

La maîtrise des contaminations microbiologiques : les sources de contamination et leur importance relative

O. Cerf



De quoi parlerons-nous ?

- Codex alimentarius - Code d'usages international recommandé -Principes généraux d'hygiène alimentaire CAC/RCP 1-1969, RÉV. 4 (2003)
 - *Contamination* : introduction ou présence d'un contaminant dans un aliment ou dans un environnement alimentaire
 - *Contaminant* : tout agent biologique ou chimique, toute matière étrangère ou toute autre substance n'étant pas ajoutée intentionnellement aux produits alimentaires et pouvant compromettre la sécurité ou la salubrité
- Règlement (CE) 852/2004
 - «Contamination»: la présence ou l'introduction d'un danger

Concrètement

- Nous considérerons les micro-organismes indésirables qui
 - Entrent dans l'atelier et les équipements
 - S'y déposent
 - Y adhèrent et y prolifèrent
 - S'en détachent pour aller sur ou dans les aliments

Apportés par l'air, l'eau, les véhicules, les matières premières, les opérateurs, les animaux (oiseaux, rongeurs, insectes)

Malgré les opérations d'hygiène

Sources

- l'air
- l'eau
- les matières premières
- les surfaces (source secondaire)
- les opérateurs
- les véhicules
- les animaux (oiseaux, rongeurs, insectes)

Quantifié

Qui quantifiera ?

D'où viennent les micro-organismes de l'air ?

- De l'extérieur
 - terre, végétaux
 - animaux
 - activités humaines
 - stations d'épuration
 - tours de refroidissement d'eau
- De l'intérieur
 - l'eau, les véhicules, les matières premières, les surfaces, les opérateurs, les animaux

- Vent
 - Vents dominants

Portes et fenêtres

- Flux d'air
 - Cloisonnement, zonage, cascade des pressions, marche en avant, zones microbiologiquement maîtrisées

Les opérateurs respirent

- Respiration
- Postillons
- Éternuements
- Toux
- Respiration = 1000 à 10.000 bactéries par minute
- Masque

Fines particules, “droplet nuclei”
($< 5 \mu$) : origine pulmonaire
Longue portée, plusieurs mètres
Ne sédimentent pas
Pénètrent jusqu’aux parties distales
de l’arbre respiratoire
Transportent des micro-organismes
pulmonaires (tuberculose)

Gouttelettes de Flügge
(de 5 à 150 μ): émises depuis le nez,
la bouche, le pharynx
Portée: 1 mètre environ
Sédimentent rapidement sur
le sol ou les surfaces
Transportent des microorganismes
ORL et bronchiques

Masque

- Nouer les liens supérieurs au dessus des oreilles, les inférieurs derrière la nuque
Ne pas croiser les liens
Changer de masque toutes les 2-3 heures environ ou dès qu'il est humide

Principal obstacle : les chefs et les visiteurs qui ne respectent pas la consigne

Combien dans l'air ?

- Instruments de mesure

- Sédimentation
- Piégeage et impact
- Filtration

NF EN ISO 14698-1:2003 Salles propres et environnements maîtrisés apparentés
-- Maîtrise de la biocontamination –
Partie 1: Principes généraux
et méthodes

- Tel que résultant de la filtration de l'air

NF EN ISO 14644-1:1999 Salles propres et environnements maîtrisés apparentés
-- Partie 1: Classification de la
propreté de l'air

ISO 14644-1:1999 particules par m³

Classe	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1 000	237	102	35	8	
ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO 5	100 000	23 700	10 200	100	832	29
ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	1 000	8 320	293
ISO 7				10 000	83 200	2 930
ISO 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO 9				35 200 000	8 320 000	293 000

US Fed. Std. 209E
Particules par pied
cube, méthode de
mesure différente

Sédimentation

Nombre de
contaminants
(ufc)

Concentration
dans l'air
(ufc/m³)

Vitesse de
sédimentation
(m/s)

$$N_c = C_{air} v_s A t$$

Surface
exposée
(m²)

Durée de
l'exposition
(s)

Vitesse moyenne de sédimentation, diamètre moyen des *particules*

Micro-organisme	Vitesse (mm/s)	Diamètre (μm)
Bactéries	2,7	9,2
Moisissures	2,6	9,5
Levures	2,9	10

Concentration dans l'air

ufc/m³

- *International Journal of Food Microbiology* 87 (2003) 1-15
- Plus de 100 usines

Bactéries	1.175	100 à 50.000
Moisissures	450	200 à 1.500
Levures	20	-

Exemple

- 1000 ufc/m³
- 0,003 m/s
- 0,01 m² (100 cm²)
- 600 s (10 min)
- N = 18 ufc

D'où viennent les micro-organismes de l'eau ?

- Réseau public
- Captage
 - traitement
 - stockage
- Eau utilisée pour le nettoyage, eau des pédiluves et lave-bottes

- Généralement très pauvre en micro-organismes

- Attention
 - résines bouillons de culture
 - conservation sans chlore

- Attention
 - **aérosols**

**Contamination
des robinets
ET DES
CONDUITES**

Combien dans l'eau et les matières premières ?

- Innombrables techniques

D'où viennent les micro-organismes des surfaces ?

- Surfaces en contact avec les aliments
 - Direct
 - « Indirect » : zones d'éclaboussure
- Autres surfaces
 - Air
 - Opérateurs
 - Animaux
 - Véhicules

Attention aux recoins, anfractuosités, soudures mal faites, etc.

Respecter la Directive « Machines » 98/37 révisée 2006/42

Toutes les surfaces grâce au nettoyage et au passage des personnes et véhicules

Combien sur les surfaces ?

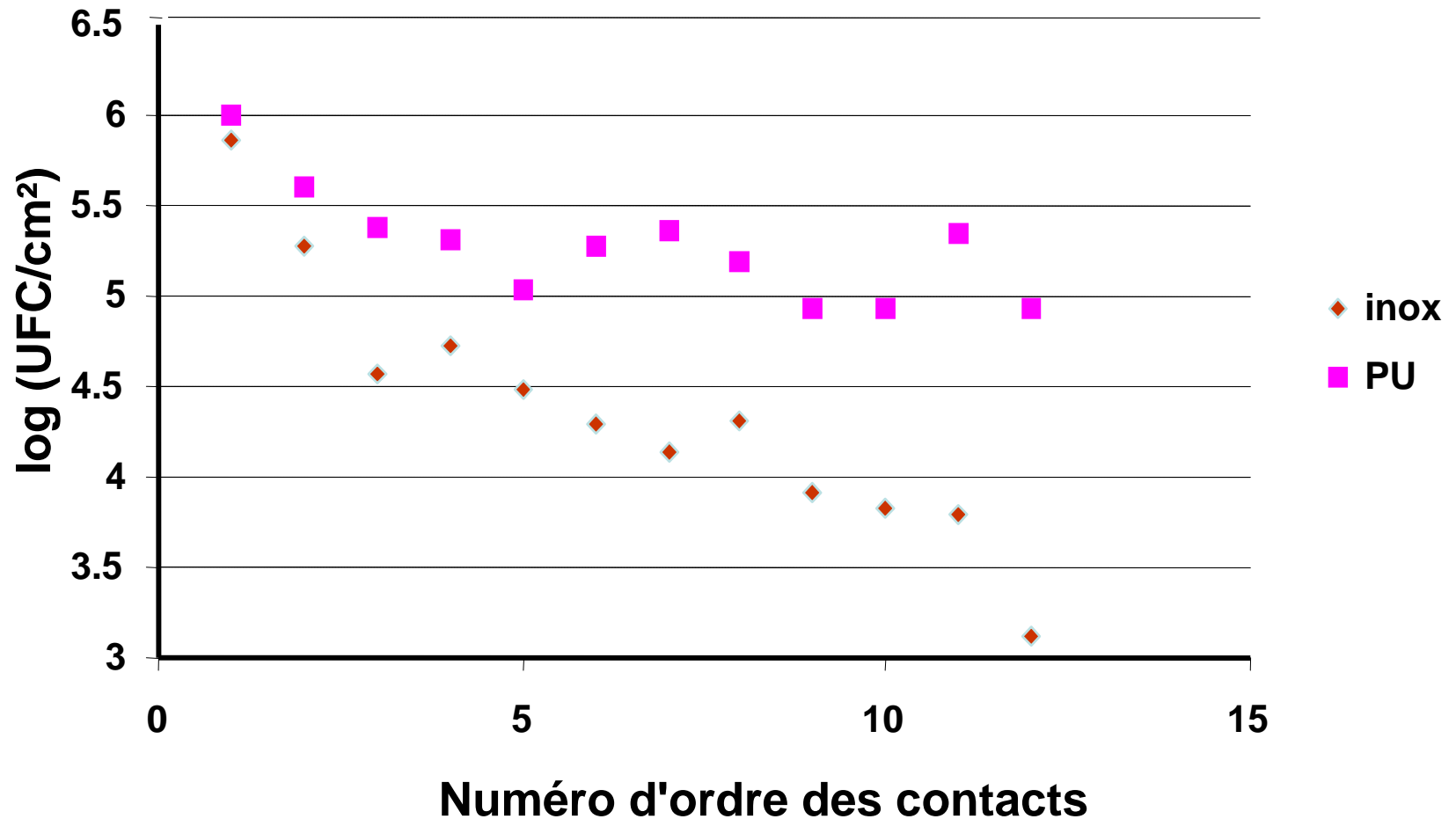
- Géloses contacts
- Écouvillons
- Épongettes
- Chiffonnettes

- Ultra-sons

**NOMBRE TOUJOURS
SOUS-ESTIMÉ**

- Attention
 - Un seul prélèvement = sous-estimation
 - Dépend du matériau, de la souillure et des micro-organismes
- Éprouvettes
 - Létalité

Cinétique de détachement



Plusieurs contacts successifs

- Le nombre prélevé diminue un peu
- Nombre total à l'emplacement du prélèvement = somme des nombres prélevés successivement
- Valable pour le dénombrement

ET

- pour les contacts aliment-équipement, main-aliment, main-équipement

Veulemans *et al.* (1970)

Premier
prélèvement

Deuxième
prélèvement

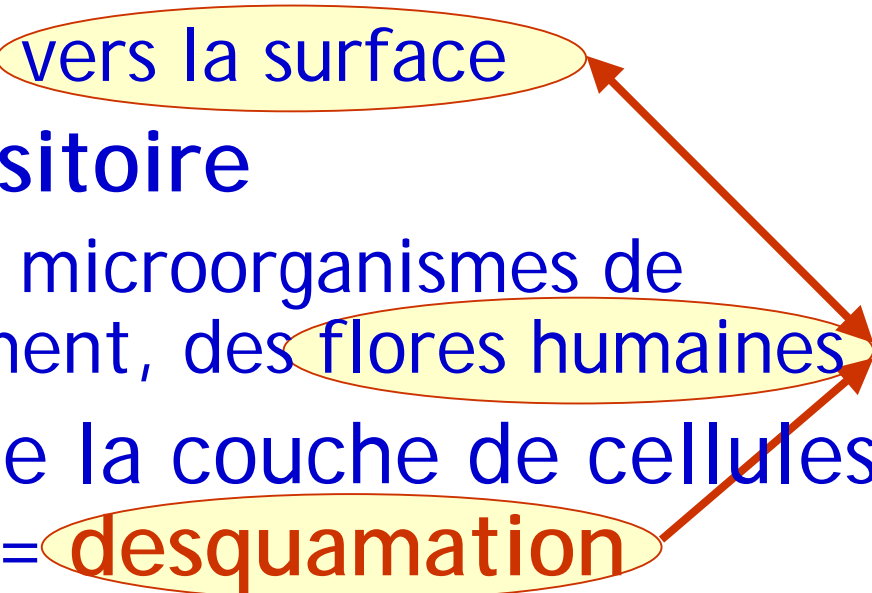
Troisième
prélèvement

$$N_{total} = N_1 + N_2 + \frac{N_3}{(1 - 10^k)}$$

n = numéro du
prélèvement

Pente de $\log(N_n)$ en
fonction de n à partir du
troisième prélèvement

Les opérateurs ont une surface : la peau

- La flore résidente
 - en profondeur à la base des poils (follicules pileux)
 - est excrétée vers la surface
 - La flore transitoire
 - à la surface, microorganismes de l'environnement, des flores humaines
 - Élimination de la couche de cellules la plus externe = desquamation
- 

Le lavage des mains

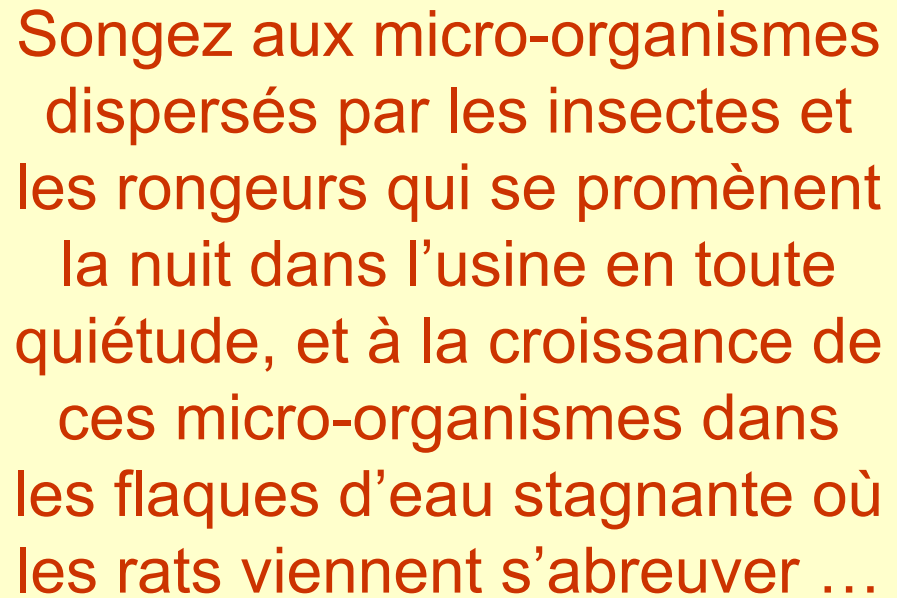
- Réduit les souillures, les squames cutanées, la flore transitoire
 - pas de bijoux
 - pas de montre bracelet
 - pas d'ongles longs
 - pas de faux ongles
 - [pas de vernis à ongle]

Combien sur la peau ?

- Contact avec la gélose
- Sacs ou gants remplis de bouillon
- Gants ?
 - Ambiance favorable à la croissance microbienne (humidité, chaleur)
 - Attention à l'étanchéité !
 - Attention aux mauvais gestes !
- Cuir chevelu 1 million UFC/cm²
- Main dix mille à dix millions UFC/cm²
- Main après lavage : quelques UFC/cm²

Les véhicules, les animaux

- Quoi ?
- Combien ?



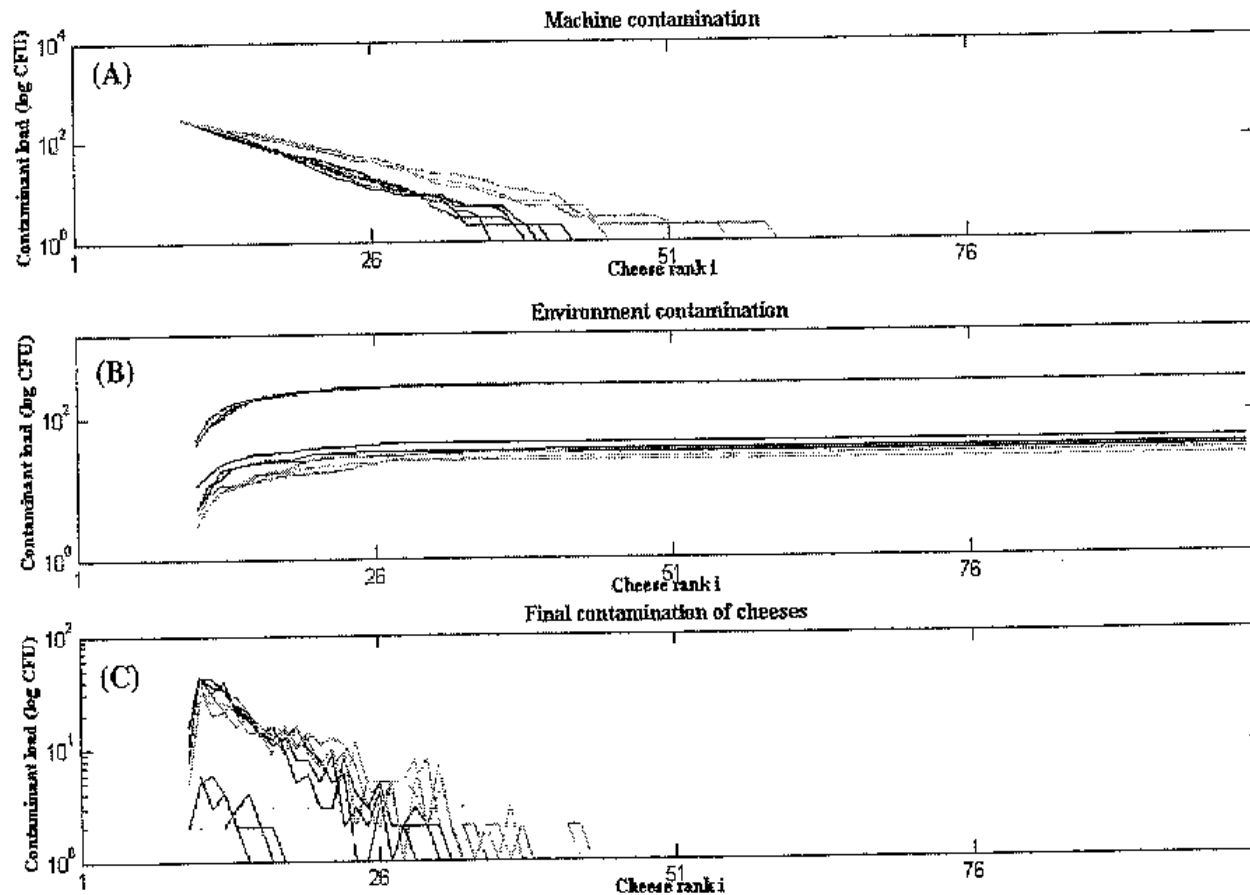
Songez aux micro-organismes dispersés par les insectes et les rongeurs qui se promènent la nuit dans l'usine en toute quiétude, et à la croissance de ces micro-organismes dans les flaques d'eau stagnante où les rats viennent s'abreuver ...

« Contamination croisée »

- « transfert de micro-organismes directement ou par un intermédiaire »
- Wageningen (NL) :
 - M. Zwietering
- Maisons-Alfort (FR) :
 - AFSSA : B. Carpentier
 - ENVA : F. Aziza
- Rutgers (US) :
 - D. Schaffner

Exemple de modélisation

- F. Aziza *Risk Analysis* (2006) 26 731-743



Conclusion

- Science
 - Beaucoup est connu
 - Beaucoup reste à étudier
- Technique
 - Beaucoup est connu
 - Beaucoup est fait
 - Mais pas toujours assez.....

Merci de votre attention