

M. Merchat
KoSAMTI

Formations: « Légionelles et refroidissement : gestion du risque »

Expertises et tierce expertise

Appui technique du MEDDTL

merchatm@yahoo.fr

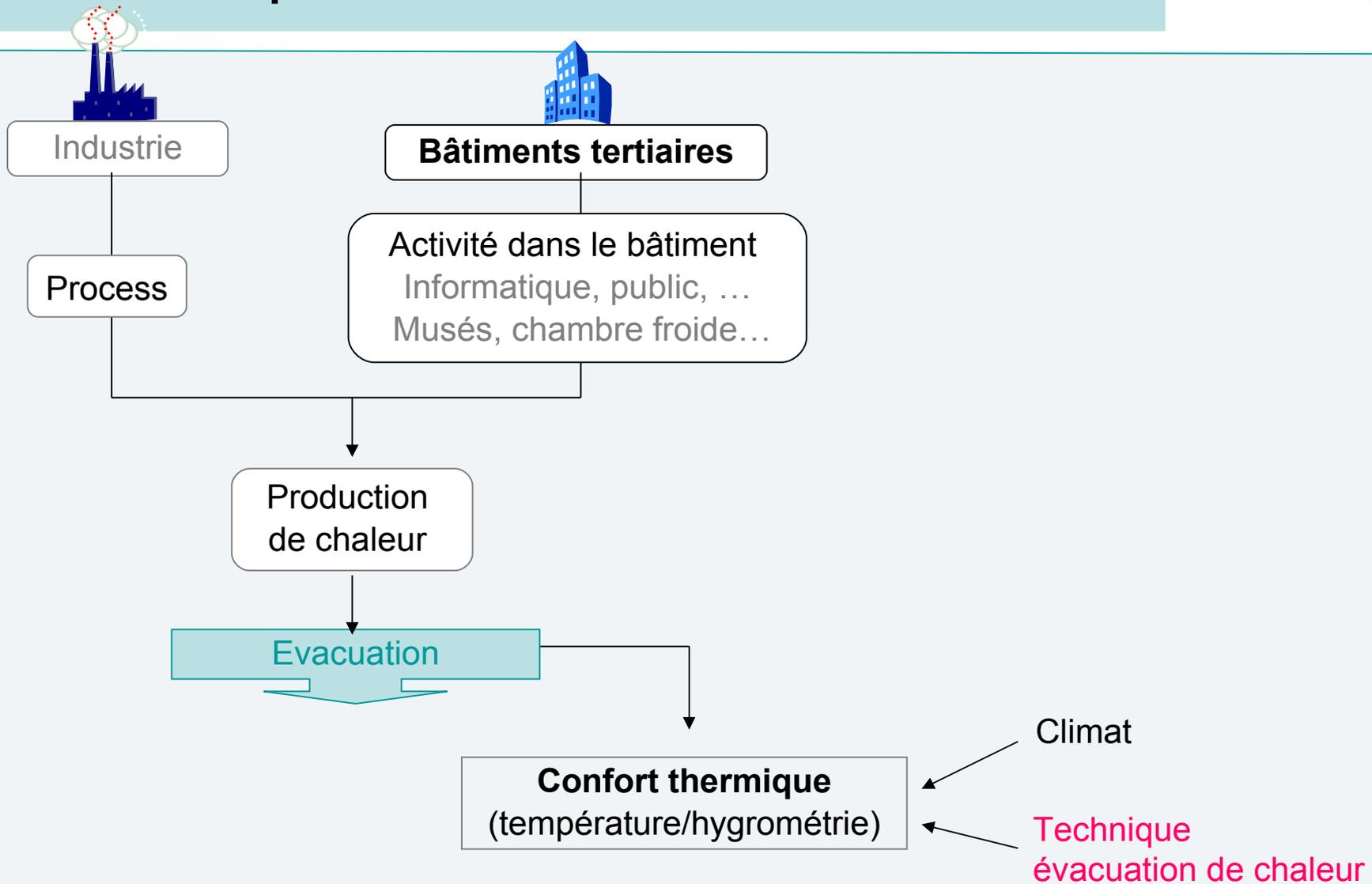
Climespace

Responsable Recherches Techniques Air & Eau

Installations de refroidissement Avantages/ Inconvénients



Pourquoi évacuer de la chaleur?



Les systèmes de refroidissement

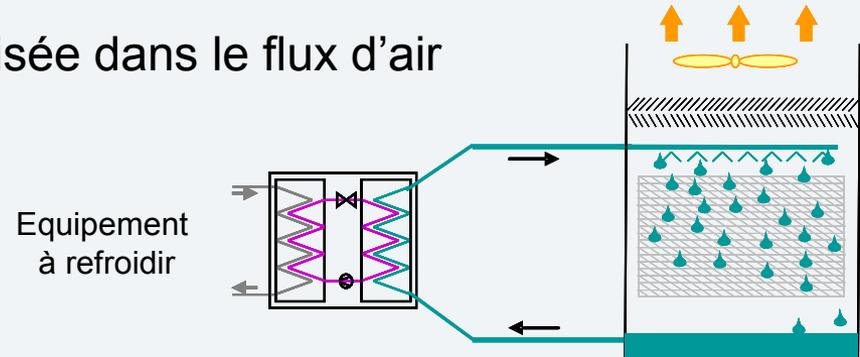


- Évacuation dans eau
- Évacuation de chaleur dans l'air
 - 1/ Refroidissement humide ou refroidissement évaporatif
 - 2/ Refroidissement sec par convection
 - 3/ Refroidissement adiabatique

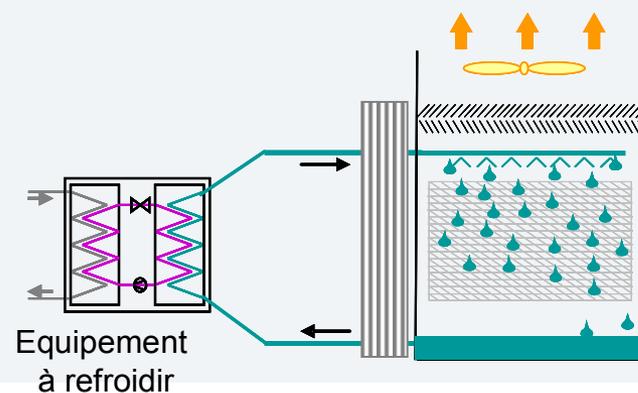
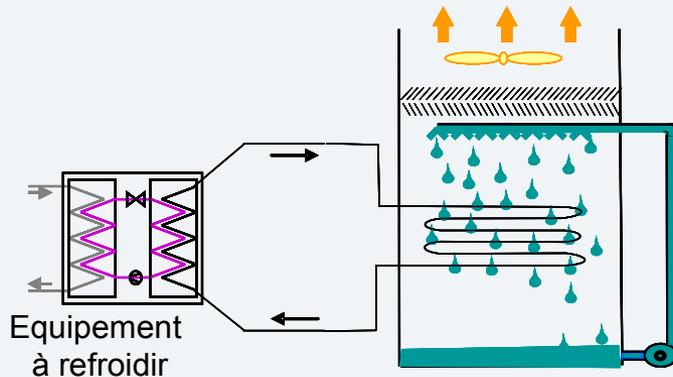
Systemes évaporatifs

Pulvérisation d'eau dans un flux d'air:

- l'eau à refroidir est directement pulvérisée dans le flux d'air (circuit primaire ouvert).

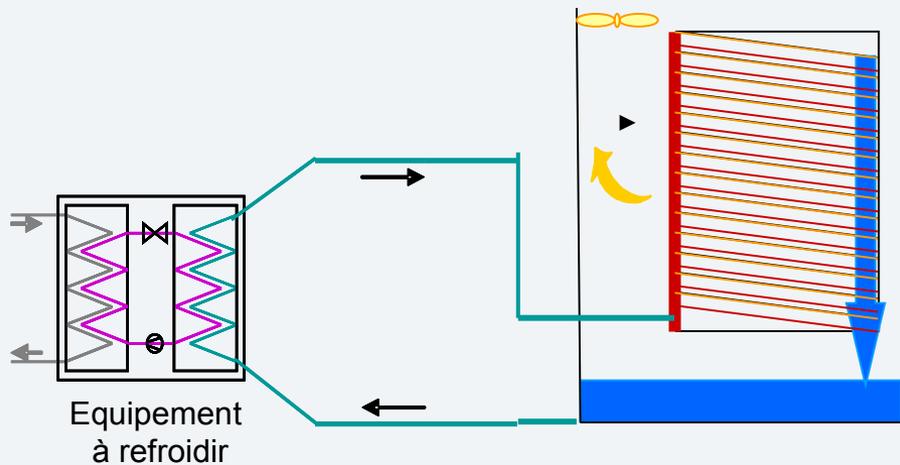


- l'eau à refroidir est dans un échangeur de chaleur. L'eau du circuit secondaire est pulvérisé dans le flux d'air (circuit primaire fermé).



Systemes évaporatifs

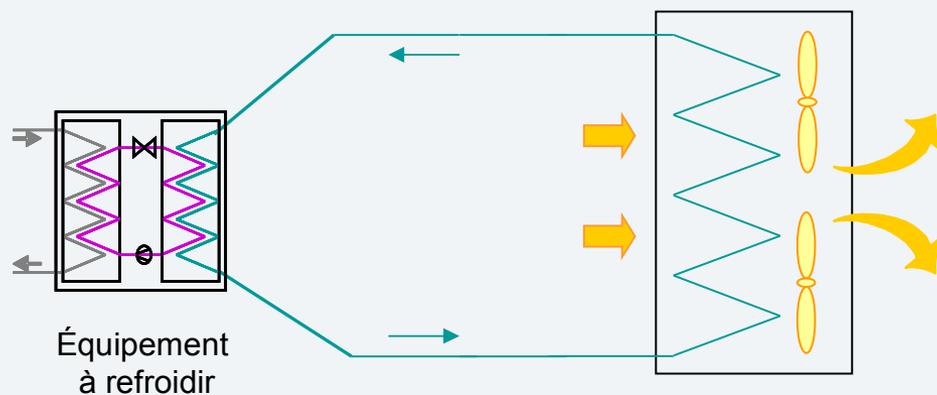
Flux laminaires d'eau et d'air avec circuit primaire ouvert ou fermé. prototype



Systemes secs

Refroidissement par convection

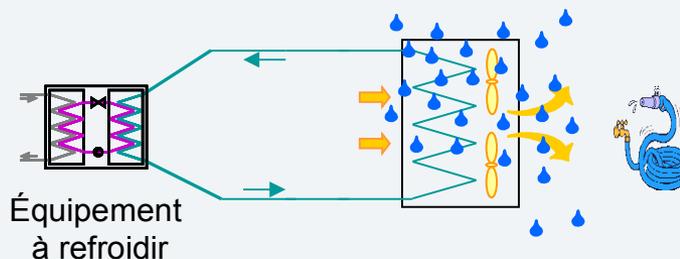
L'eau à refroidir passe dans un échangeur de chaleur en contact avec l'air.
Echange eau/air au travers d'une batterie.
Toujours circuits de type primaire fermé.



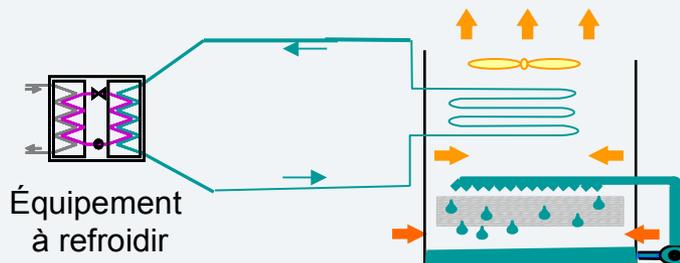
Systemes adiabatiques

- L'eau à refroidir (circuit primaire passe) dans un échangeur de chaleur en contact avec l'air.
- Echange thermique amélioré par pré-humidification de l'air.
- Toujours circuits de type primaire fermé.
- 3 modes de pré-humidification:

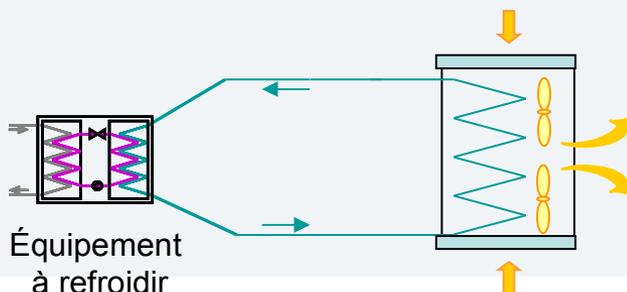
Brumisation



Pulvérisation d'eau dans un flux d'air



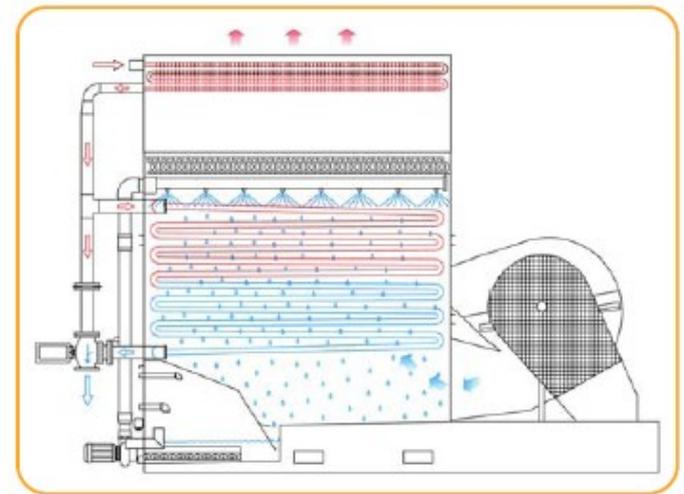
Ruissellement d'eau sur un media



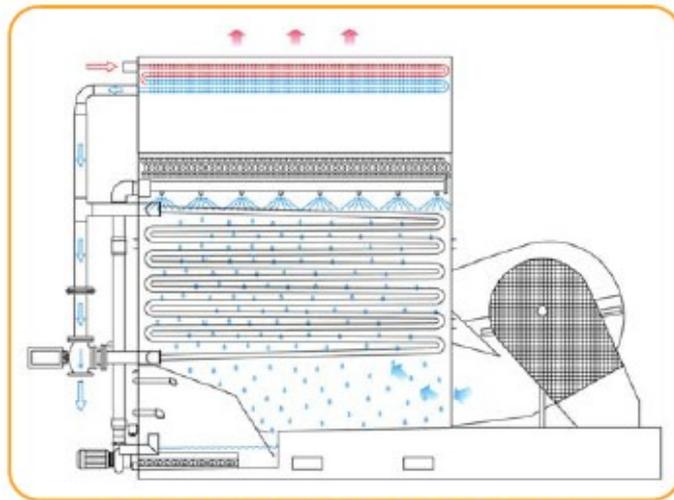
Systemes mixtes

Refroidissement

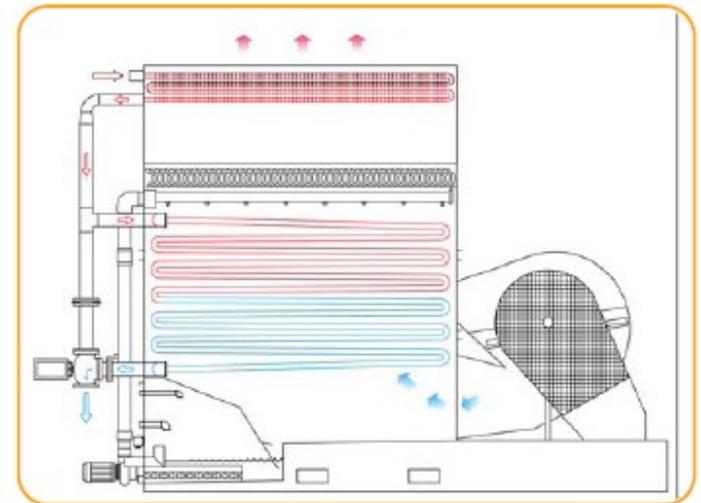
- Sec ou évaporatif
- Sec ou adiabatique
- Sec ou adiabatique ou évaporatif



Fonctionnement en mode sec/humide



Fonctionnement en mode adiabatique



Fonctionnement en mode sec

Comparaison des systèmes de refroidissement

SYSTEME	SECS					MIXTES	HUMIDES	
	Convect°	GF	Adiabatiques			Mixtes	Evaporatif	
			Brumisat°	Pulvé	Media		Flux	Dispers° eau flux d'air
Performance/ Conso. Élect.	Red	Red	Red	Orange	Orange	White	Yellow	Green
Poids	Red	Red	Red	Red	Red	White	Orange	Green
Bruit	Red	Red	Red	Red	Red	White	Green	Green
Réchauffem ^t air	Red	Red	Red	Red	Red	White	Green	Green
Disséminat° aérosol	Green	Green	Red	Green	Green	White	Green	Red
Conso Eau	Green	Green	Orange	Orange	Orange	White	Red	Red
Rejets chimique	Green	Green	Green	Green	Green	White	Orange	Red

Les deux grands types de refroidissement

Systèmes de refroidissement	Voie humide	Voie sèche
Refroidissement minimal <i>avec par ex. air sec 32°C</i>	21°C (avec 40% humidité)	32°C
Refroidissement	Direct	Indirect (batterie)
T° au niveau du condenseur	25°C < T° < 45°C	T° ≥ 45°C
Évacuation chaleur sous forme:	Sensible : 5% Latente : 95 %	Sensible 100%



kW/m² ↓
● poids

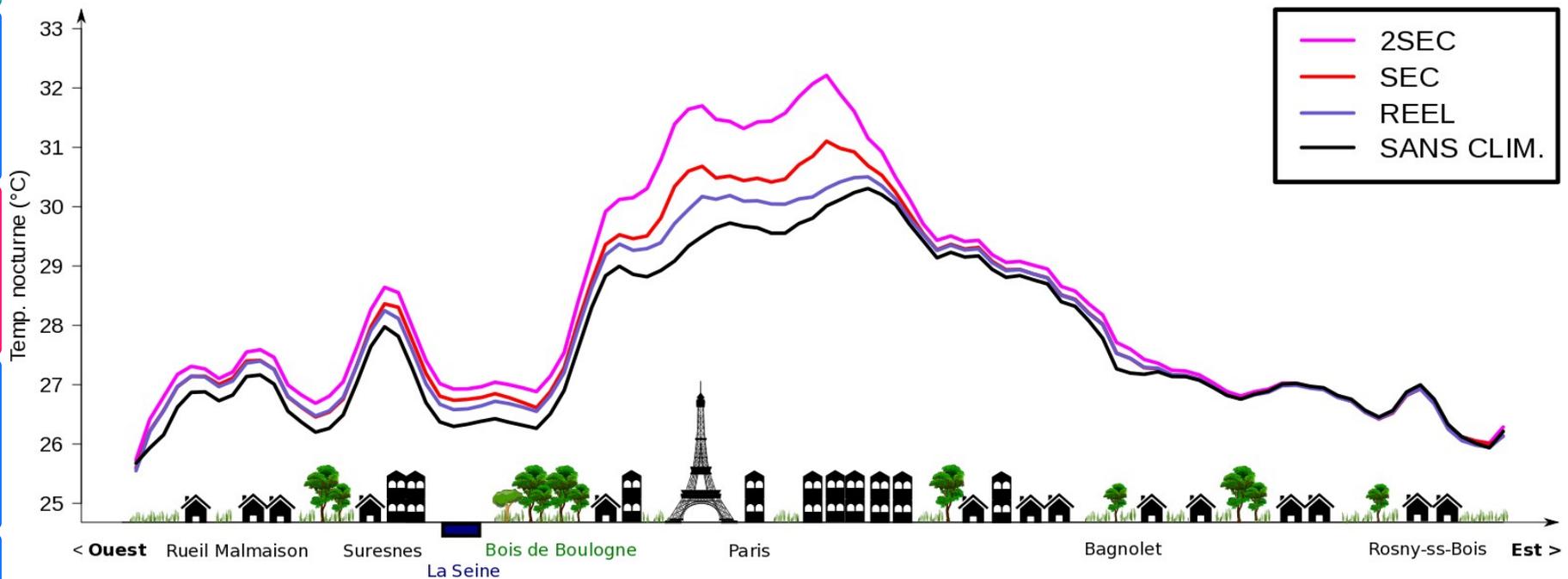
Ventilateurs puissants
↗ conso élec & bruit

+1°C condenseur = + 3 % d'énergie au compresseur

↗ îlot thermique

Influence des systèmes secs sur la température de l'air

- SANS CLIM
- REEL : cas actuel avec systèmes autonomes + réseau de froid urbain (RFU)
- SEC : substitution des systèmes humides actuels (autonomes + RFU) par du sec
- 2SEC : doublement des besoins en froid (2030?) et satisfaction par du tout sec



- **La prolifération des systèmes secs augmente la t° de l'air dans les rues**
- **Scenari SEC: + 0,5 à 1°C dans certains quartiers la nuit**
- **Scenari 2SEC: + 3°C dans certains quartiers la nuit**

Refroidissement évaporatif & légionelles

Intro

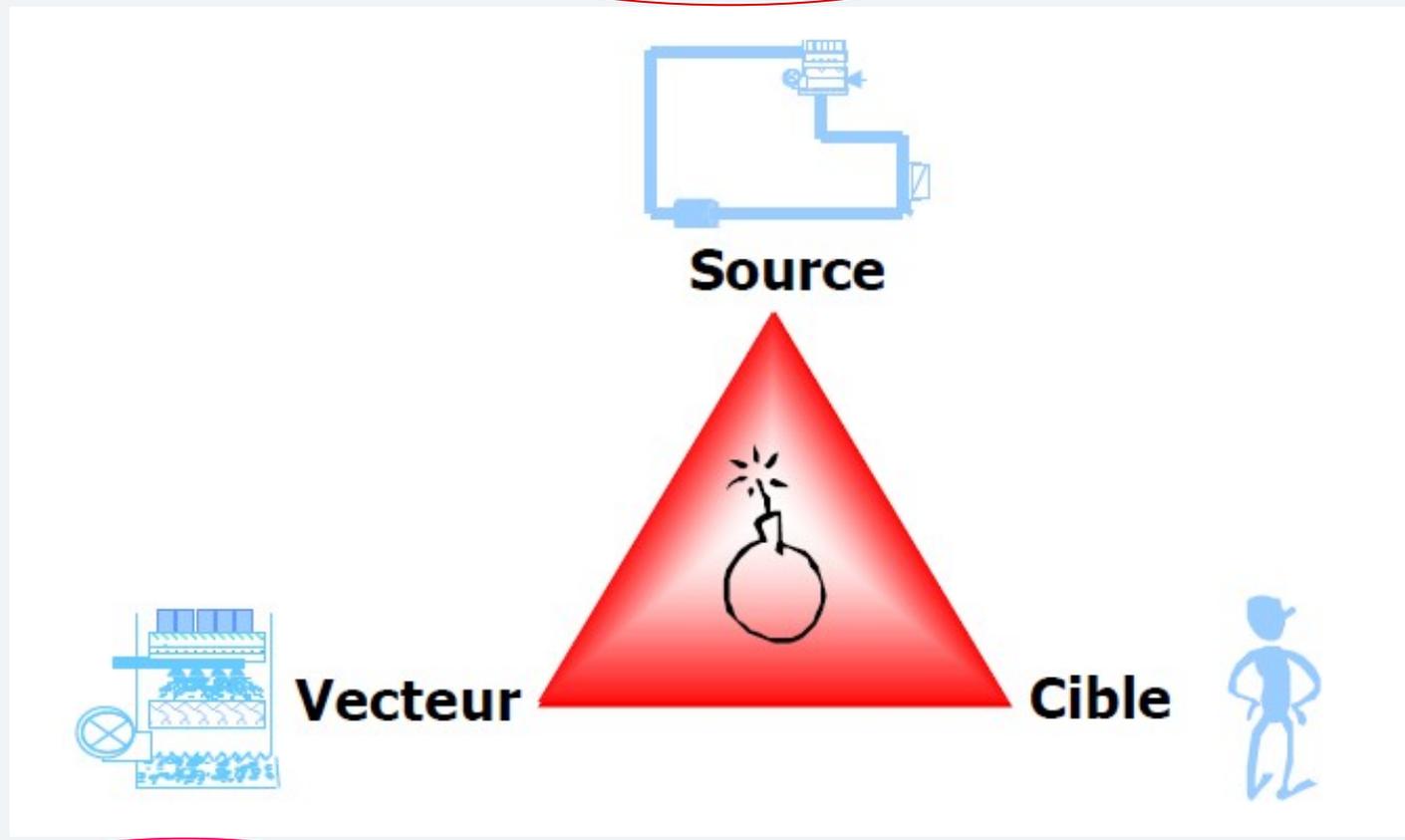
systemes

comparaison

legionelle

conclusion

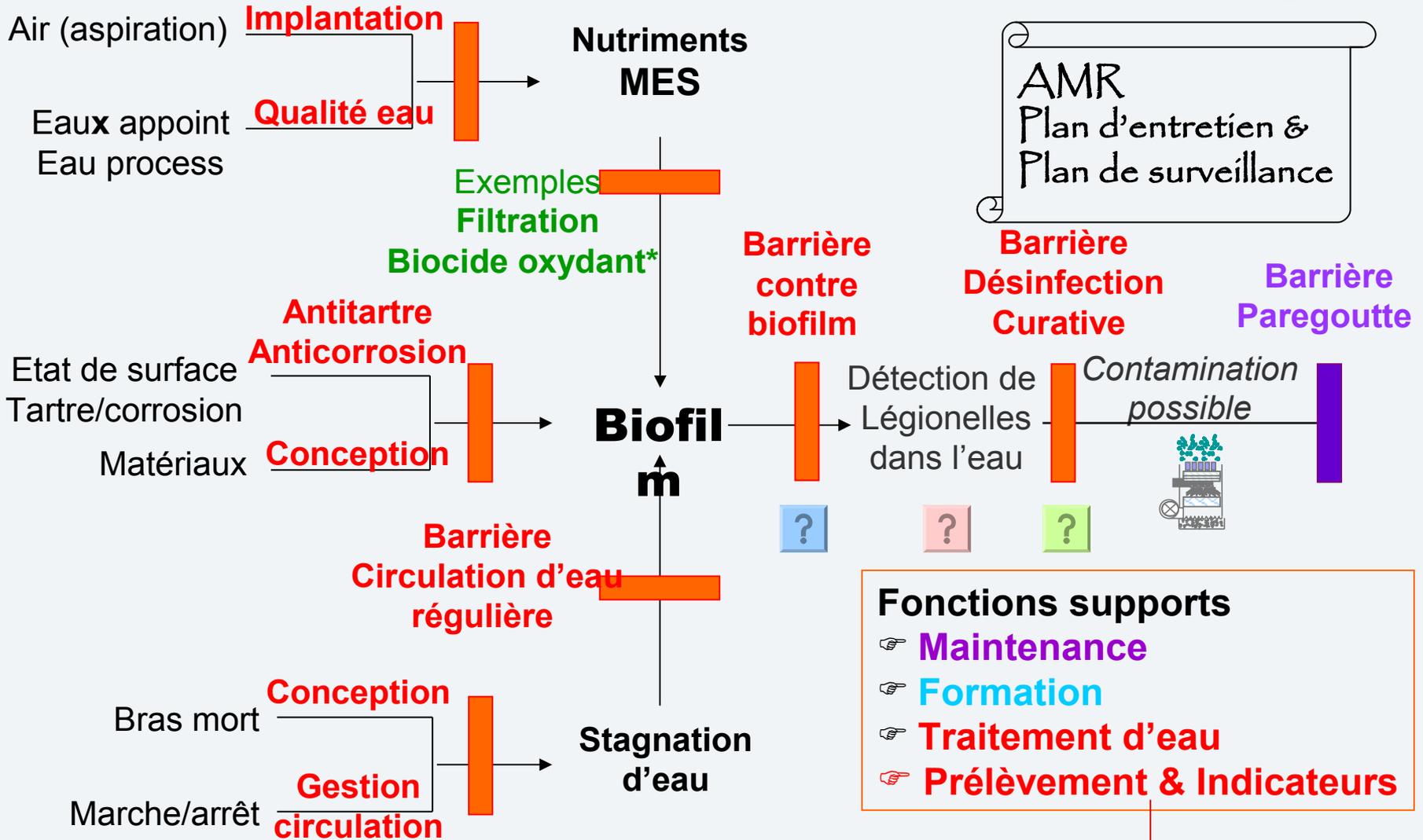
↘ [légionelle]



↘ aérosols

Exposition ?

Arbre de défaillances



Zoom dans l'installation



 Micro-organismes dont Légionelles

 Matières en suspensions

Dépôts des micro-organismes sur toutes les surfaces en contact avec l'eau

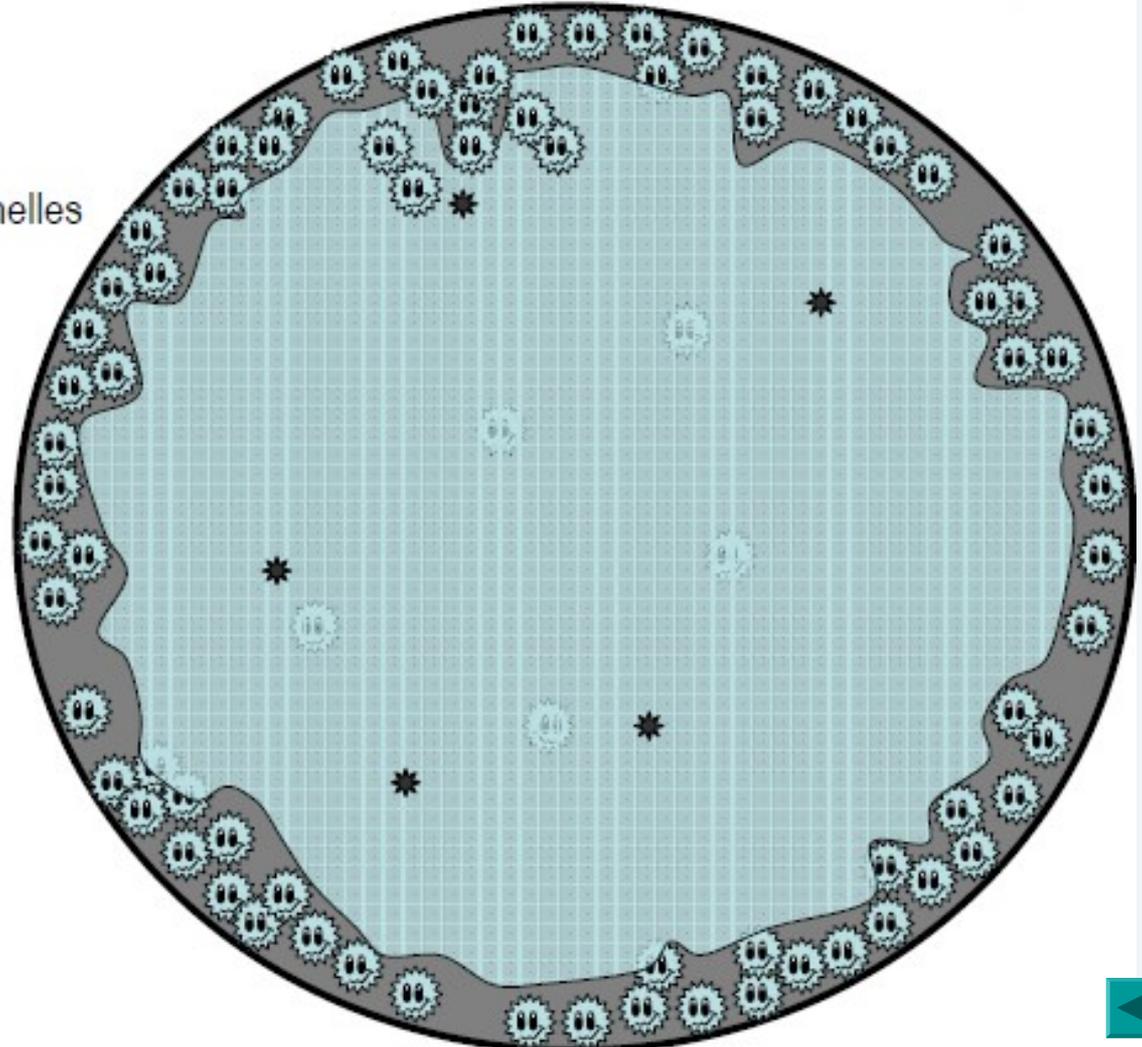
 **Formation de biofilm**

Contamination récurrente de l'eau

Protection vis à vis des traitements

Nutrition au sein du dépôt

Prolifération



Zoom dans l'installation



Prolifération
des Légionelles
dans les amibes

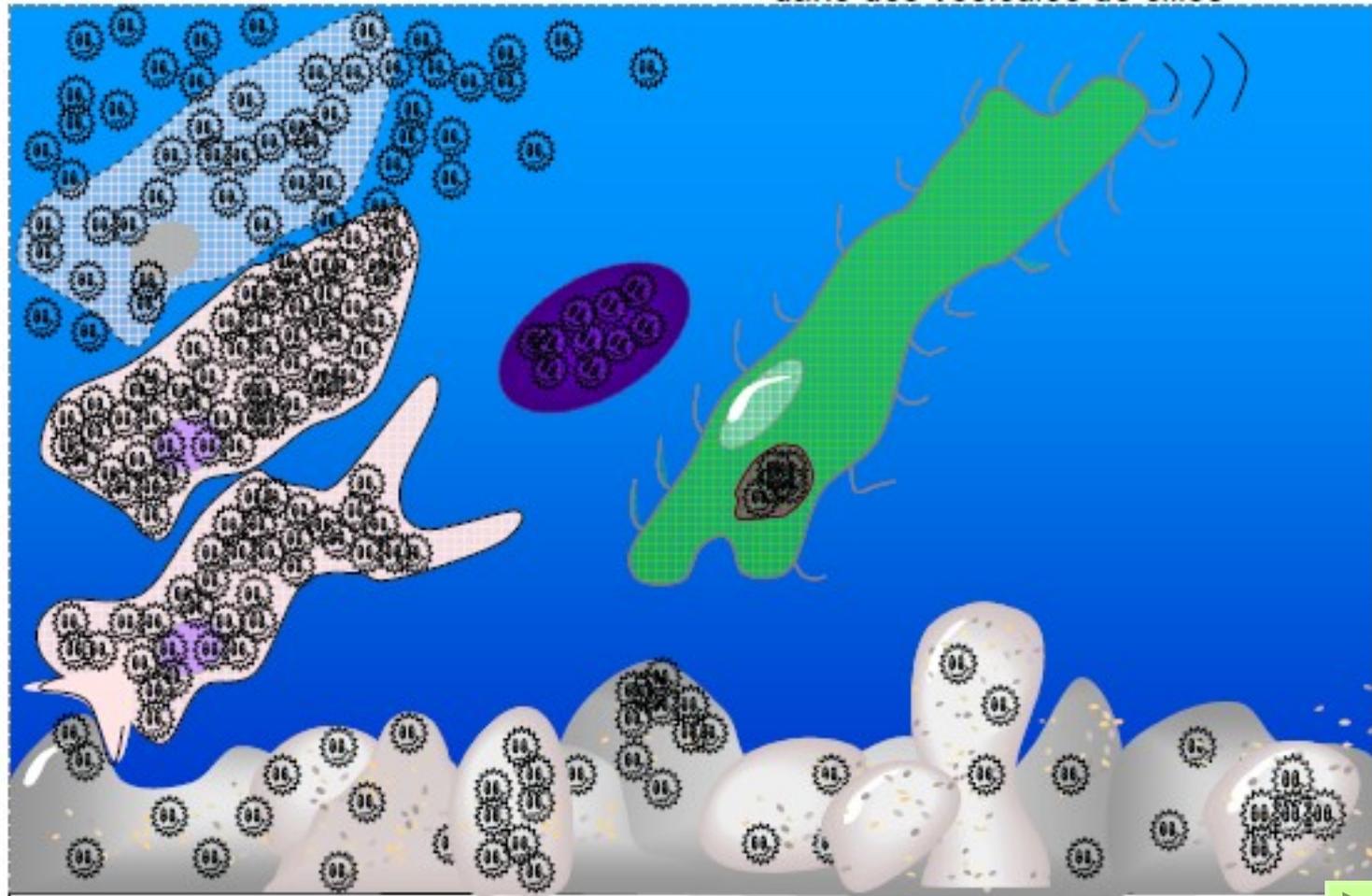
Stockage des Légionelles
dans des vésicules de ciliés

Amibe
enkystée

Cilié

Amibe

Biofilm

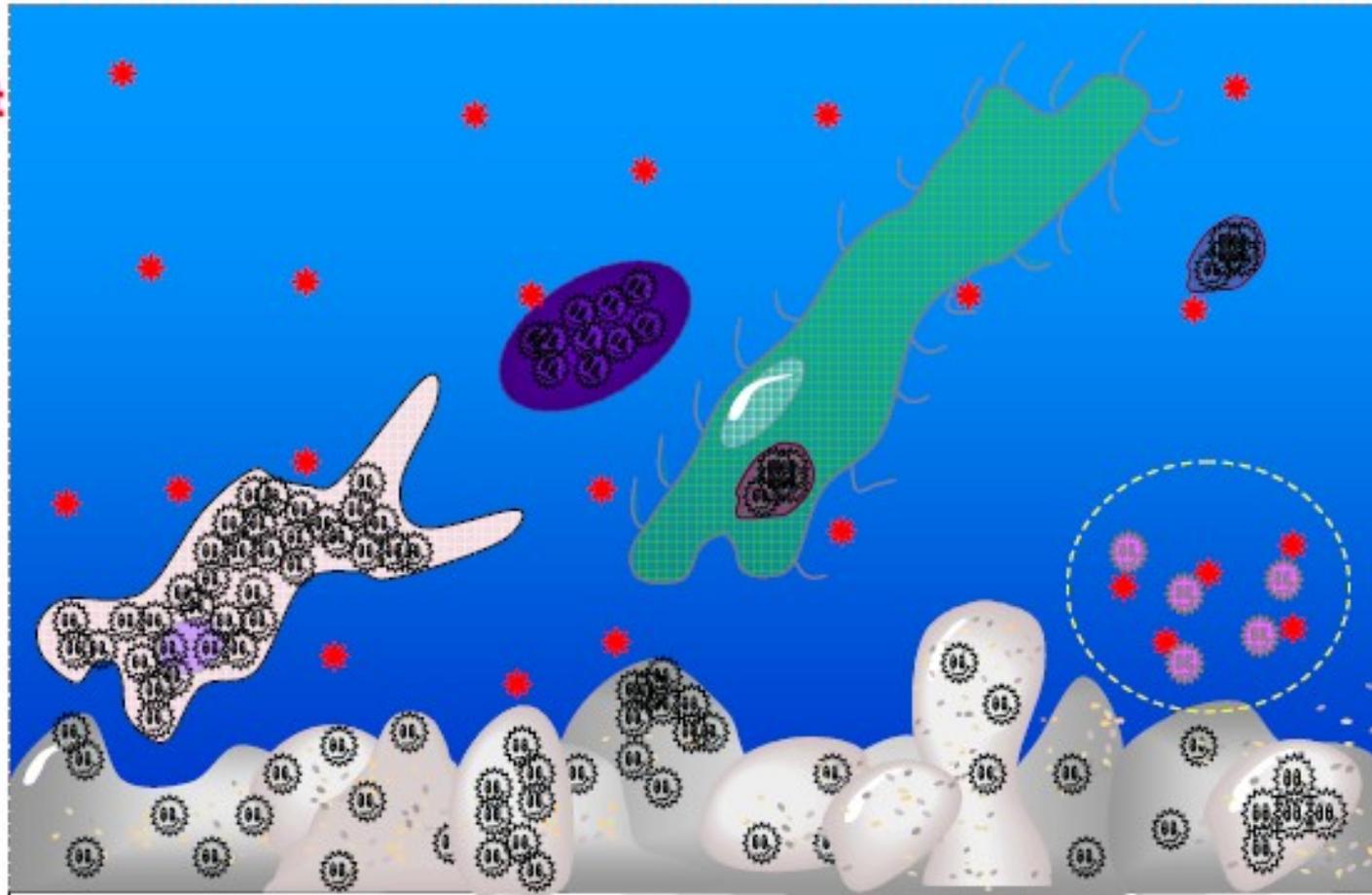


Zoom dans l'installation



* Désinfectant

Seules les
Légionelles
accessibles
sont affectées
par le
désinfectant

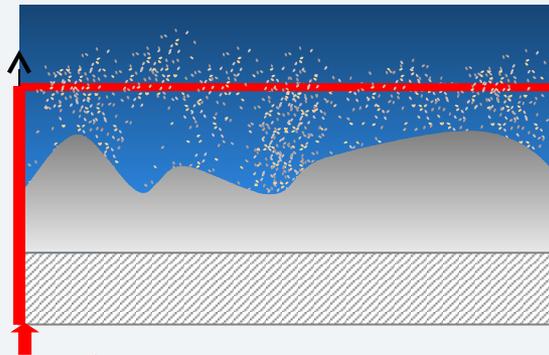
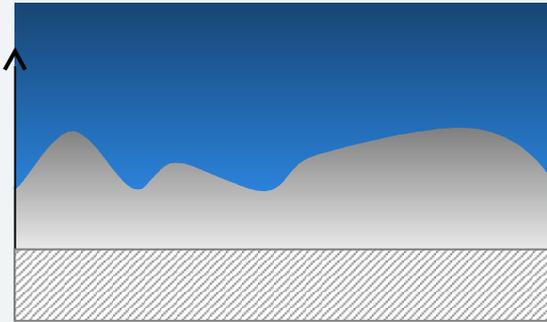


Surface

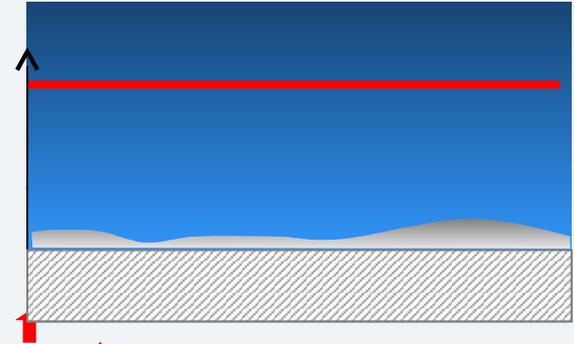


Lutte contre le biofilm

Méthode 1 - Réduction de l'épaisseur du biofilm Le nettoyage n'est pas immédiat



Action tensio active +
circulation d'eau
régulière



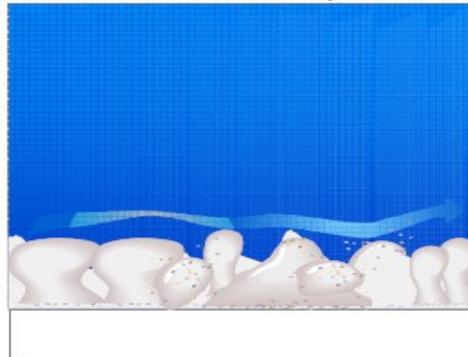
Action tensio active +
circulation d'eau
régulière

Méthode 2 - Compaction du biofilm

Biofilm élastique



Biofilm compact



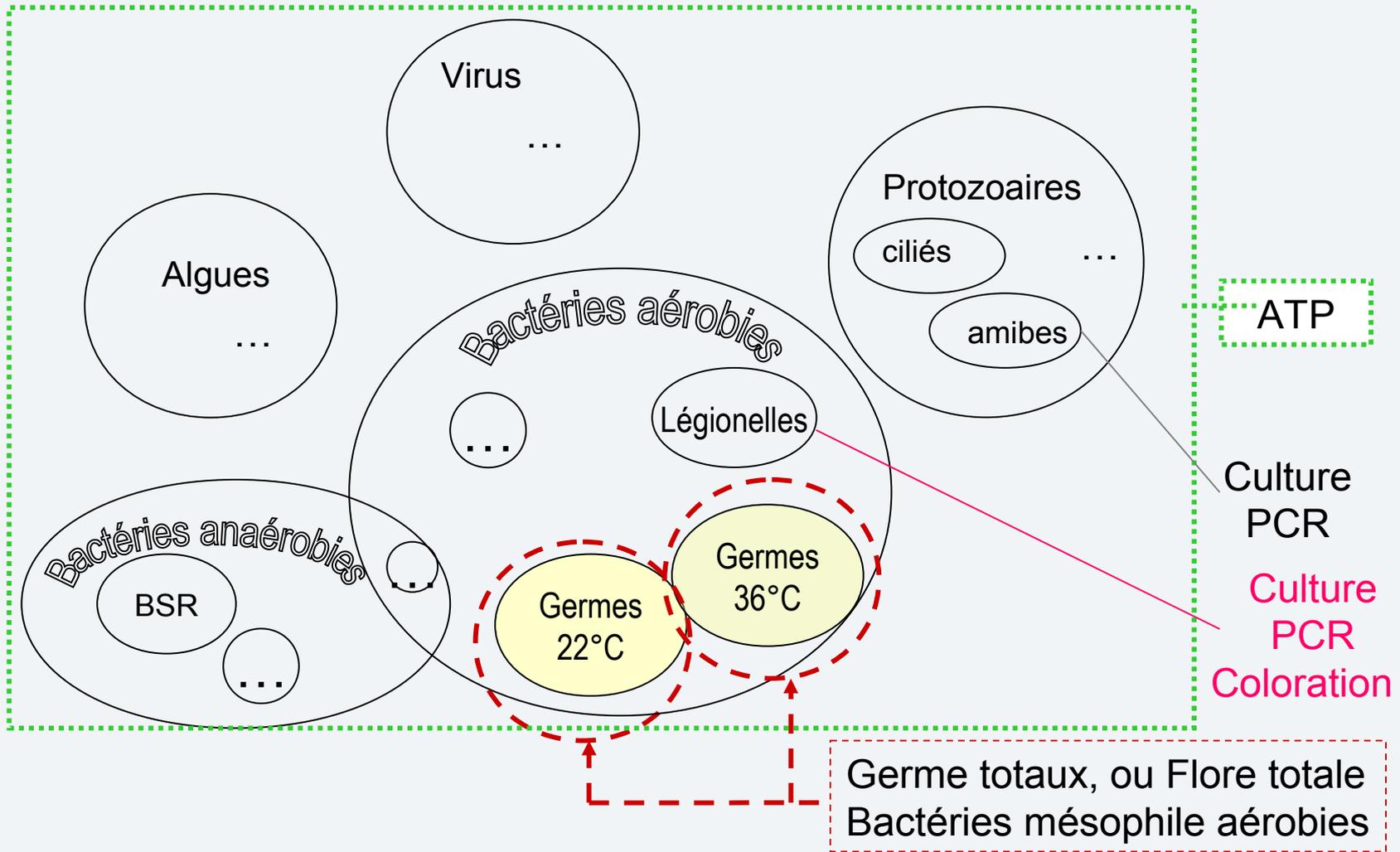
Rex 2002-2012



Circuit primaire	Fermé	Ouvert	Ouvert
Intro			
systemes			
comparaison			
regionelle			
conclusion			

Indicateurs de surveillance

Intro
systemes
comparaison
legionelle
conclusion



Conclusions



- Les moyens permettant l'évacuation de chaleur n'ont pas tous le même impact sur l'environnement.
- Le risque légionelle ne peut pas être le seul critère de choix.
- Nécessité de gérer le risque légionelle: évolution de la réglementation mais exigeance d'un minimum de compréhension des éléments de risque.
 - Formation pratique
 - AMR efficace
 - Plan d'entretien et de suivi adapté