

Le 2. avril 2019
Ploufragan / Saint-Brieuc



JOURNEE THEMATIQUE PREVENIR
LES CRISES ALIMENTAIRES

Technologie
des ions argent

Agenda



Argent

- Pourquoi l'argent?
- Différentes formes d'argent - du sel au nano en passant par les polymères
- Mode d'action de l'argent et spectre d'activité
- Exemples pratiques
- Concept du traitement antimicrobien de surface contre les germes et le biofilm
- Perspectives



Pourquoi l'argent?



Efficace à très faible concentration pour protéger les matières et surfaces contre les germes.

Applications non-toxiques et approuvées **de long date**.

Facile d'utiliser dans les polymères, les revêtements et les formulations.



Matière inorganique très **stable thermiquement**, facile à mettre en œuvre.

Large connaissance dans les **applications médicales**.

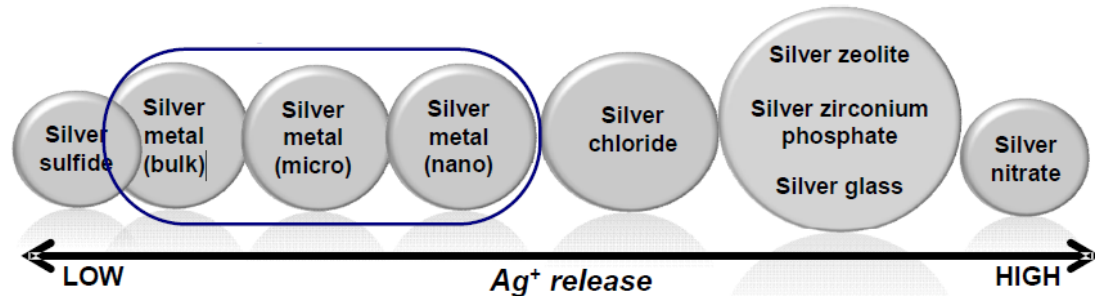
Conforme aux lois alimentaires (SML = 0.05 mg/kg nourriture) et **enregistré dans la BPR (TP 1, 2, 4, 7 & 9 et autres)** (règlement sur les produits biocides) et la **FDA**.



Différentes formes d'argent - du sel au nano en passant par les polymères

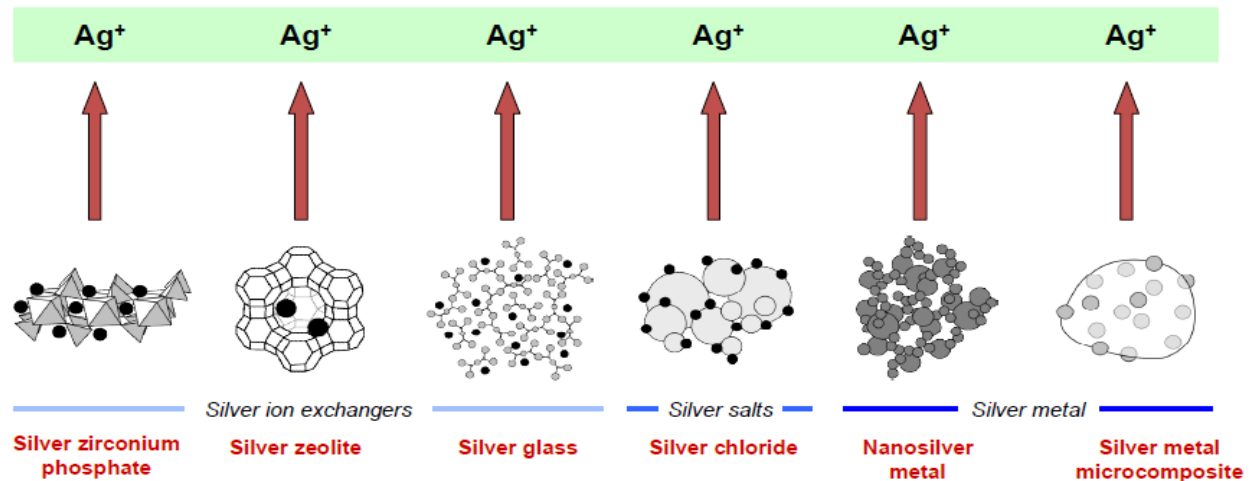
Antimicrobial effect
solely from Ag^+

Threshold concentration of
 Ag^+ required to give
antimicrobial effect



Liberation of
 Ag^+ from source
antimicrobial
additive

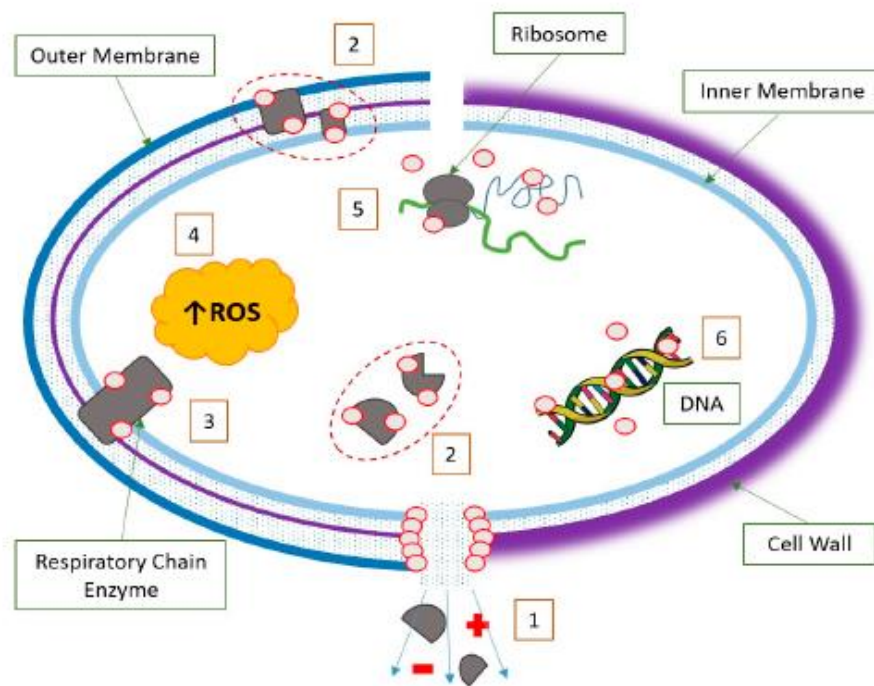
All silver-based
antimicrobials
"Store" silver ions





Mode d'action de l'argent et spectre d'activité

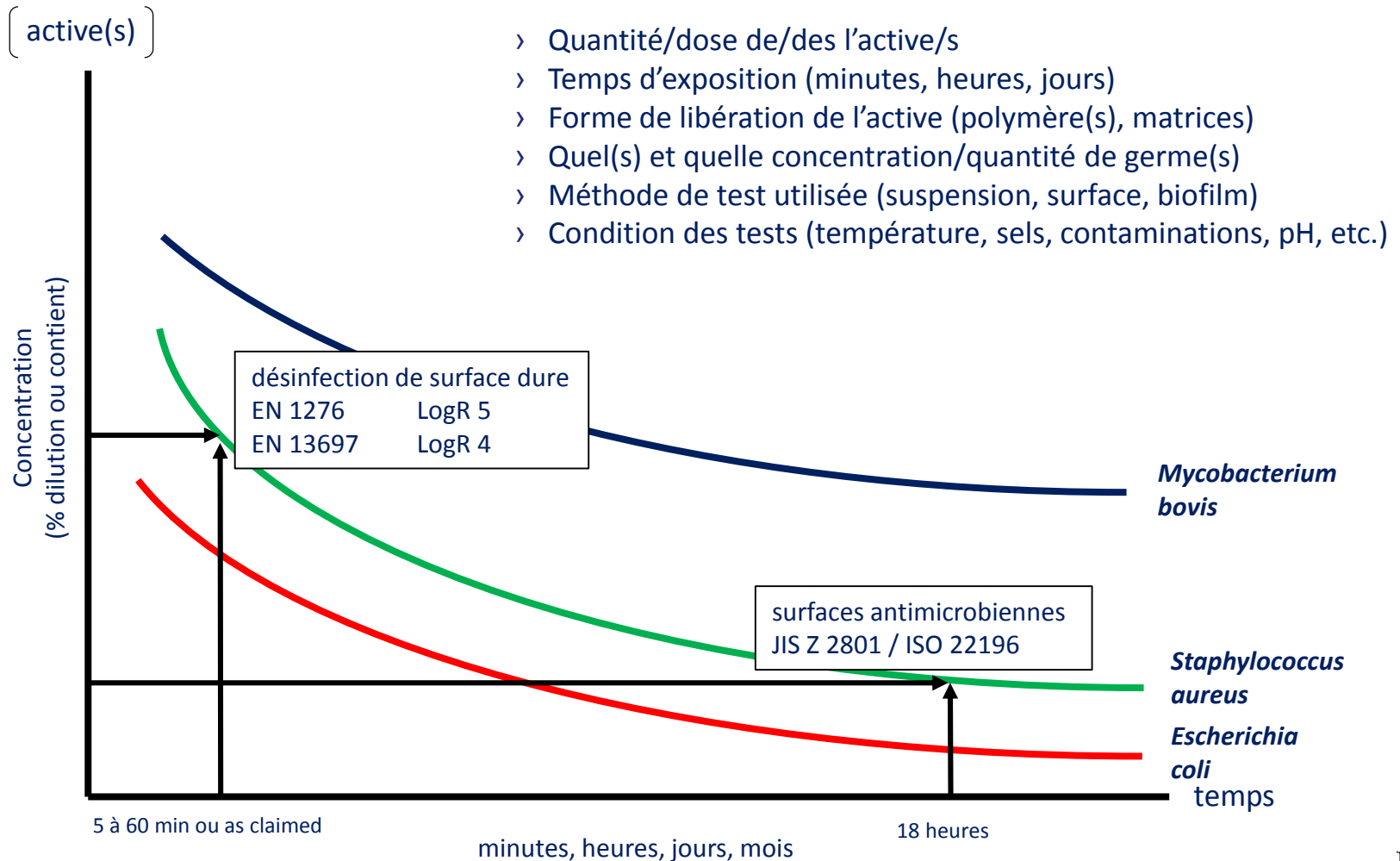
Mode d'action de l'argent



- (1) formation des pores: perte de métabolites et ions
- (2) Dénaturation des protéines structurales et cytoplasmiques; inactivation d'enzymes
- (3) Inactivation des enzymes de la chaîne de respiration
- (4) Augmentation de la concentration des molécules d'oxygène réactives intracellulaires (ROS)
- (5) Interaction avec des ribosomes
- (6) Interaction avec des acides nucléotidiques (ADN)

Kedziora *et al.*, 2018

Littérature scientifique et effets antimicrobiens - facteurs d'influence





<i>Escherichia coli</i>	general pathogen
<i>Enterococcus sp.</i>	VRE, general pathogen
<i>Vibrio cholera</i>	cholera
<i>Salmonella sp.</i>	food
<i>Campylobacter sp.</i>	general pathogen
<i>Shigella sp.</i>	general pathogen
<i>Yersinia pestis</i>	pest
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	health care pathogen
<i>Pseudomonas sp.</i>	health care pathogen
<i>Acinetobacter baumannii</i>	health care pathogen
<i>Treponema pallidum</i>	Syphilis, spirochaetes
<i>Coxiella burnetii</i> , Q fever	Food and animals
<i>Brucella sp.</i>	Animals
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Food
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	periodontal pathogenes
<i>Prevotella sp.</i>	periodontal pathogenes
<i>Bacteroides forsythus</i>	periodontal pathogenes
<i>Eikenella corrodens</i>	periodontal pathogenes
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	periodontal pathogenes
<i>Actinobacillus sp.</i>	periodontal pathogenes



Spectre d'activité de l'argent gram-positive



Bactérie gram-positive

<i>Staphylococcus aureus</i>	MRSA, general pathogen
<i>Streptococcus sp.</i>	general pathogen
<i>Clostridium "botulinum"</i>	vegetative & spores
<i>Clostridium "perfringens"</i>	vegetative & spores
<i>Listeria sp.</i>	general pathogen
<i>Bacillus "cereus"</i>	vegetative & spores
<i>Bacillus "anthrax"</i>	vegetative & spores
<i>Clostridium "tetani"</i>	tetanus toxin
<i>Corynebacterium ulcerans</i>	general pathogen, odour
<i>Actinomyces viscosus</i>	periodontal pathogenes
<i>Staphylococcus epidermis</i>	odour producer
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	used in food industry
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	health care pathogen

Les germes, les plus dangereux	agroculture, alimentaire & cuisine	espace public, transport, école, crèche	hôpitaux & maisons de santé	pharmaceutiques & soins intensifs	activité pour argent
					YES
					YES
					YES/?
					YES/?
					YES/?
					YES/?
					YES/?
					?
					YES
					YES
					YES
					yes

Spectre d'activité de l'argent champignon, levures, algues & protozoaires



Champignons et levures

Aspergillus sp. health care pathogen
Penicillium citrinum fruit pathogene
Trichophyton mentagrophytes dermatophytosis

Candida albicans oral, nail & genital infections
Saccharomyces. cerevisiae classical yeast, fermenter



Algues & protozoaires

Chlamydomonas reinhardtii green alga, model organism
Toxoplasma gondii toxoplasmosis, protozoa



Les germes, les plus dangereux	agroculture, alimentaire & cuisine	espace public, transport, école, crèche	hôpitaux & maisons de santé	pharmaceutiques & soins intensifs	activité pour argent
					YES
					YES
					YES
					YES
					YES
					YES
					?

Spectre d'activité de l'argent virus enveloppé et non-enveloppé



Virus enveloppé

<i>Ebola virus</i>	viral hemorrhagic fever
<i>Tacaribe virus, Arena virus</i>	viral hemorrhagic fever
<i>HIV</i>	general pathogen
<i>Measles virus</i>	Measle
<i>Influenza virus "Syncital virus"</i>	Influenza
<i>Influenza virus A types</i>	H1N1, H3N2 influenza virus A
<i>Hepatitis C</i>	general pathogen
<i>Hepatitis B</i>	general pathogen
<i>Small pox virus & similar</i>	general pox virus
<i>Lyssa virus - Rabies</i>	Rabies, by animals
<i>Yellow fever - Flavi virus</i>	by mosquitos



Virus non-enveloppé

<i>Rota virus</i>	general pathogen
<i>Noro virus</i>	general pathogen
<i>Hepatitis A</i>	general pathogen
<i>Adeno virus</i>	various diseases
<i>Polio virus</i>	Polio
<i>Bacteriophage X174</i>	bacteriophage, non-env.-like
<i>Bacteriophage UZ1</i>	bacteriophage, non-env.-like
<i>Coliphage MS-2</i>	bacteriophage, non-env.-like



Les germes, les plus dangereux	agroculture, alimentaire & cuisine	espace public, transport, école, crèche	hôpitaux & maisons de santé	pharmaceutiques & soins intensifs	activité pour argent
					?
					YES
					YES
					?
					YES
					YES
					?
					YES
					?
					not relevant
					not relevant
					?
					YES
					?
					No
					No
					YES
					YES
					yes



Exemples pratiques



Efficacité des ion d'argent en solution

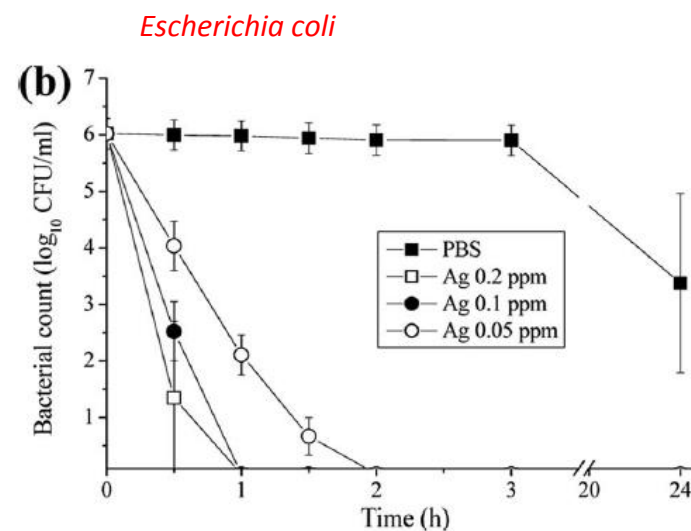
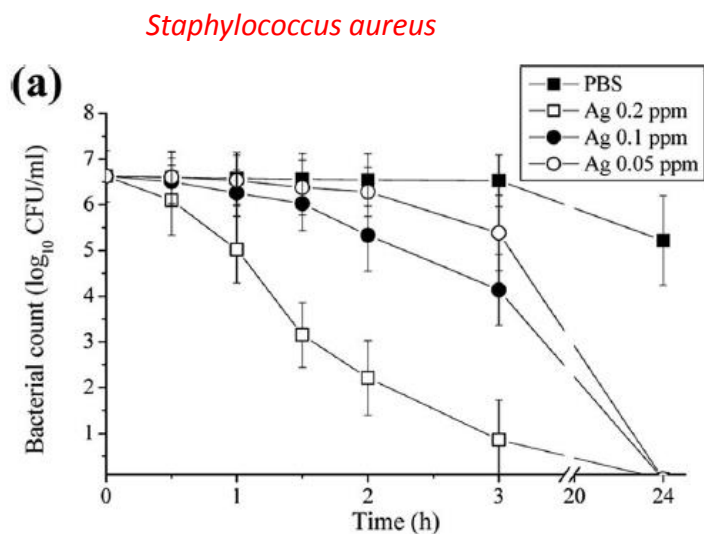


FIG. 2. The effect of the silver ion solution on *Staphylococcus aureus* (a) and *Escherichia coli* (b) was investigated by conventional plate counting. The tested silver ion concentrations were 0.2 ppm, 0.1 ppm, and 0.05 ppm, and PBS was used as a control.

10^5 à 10^6 CFU/ml. 37°C, 24 heures

Sur les surfaces: Propriétés d'un matériel argent-nano



TABLE 2. Antimicrobial activity of silver nanocomposite-containing polystyrene plates^a

Organism	No. of cells (CFU/sample) ^b			Activity
	Polystyrene control after inoculation	Polystyrene control after 24 h	Polystyrene with silver after 24 h	
<i>Escherichia coli</i>	$1.7 \times 10^5 \pm 4.9 \times 10^4$	$2.6 \times 10^6 \pm 6.5 \times 10^4$	<100	4.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	$1.7 \times 10^5 \pm 7.9 \times 10^4$	$1.8 \times 10^5 \pm 6.9 \times 10^4$	$1.4 \times 10^3 \pm 9.0 \times 10^2$	2.1

^a Activity was tested by using Japanese industrial standard JIS Z 2801:2000 (4). = ISO 22196

^b The values are means $\pm$ standard deviations for measurements obtained for three independent sample pieces. The values for the polystyrene control after 24 h and polystyrene with silver after 24 h were significantly different according to the Student *t* test ($P < 0.05$; $n = 3$).

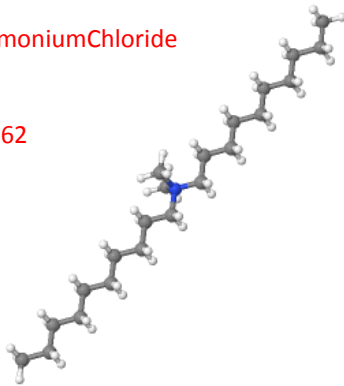
0.25 % wt/wt produit, i.e. 500 ppm Ag+



Comparaison de taille ion d'argent - désinfectant - antibiotiques



DDAC
DidecylDimethylAmmoniumChloride
(Desinfectant)
Micelle (CMC)!
Poids moléculaire: 362



Chloride:
Rayon ionique: 181 pm
Poids atomique: 35.5

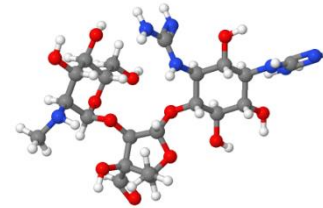
Cl⁻



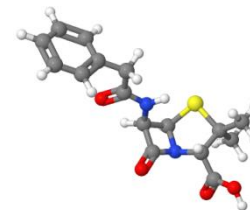
Ag⁺



Ion d'argent:
Rayon ionique: 115 pm
Poids atomique: 107



Streptomycin
Aminoglycosides
30S initiation Ribosome
Poids moléculaire: 582



Penicillin G
β-lactams
1ère génération
Penams, PBP
Poids moléculaire: 334



Tetracycline
tRNA binding
Poids moléculaire: 444

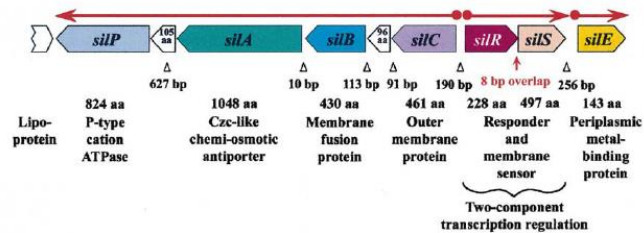
Longueur de liaison
C-C 120–154 pm



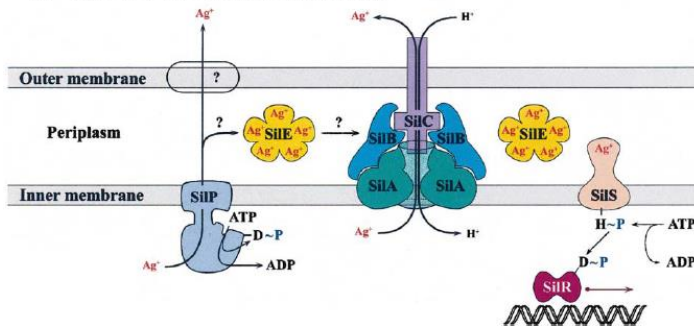
Régulation des métaux et résistance antibiotique

Régulation de la concentration des métaux
... ou résistance contre des ions d'argent

A. Silver Resistance Genes



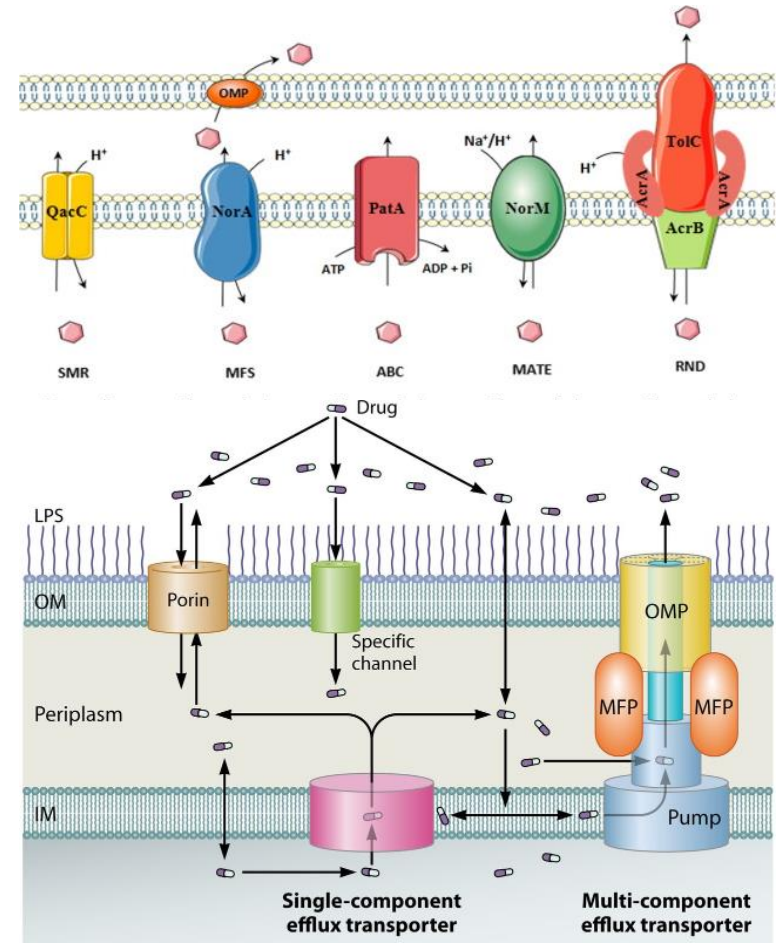
B. Functions of Silver Resistance Genes



sil/cus cluster

Silver, 2003
Yilmaz *et al.*, 2017
Li *et al.*, 2015

Résistance contre des antibiotiques



Ignace Philippe Semmelweis

Désinfection ... ou la fièvre puerpérale

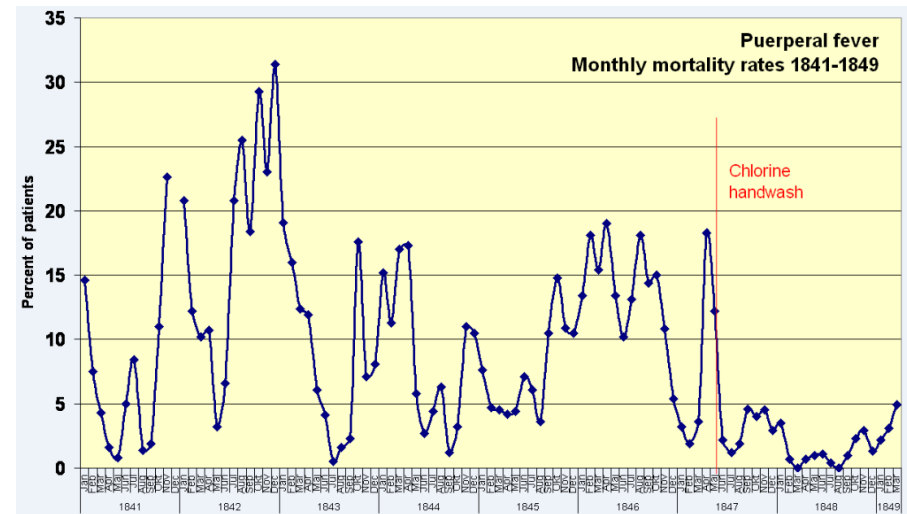
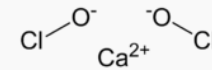


Portrait du D^r Ignace Semmelweis, gravure sur cuivre de **Jenő Doby**, 1860.

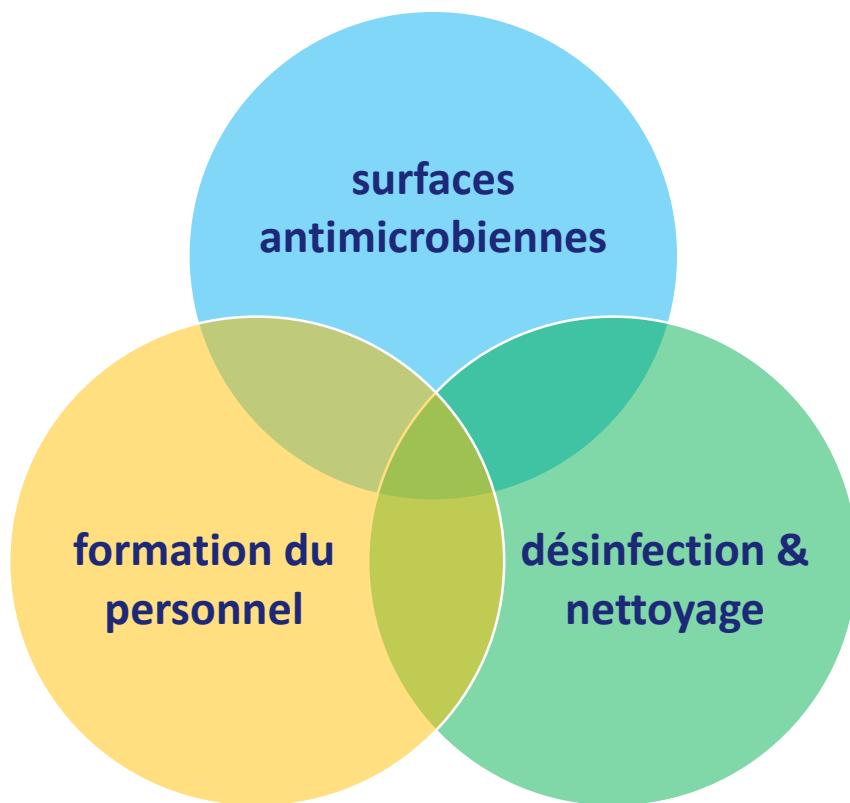
Naissance	1 ^{er} juillet 1818 Buda, Hongrie
Décès	13 août 1865 (à 47 ans) Döbling, Autriche
Nationalité	 Hongrie
Profession	Médecin, obstétricien

Désinfection des mains ... et surfaces

Hypochlorite de calcium



Concept du traitement antimicrobien de surface contre les germes et le biofilm



- › nombre de germes exposés
- › type de germes: bactérie, champignons, levures, spores, virus
- › type d'active
- › concentration d'active
- › réduction en fonction du temps
- › température, surface, sels, source de nutrition ou contamination
- › durabilité de l'application

- › «facteur humain»
- › protection (vêtements, ventilation, etc.)
- › formation du personnel
- › contrôles

- › cycles de nettoyage
- › type de désinfection (actives)
- › Intervalles entre les cycles de désinfection
- › concentration des désinfectants

Perspectives



- Il est évident qu'il y a une nécessité d'augmenter les standards d'hygiène, aussi bien dans le secteur agroalimentaire que dans le secteur médical.



- Les ions argent sont une solution complémentaire à la désinfection et nettoyage classique.
- Les ions argent (sous différentes formes) ont une haute efficacité contre beaucoup de germes problématiques et potentiellement dangereux.
- La législation sur les biocides devient de plus en plus stricte et complexe.
- Les surfaces antimicrobiennes peuvent augmenter la sécurité dans le secteur agro-alimentaire.



SANITIZED

... le partenaire innovant à votre côté

Swiss antimicrobial expertise
since 1935

