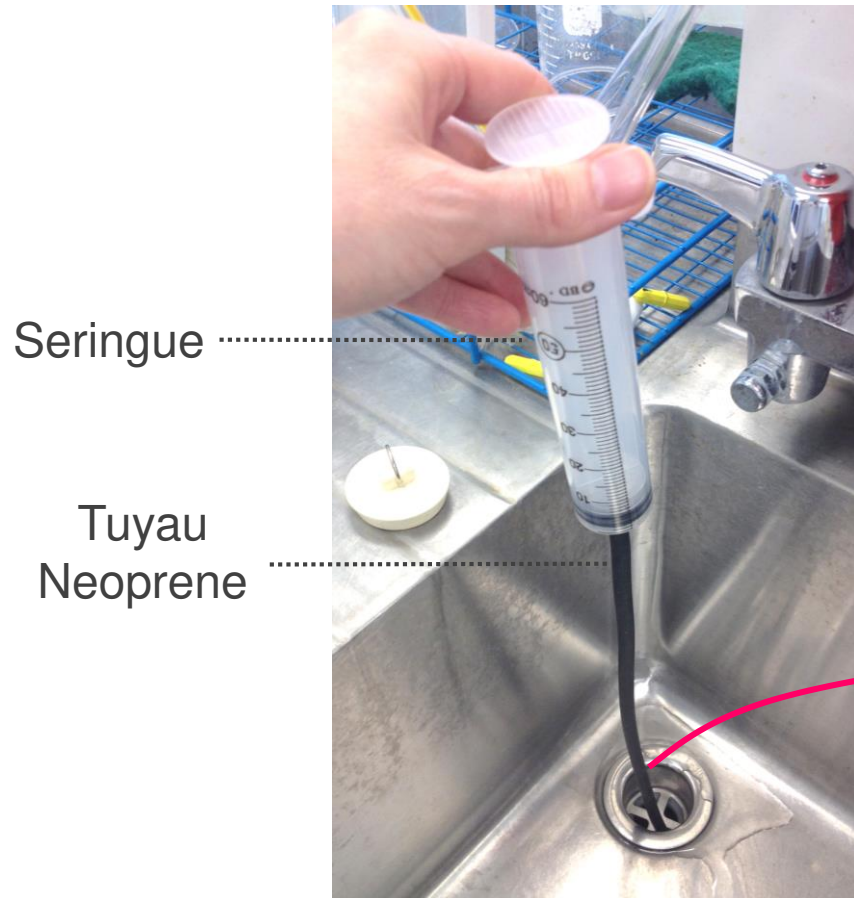
30 min



Désinfection à la vapeur

120 °C pour 3 min + rinçage eau chaude 1 min

# Méthodologie



**100 mL eau de drain** + **Biofilm de drain**



# Méthodologie

## Dénombrement bactérien

Bactéries cultivables (BHA)

Bactéries totales et viables en cytométrie en flux

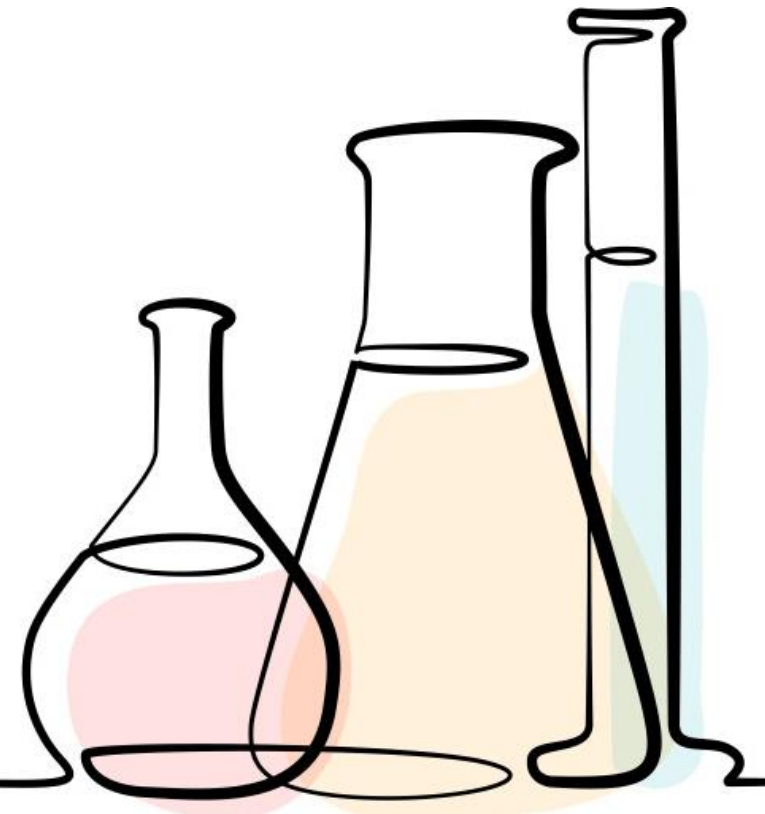
24

## Recherche de pathogènes

*S. marcescens*

*P. aeruginosa*

*S. maltophilia*



# Méthodologie

## Échantillonnage #1

	Mois							
	Avant	1	2	3	4	5	6	
Controle (n=1)	●	●	●	●	●	●	●	
Drain auto-désinfectant (n=1)	●	●	●	●	●	●	●	●
Nouveau drain (n=1)	●	●	●	●	●	●	●	

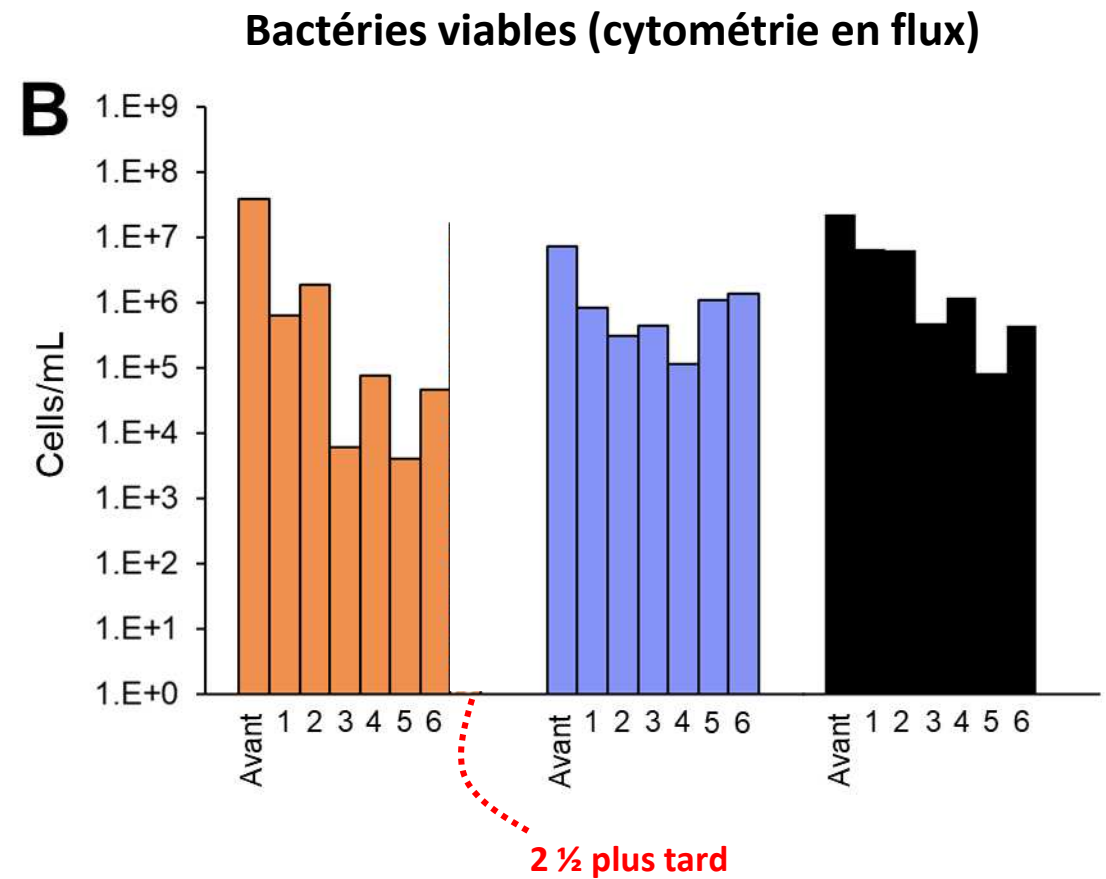
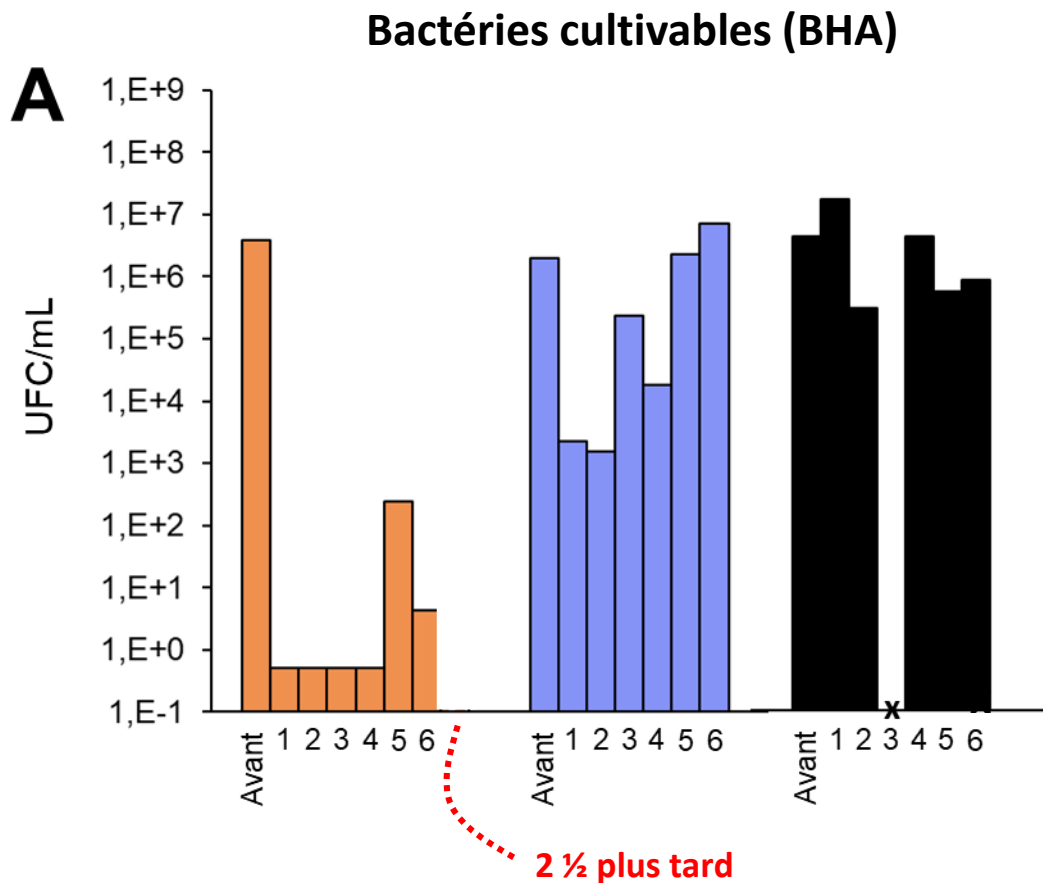
  

<b>Analyses</b>	<i>BHA + Bactéries totales et viables</i>
-----------------	---

● Échantillonnage

# Résultats

## Échantillonnage #1





# Méthodologie

## Échantillonnage #1

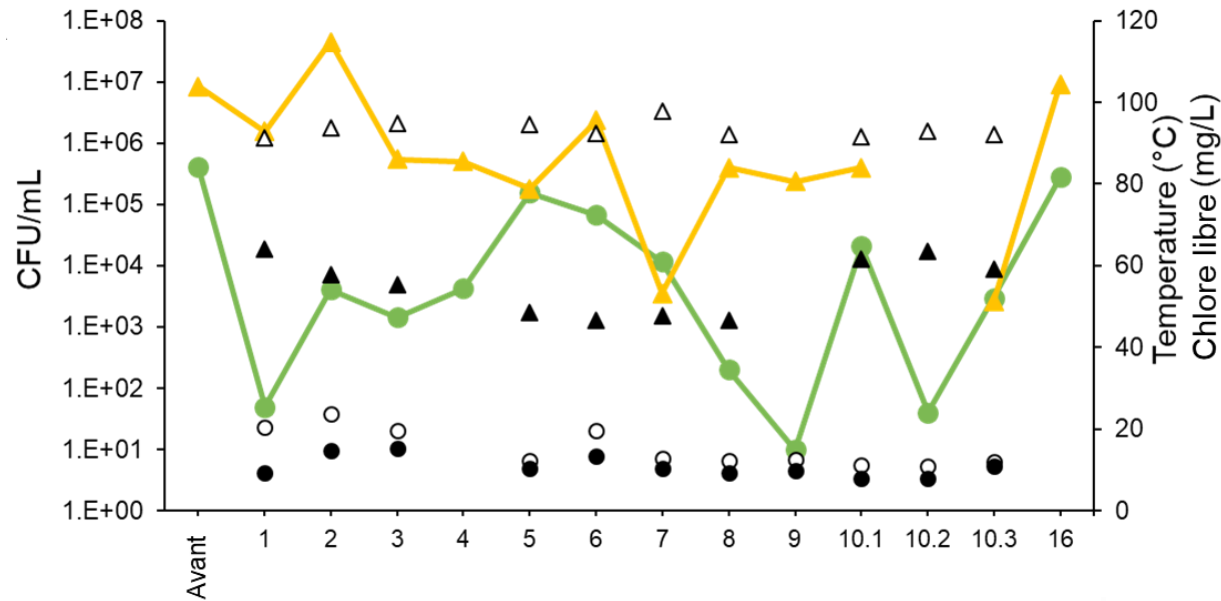
	Week 1		Week											
	Day 1	Day 3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	10	16
Eau bouillante (n=1)	● X	●	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	●
Chlore (n=1)	● X	●	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	● X	●
<i>Analyses</i>	<i>BHA + Bactéries totales et viables</i>													

● Échantillonnage    X Désinfection

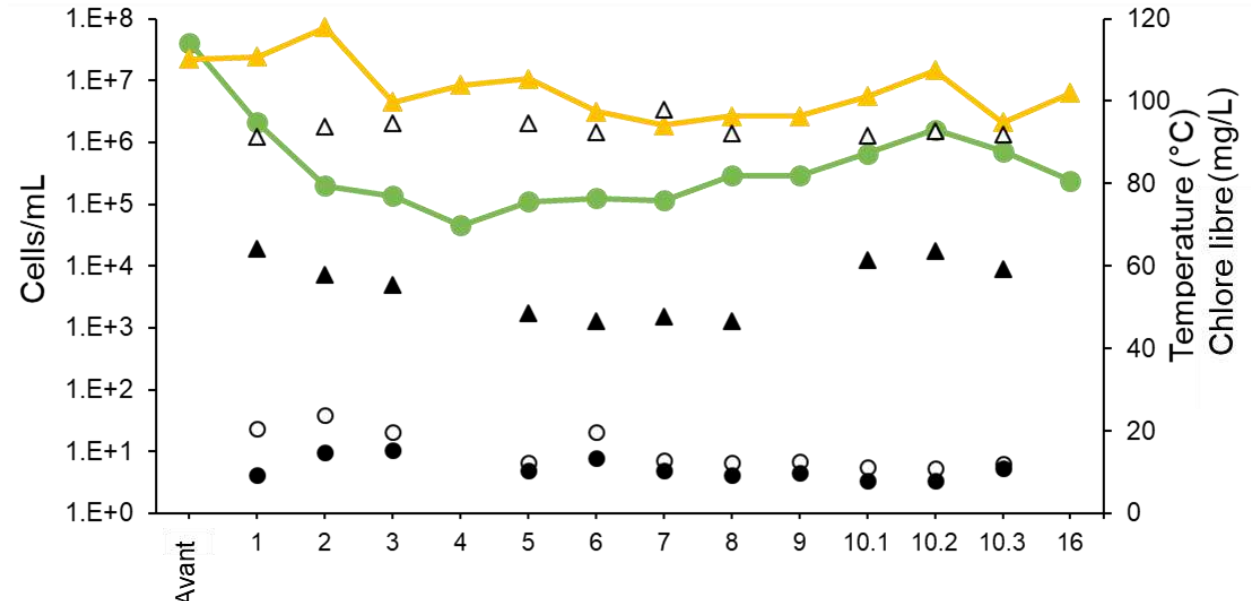
# Résultats

## Échantillonnage #1

### Bactéries cultivables (BHA)



### Bactéries viables (cytométrie en flux)



- Eau bouillante
- ▲ Chlore
- △ T0 (°C)
- ▲ T30 (°C)
- Cl 0 (mg/L)
- Cl 30 (mg/L)

# Méthodologie

## Échantillonnage #2

	Semaine											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eau bouillante (n=3)	●	●X	●X	●X	●X	●X	●X	●X				
Chlore (n=3)	●	●X	●X	●X	●X	●X	●X	●X				
Drains auto-désinfectants (n=2)	●	●		●		●		●	●	●	●	●
Contrôles (n=4)	●			●				●	●	●	●	●
<b>Analyses</b>	<i>Recherche de PO</i>								<i>BHA + Bactéries totales et viables + Recherche de PO</i>			

● Échantillonnage    X Désinfection



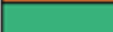



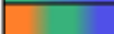

# Résultats

## Échantillonnage #2

Sampling Weeks

		Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12	Week 23
		---- Before ----		----- Disinfection -----				----- After disinfection -----						
Sink ID		1229	1236	1243	1250	1257	1264	1271	1278	1285	1292	1301	1306	2028
Boiling Water (n = 3)	BWD-S5	0	0	0	0	0		0	0					
	BWD-S6			0	0	0	0	0	0					
	BWD-HWSr													
		----- Disinfection -----												
Chlorine (n = 3)	BWD-S18													
	BWD-S33													
	BWD-HWSs													
		----- Running -----				----- switched off -----		----- Running -----						
Self disinfecting drains (n = 2)	BWD-S10	0	0						0	0				
	BWD-S32	0	0						0	0		0		
Control (n = 4)	BWD-S7													
	BWD-S9													
	BWD-S26													
	BWD-S27													

**Legend**

	<i>S. marcescens</i>		<i>S. marcescens</i> + <i>P. aeruginosa</i>
	<i>P. aeruginosa</i>		<i>S. marcescens</i> + <i>S. maltophilia</i>
	<i>S. maltophilia</i>		<i>P. aeruginosa</i> + <i>S. maltophilia</i>
0	No pathogen detected		<i>S. marcescens</i> + <i>P. aeruginosa</i> + <i>S. maltophilia</i>
	No sampling		

# Méthodologie

## Échantillonnage #3

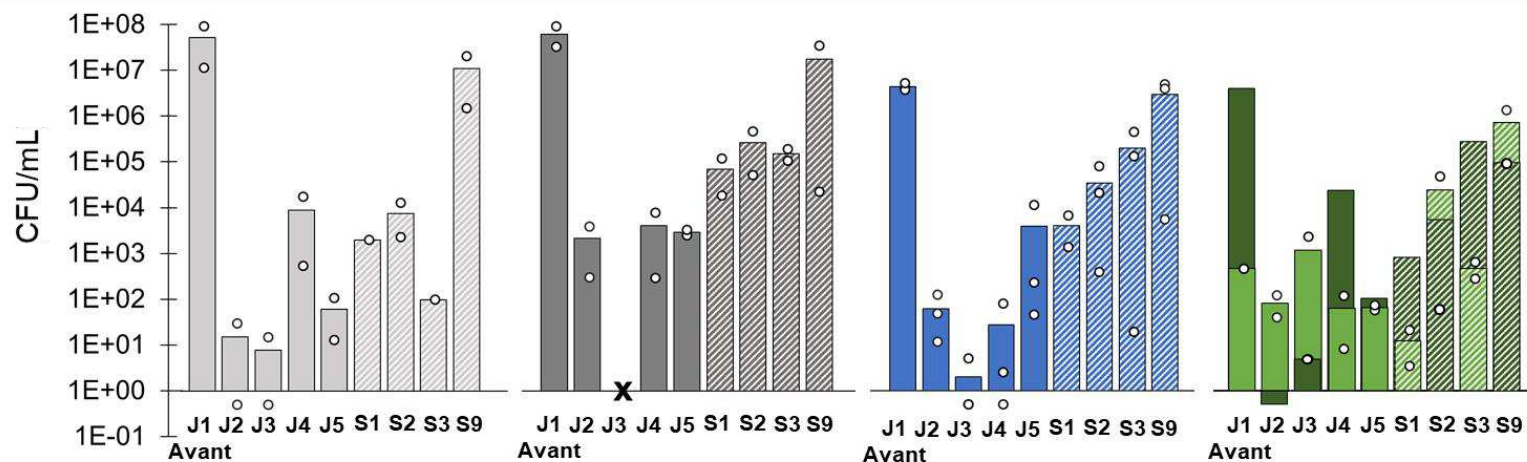
	Jour de désinfection					Semaine de suivi			
	1	2	3	4	5	1	2	3	9
Eau bouillante (n=3)	●X	●X	●X	●X	●X	●	●	●	●
Vapeur (n=3)	●X	●X	●X	●X	●X	●	●	●	●
Rinçage eau chaude robinet (n=4)	●X	●X	●X	●X	●X	●	●	●	●
<b>Analyses</b>	<i>BHA + cytométrie + Recherche de PO</i>								

● Échantillonnage X Désinfection

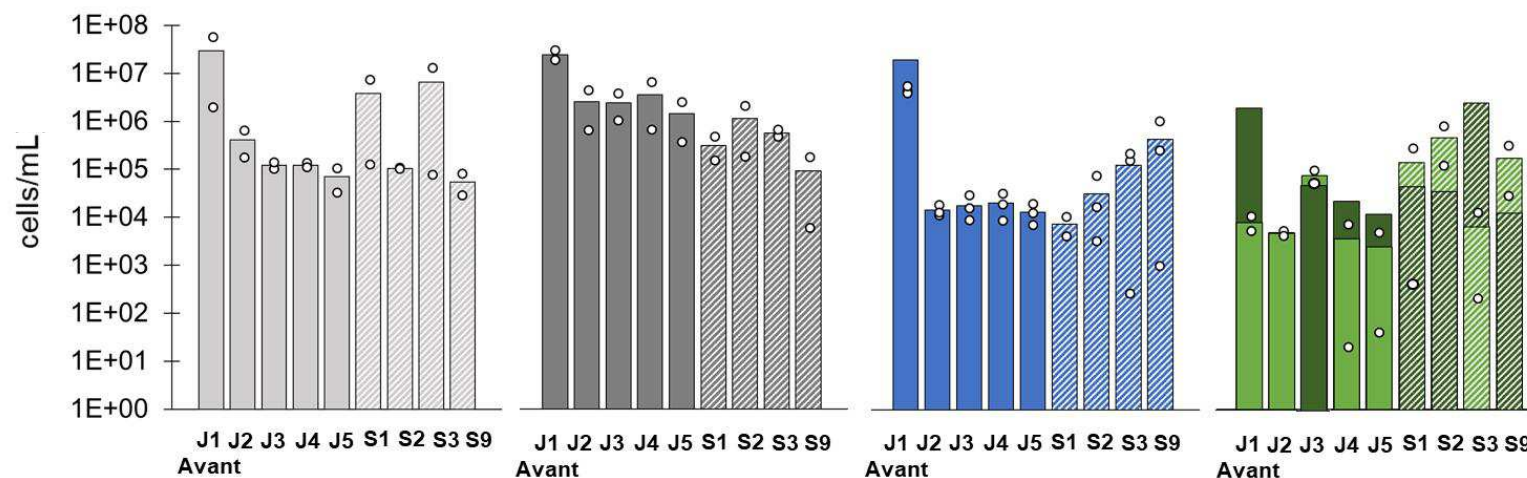
# Résultats

## Échantillonnage #3

Bactéries cultivables  
(BHA)



Bactéries viables  
(cytométrie en flux)



Rinçage robinet  
(58-59°C)

Rinçage robinet  
(47-48°C)

Vapeur

Eau bouillante

# Résultats

## Échantillonnage #3

		Sampling Days					Sampling Weeks				
		Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Week 1	Week 2	Week 3	Week 9	
		Before	----- Disinfection -----					----- After disinfection -----			
Sink ID		1326	1327	1328	1329	1330	1335	1342	1349	2028	
Hot tap water flushing (n = 4)	59°C BWD-S2		0								
	58°C BWD-S4										
	47°C BWD-S14										
	48°C BWD-S15										
Steam at 120°C (n = 3)	BWD-S3					0			0	0	
	BWD-S16										
	BWD-S34		0	0		0	0	0	0		
Boiling Water (n = 3)	BWD-S5	0	0	0	0	0	0		0		
	BWD-S6	0		0	0	0	0				
	BWD-HWSs					0				0	

### Legend

	<i>S. marcescens</i>		<i>S. marcescens</i> + <i>P. aeruginosa</i>
	<i>P. aeruginosa</i>		<i>S. marcescens</i> + <i>S. maltophilia</i>
	<i>S. maltophilia</i>		<i>P. aeruginosa</i> + <i>S. maltophilia</i>
0	No pathogen detected		<i>S. marcescens</i> + <i>P. aeruginosa</i> + <i>S. maltophilia</i>
	No sampling		



	Efficacité estimée		Durée du traitement	Avantages	Limitations
	Charge bact.	Présence PO			
<b>Chlore</b> (20 mg/L)	+	—	30 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à implémenter</li> <li>• Pas besoin d'expertise technique</li> <li>• Peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Désinfection chimique</li> <li>• Installation d'une valve</li> <li>• Risque de dégradation des tuyaux/joints</li> </ul>
<b>Eau bouillante</b> (>90°C)	++	+	30 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à implémenter</li> <li>• Pas besoin d'expertise technique</li> <li>• Peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation d'une valve</li> <li>• Risque de dégradation des tuyaux/joints</li> </ul>
<b>Rinçage eau robinet</b> (47-59°C)	++	—	30 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à implémenter</li> <li>• Pas besoin d'expertise technique</li> <li>• Peu couteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande consommation d'eau</li> <li>• Production d'aérosols</li> </ul>
<b>Vapeur</b> (120°C)	++	+	10-15 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinaison de désinfection physique (haute pression et température)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expertise technique</li> <li>• Cher, encombrant et bruyant</li> <li>• Risque de dégradation des tuyaux/joints</li> <li>• Production d'aérosols et de vapeur</li> </ul>
<b>Drain auto désinfectant</b>	++	+	En continu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinaison de désinfection physique (haute température et vibration)</li> <li>• Auto-désinfection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cher</li> <li>• Changement du drain</li> <li>• Alimentation électrique en continue</li> <li>• Vulnérabilité à l'interruption</li> </ul>

# Conclusions

# Conclusions

Drains = **réservoir à PO**

**Transmission** potentielle évier à patients

Chlore et rinçage à l'eau chaude du robinet ont été inefficaces

**Eau bouillante et vapeur** (>80°C) ont montré les résultats les plus prometteurs

En 2022: une série de désinfection a été faite (vapeur + rinçage eau chaude) sur chambres problématiques

Depuis, toutes les chambres de l'unité sont désinfectées à la vapeur à chaque 3 mois

22 cas en 2021 vs 9 en 2022

**Contrôler les  
pathogènes présents  
dans les drains d'éviers  
en milieu hospitalier  
– est-ce possible ?**



# Conclusions

Cette étude souligne le **défi** que représente l'éradication des PO dans les éviers malgré des efforts rigoureux de désinfection

Recolonisation rapide des PO, bactéries cultivables et bactéries viables dans les drains après une désinfection

Besoin d'étudier l'efficacité des traitement à long terme, à une échelle plus large, dans des conditions contrôlées et dans différentes USIN

# Références

1. Stoll BJ, Gordon T, Korones SB, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: A report from the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. *The Journal of Pediatrics*. 1996;129(1):63-71.
2. Hota S, Hirji Z, Stockton K, et al. Outbreak of Multidrug-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Colonization and Infection Secondary to Imperfect Intensive Care Unit Room Design. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2009;30(1):25-33.
3. Hornik CP, Fort P, Clark RH, et al. Early and late onset sepsis in very-low-birth-weight infants from a large group of neonatal intensive care units. *Early Human Development*. 2012;88:S69-S74.
4. Wu X, Yan T, Liu Y, Wang J, Li Y, Wang S. Nosocomial infections among acute leukemia patients in China: An economic burden analysis. *American Journal of Infection Control*. 2016;44(10):1123-1127.
5. World Health Organisation. Global report on infection prevention and control. Geneva; 2022.
6. Nagata E, Brito ASJ, Matsuo T. Nosocomial infections in a neonatal intensive care unit: Incidence and risk factors. *American Journal of Infection Control*. 2002;30(1):26-31.
7. Auriti C, Maccallini A, Di Liso G, Di Ciommo V, Ronchetti MP, Orzalesi M. Risk factors for nosocomial infections in a neonatal intensive-care unit. *Journal of Hospital Infection*. 2003;53(1):25-30.
8. Urrea M, Iriondo M, Thio M, et al. A prospective incidence study of nosocomial infections in a neonatal care unit. *American Journal of Infection Control*. 2003;31(8):505-507.
9. Khan AM, Morris SK, Bhutta ZA. Neonatal and Perinatal Infections. *Pediatr Clin North Am*. 2017 Aug;64(4):785-798. doi: 10.1016/j.pcl.2017.03.008. PMID: 28734510.
10. McBain AJ, Bartolo RG, Catrenich CE, et al. Microbial Characterization of Biofilms in Domestic Drains and the Establishment of Stable Biofilm Microcosms. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003;69(1):177-185.
11. De Geyter D, Blommaert L, Verbraeken N, et al. The sink as a potential source of transmission of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in the intensive care unit. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*. 2017;6(1):24.
12. El-Liethy MA, Hemdan BA, El-Taweel GE. Prevalence of *E. coli*, *Salmonella*, and *Listeria* spp. as potential pathogens: A comparative study for biofilm of sink drain environment. *Journal of Food Safety*. 2020;40(4):e12816.
13. Valentin AS, Santos SD, Goube F, et al. A prospective multicentre surveillance study to investigate the risk associated with contaminated sinks in the intensive care unit. *Clinical Microbiology and Infection*. 2021;27(9):1347.e9-1347.e14.
14. Lowe C, Willey B, O'Shaughnessy A, et al. Outbreak of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-producing *Klebsiella oxytoca* Infections Associated with Contaminated Handwashing Sinks. *Emerg Infect Dis*. 2012;18(8):1242-1247.
15. Kotsanas D, Wijesooriya WRPLI, Korman TM, et al. "Down the drain": carbapenem-resistant bacteria in intensive care unit patients and handwashing sinks. *Medical Journal of Australia*. 2013;198(5):267-269.
16. Roux D, Aubier B, Cochard H, Quentin R, van der Mee-Marquet N. Contaminated sinks in intensive care units: an underestimated source of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in the patient environment. *Journal of Hospital Infection*. 2013;85(2):106-111.
17. Wolf I, Bergervoet PWM, Sebens FW, van den Oever HLA, Savelkoul PHM, van der Zwet WC. The sink as a correctable source of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase contamination for patients in the intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*. 2014;87(2):126-130.

# Références

18. Leitner E, Zarfel G, Luxner J, et al. Contaminated Handwashing Sinks as the Source of a Clonal Outbreak of KPC-2-Producing *Klebsiella oxytoca* on a Hematology Ward. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2014;59(1):714-716.
19. Bédard E, Laferrière C, Charron D, et al. Post-Outbreak Investigation of *Pseudomonas aeruginosa* Faucet Contamination by Quantitative Polymerase Chain Reaction and Environmental Factors Affecting Positivity. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2015;36(11):1337-1343.
20. Avanes M, Salt N, Maze dit Mieusement L, Marchand-Senecal X, Leis J. Role of Sinks as an Environmental Reservoir in CPE Outbreak in a Burn Intensive Care Unit. *American Journal of Infection Control*. 2020;48(8, Supplement):S39.
21. Kotay S, Chai W, Guilford W, Barry K, Mathers AJ. Spread from the Sink to the Patient: In Situ Study Using Green Fluorescent Protein (GFP)-Expressing *Escherichia coli* To Model Bacterial Dispersion from Hand-Washing Sink-Trap Reservoirs. *Applied and Environmental Microbiology*. 2017;83(8):e03327-16.
22. Kotay SM, Donlan RM, Ganim C, Barry K, Christensen BE, Mathers AJ. Droplet- Rather than Aerosol-Mediated Dispersion Is the Primary Mechanism of Bacterial Transmission from Contaminated Hand-Washing Sink Traps. *Appl Environ Microbiol*. 2019;85(2):e01997-18.
23. Hajar Z, Mana TSC, Cadnum JL, Donskey CJ. Dispersal of gram-negative bacilli from contaminated sink drains to cover gowns and hands during hand washing. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2019;40(4):460-462.
24. Aranega-Bou P, George RP, Verlander NQ, et al. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae dispersal from sinks is linked to drain position and drainage rates in a laboratory model system. *J Hosp Infect*. 2019;102(1):63-69.
25. Döring G, Ulrich M, Müller W, et al. Generation of *Pseudomonas aeruginosa* aerosols during handwashing from contaminated sink drains, transmission to hands of hospital personnel, and its prevention by use of a new heating device. *Zentralbl Hyg Umweltmed*. 1991;191(5-6):494-505.
26. Fusch C, Pogorzelski D, Main C, Meyer CL, el Helou S, Mertz D. Self-disinfecting sink drains reduce the *Pseudomonas aeruginosa* bioburden in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatrica*. 2015;104(8):e344-e349.
27. Hong KB, Oh HS, Song JS, et al. Investigation and Control of an Outbreak of Imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii* Infection in a Pediatric Intensive Care Unit. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. 2012;31(7):685.
28. Ambrogi V, Cavalie L, Mantion B, et al. Transmission of metallo- $\beta$ -lactamase-producing *Pseudomonas aeruginosa* in a nephrology-transplant intensive care unit with potential link to the environment. *Journal of Hospital Infection*. 2016;92(1):27-29.
29. Benoit MÉ, Prévost M, Succar A, et al. Faucet aerator design influences aerosol size distribution and microbial contamination level. *Science of The Total Environment*. 2021;775:145690.
30. La Forgia C, Franke J, Hacek DM, Thomson RB, Robicsek A, Peterson LR. Management of a multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* outbreak in an intensive care unit using novel environmental disinfection: A 38-month report. *American Journal of Infection Control*. 2010;38(4):259-263
31. Stjärne Aspelund A, Sjöström K, Olsson Liljequist B, Mörgelin M, Melander E, Pålman LI. Acetic acid as a decontamination method for sink drains in a nosocomial outbreak of metallo- $\beta$ -lactamase-producing *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Hospital Infection*. 2016;94(1):13-20.
32. Smolders D, Hendriks B, Rogiers P, Mul M, Gordts B. Acetic acid as a decontamination method for ICU sink drains colonized by carbapenemase-producing Enterobacteriaceae and its effect on CPE infections. *Journal of Hospital Infection*. 2019;102(1):82-88.
33. Jones LD, Mana TSC, Cadnum JL, et al. Effectiveness of foam disinfectants in reducing sink-drain gram-negative bacterial colonization. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2020;41(3):280-285.



# Références

34. Tang L, Tadros M, Matukas L, Taggart L, Muller M. Sink and Drain Monitoring and Decontamination Protocol for Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (CPE). *American Journal of Infection Control*. 2020;48(8, Supplement):S17.
35. Heenan E, Salter M, Schweikert C, Schweikert M. Decreasing *Pseudomonas aeruginosa* Bioburden Via Once Weekly Disinfection of Hospital Sink Drains. *International Journal of Infectious Diseases*. 2022;116:S85
36. Haq MF, Jones L, Herrera NP, Cadnum J, Carling P, Donskey C. Comparison of Two Novel Methods for Sink Drain Disinfection. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2020;41(S1):s180-s180
37. Jones LD, Mana TSC, Cadnum JL, et al. Instillation of disinfectant behind a temporary obstruction created by an inflated urinary catheter balloon improves sink drain disinfection. *American Journal of Infection Control*. 2019;47(12):1522-1524
38. Ramos-Castaneda JA, Faron ML, Hyke J, et al. How frequently should sink drains be disinfected? *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2020;41(3):358-360

# Remerciements

## Polytechnique Montréal

- Laboratoire Pr. Emilie Bédard
- Laboratoire Pr. Michèle Prévost
- Yves Fontaine
- Jacinthe Maily
- Tetiana Elyart
- Dominique Charron
- Stagiaires

## INRS – Armand-Frappier

- Thibault Bourdin
- Alizée Monnier
- Laboratoire Pr. Philippe Constant
- Laboratoire Pr. Eric Déziel

## CHU Sainte-Justine

- Dre Caroline Quach
- Équipe PCI (Nathalie Audy, Vicky Gagnon, Gaëlle DeLisle)
- Sophie Gravel
- Marc Charpentier
- DSTH (Stéphane Daraïche, Nicolas Lavigne et leur équipe)

