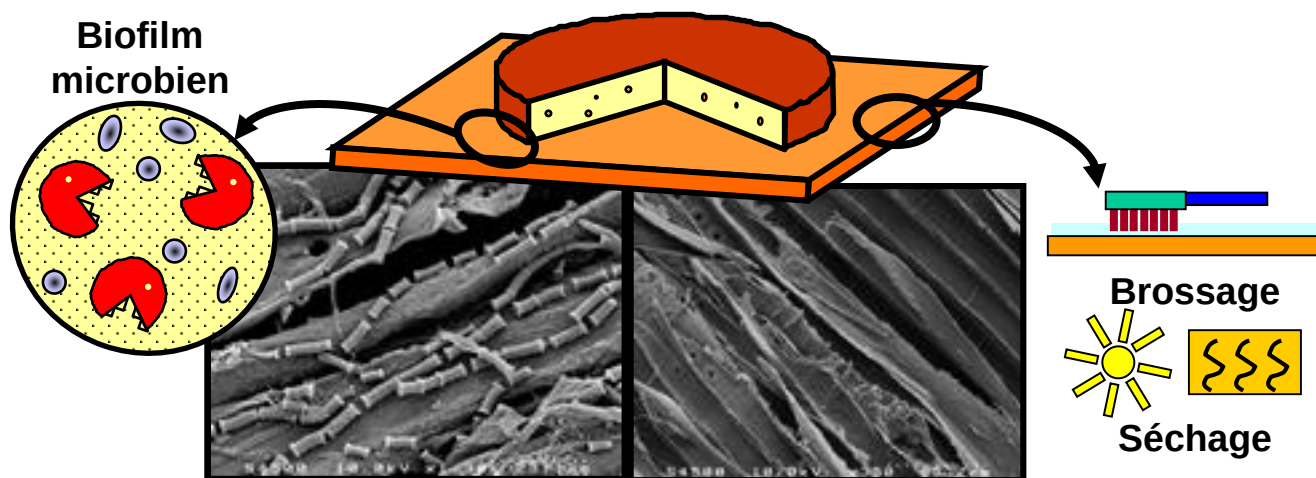


Le bois et l'affinage des fromages : une combinaison gagnante

Synthèse des travaux de 1997-2006



Le contexte d'utilisation du bois en fromagerie

Utilisation comme ustensiles de fabrication :

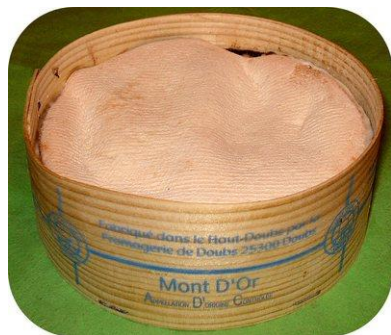
Brassoirs, cuves, moules en fromagerie, ustensiles de fabrication, plan de travail, etc... = Matériaux traditionnels



Le contexte d'utilisation du bois en fromagerie

Utilisation comme emballage des aliments :

Boîtes à camembert ou à Mont d'or,
disques de contact (Reblochon),
boîtes à stockage pour transport
= Matériaux traditionnels



Le contexte d'utilisation du bois en fromagerie

Utilisation comme récipient et support d'affinage :

Gerles en fabrication du Salers (cuve de fabrication)

Planches d'affinage des fromages

= Matériaux traditionnels

Gerles en Salers

Comté



Reblochon



Fourmes



Cantal

Et bien d'autres fromages....

Le contexte d'utilisation du bois en fromagerie

Utilisation comme support d'affinage :

Exemple en Reblochon



Affineurs avec en moyenne
2000 planches d'affinage de 1,1 m
long x 20 cm large x 1,2 cm ép

Exemple en Comté



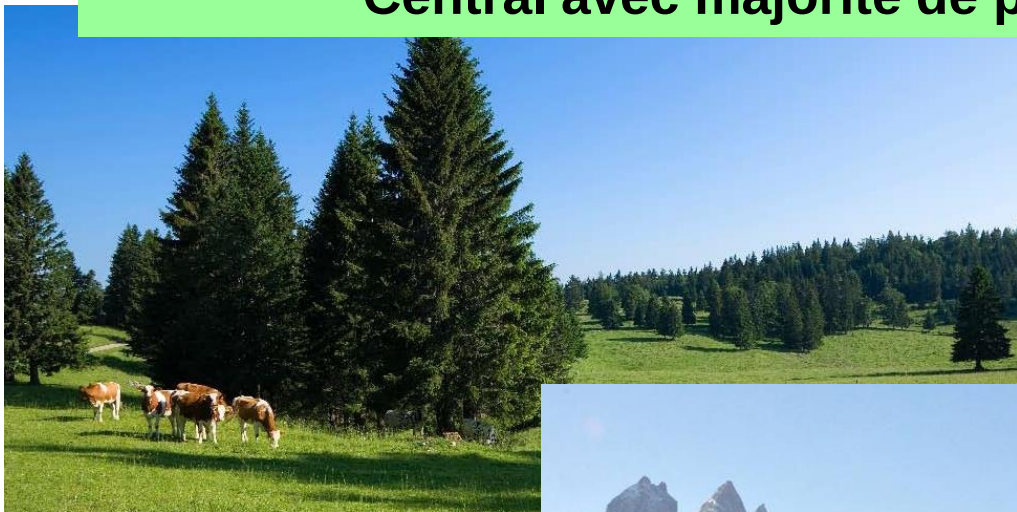
Affineurs avec
20 000 à + de 100 000 planches d'affinage
de 3 m long x 30 cm large x 3,5 cm ép



+ 350 000 T de fromages affinés sur planche en Bois en France

Le contexte d'utilisation du bois en fromagerie

Régions naturelles et fromages AOP = Jura, Alpes et Massif Central avec majorité de planche en épicéa



L'utilisation du bois en fromagerie : Les Planches d'affinage

I. Les avantages du bois comme planche d'affinage

Les propriétés du bois permettent de bien affiner les fromages

II. Risque microbiologique du bois comme planches d'affinage

Le bois est un matériau poreux nettoyable qui, avec un savoir-faire spécifique, permet la maîtrise du risque microbiologique

Conclusion

1.1 Les avantages du bois : Structure et propriétés

Vue en microscopie électronique à balayage (MEB)

Zones d'observation des planches jeunes d'épicéa utilisées 3-4 mois en Tomme et en Reblochon (MEB, Aérial 1998)

1A

Planche 1

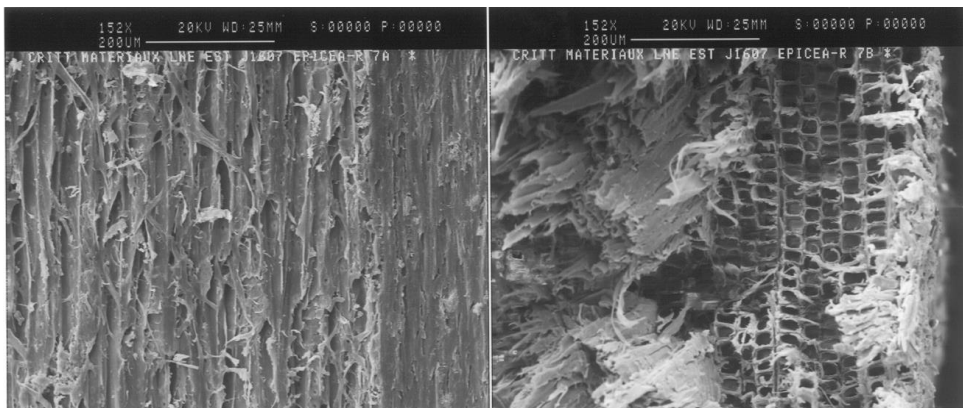
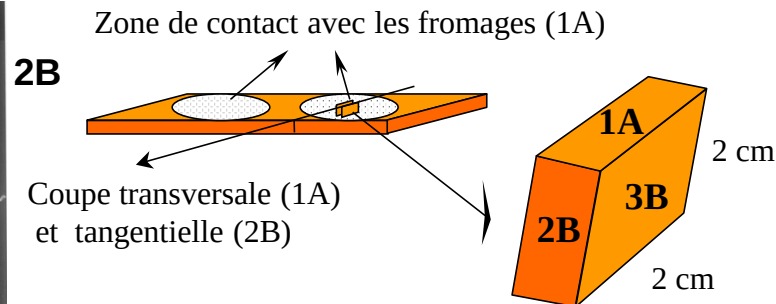
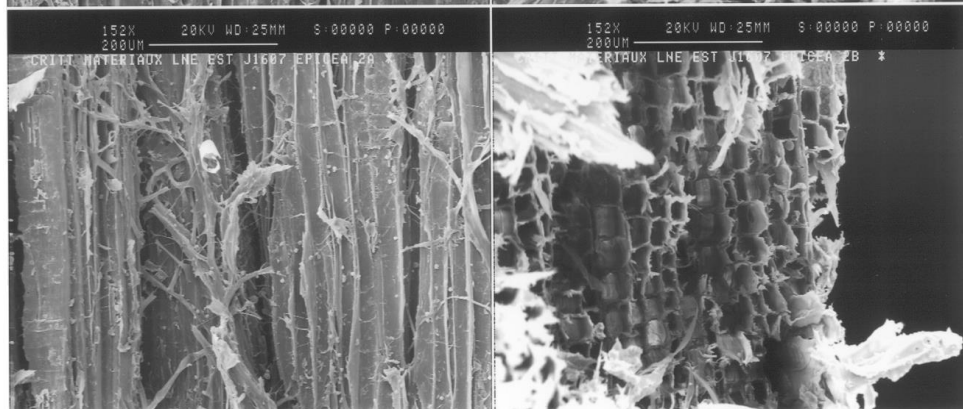


Planche 2



Coupe transversale (1A) :

Sens des veines du bois montrant un réseau de tubes de taille plus ou moins importante.

Le transfert d'humidité est le plus important dans ce sens du bois.

Coupe tangentielle (2B) :

Vue des tubes en coupe avec le maillage en nid d'abeille. *Le transfert d'humidité est beaucoup moins important dans ce sens (sauf en bout de planche avec la structure ouverte).*

Echelle : 200 μ m (x 152) Taille des cavités : 5 à 500 μ m Taille des microorganismes : 0.4 à 100 μ m

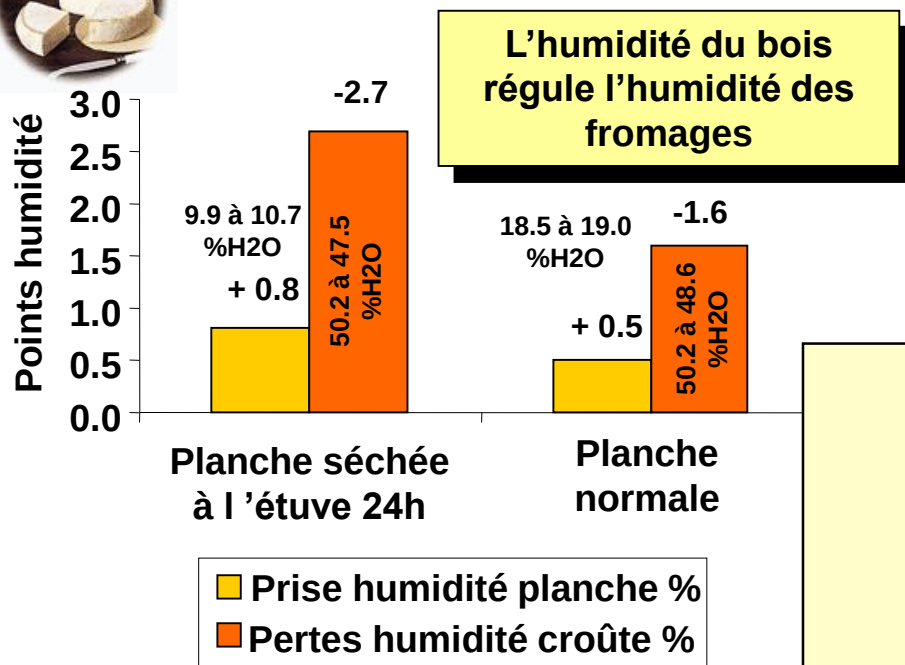
1.2 Les avantages du bois : Propriétés technologiques

Propriétés hydriques régulatrices de l'humidité des fromages

- Ressource naturelle des zones de production fromagère et propriétés hydriques spécifiques



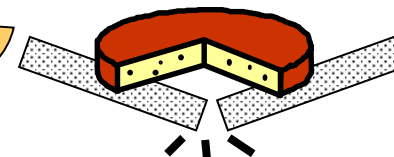
Affinage du Reblochon 18 jours



- Résistance mécanique favorable sur la durée



Bois



Plastique

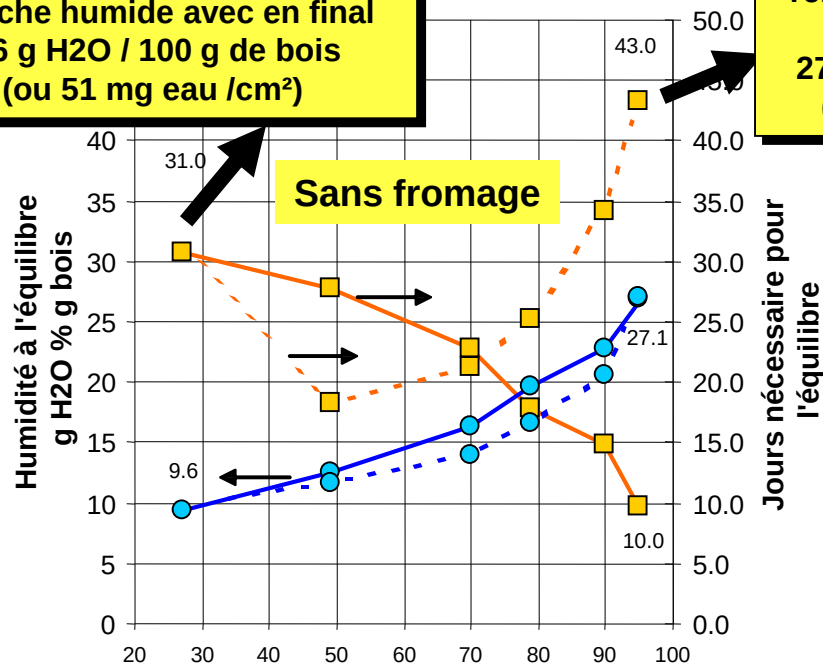
Le bois est un matériau adapté aux conditions d'utilisation fromagère et difficile à imiter

1.2 Les avantages du bois : échange d'eau bois-fromages

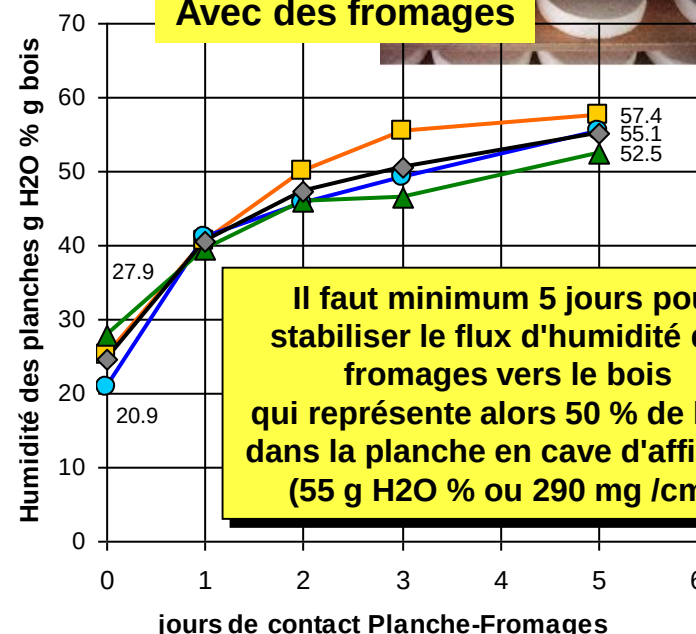
Il faut 31 jours pour sécher une planche humide avec en final 9.6 g H₂O / 100 g de bois (ou 51 mg eau /cm²)

Il faut 43 jours pour réhumidifier une planche sèche avec en final 27 g H₂O / 100 g de bois (ou 143 mg eau /cm²)

Cave 2-3, 12°C, 96% HR



Avec des fromages

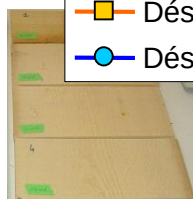


Il faut minimum 5 jours pour stabiliser le flux d'humidité des fromages vers le bois qui représente alors 50 % de l'eau dans la planche en cave d'affinage (55 g H₂O % ou 290 mg /cm²)

Etuvage et pesées au CTBA

% Humidité ambiante à 14°C

- Désorption-Adsorption-- Jours (N=24)
- Désorption-Adsorption-- % humidité Bois (N=24)



- Producteur A (N=3)
- Producteur L (N=3)
- ▲ Producteur D (N=3)
- ◆ 3 Producteurs (A,D,L)

1.2 Les avantages du bois : Propriétés technologiques

État de surface du bois et Pertes de poids des fromages



20 Tilsits
84 jours



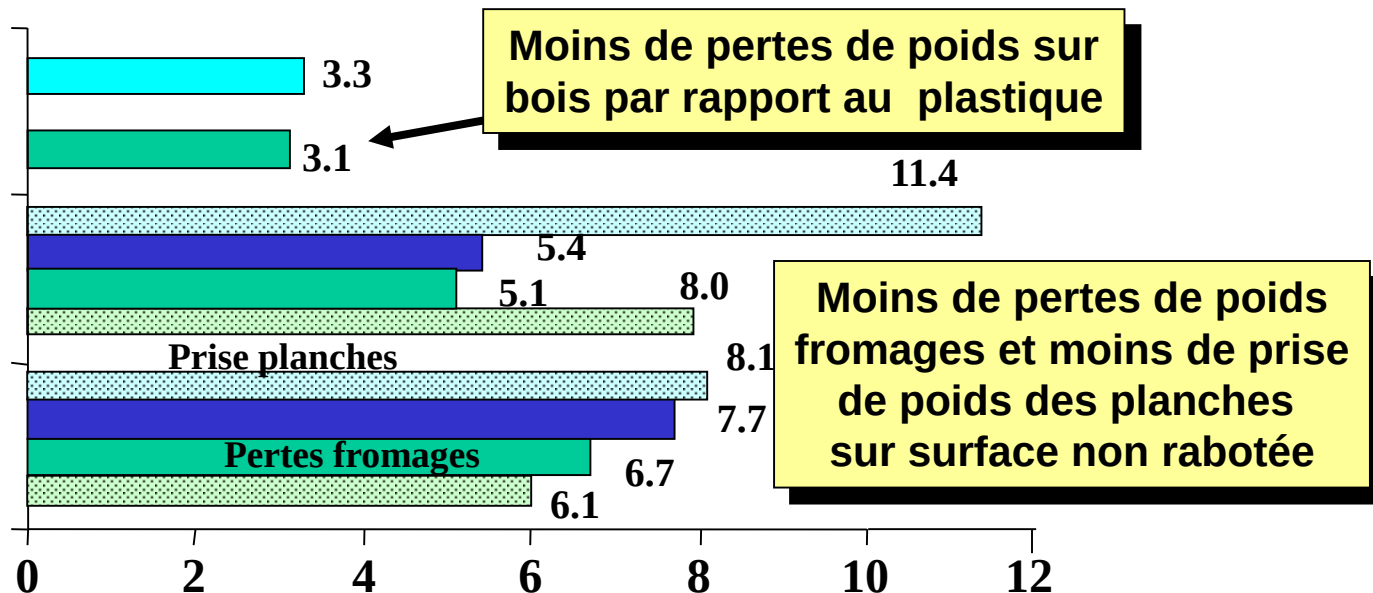
48 Reblochons
12 jours



20 Tommes
30 jours

ITFF-ACTIA (1998)
Schuler (1994)

- Épicéa brut
- Épicéa raboté
- Plastique microperforé



Pertes poids fromages et prise poids planches % poids initial

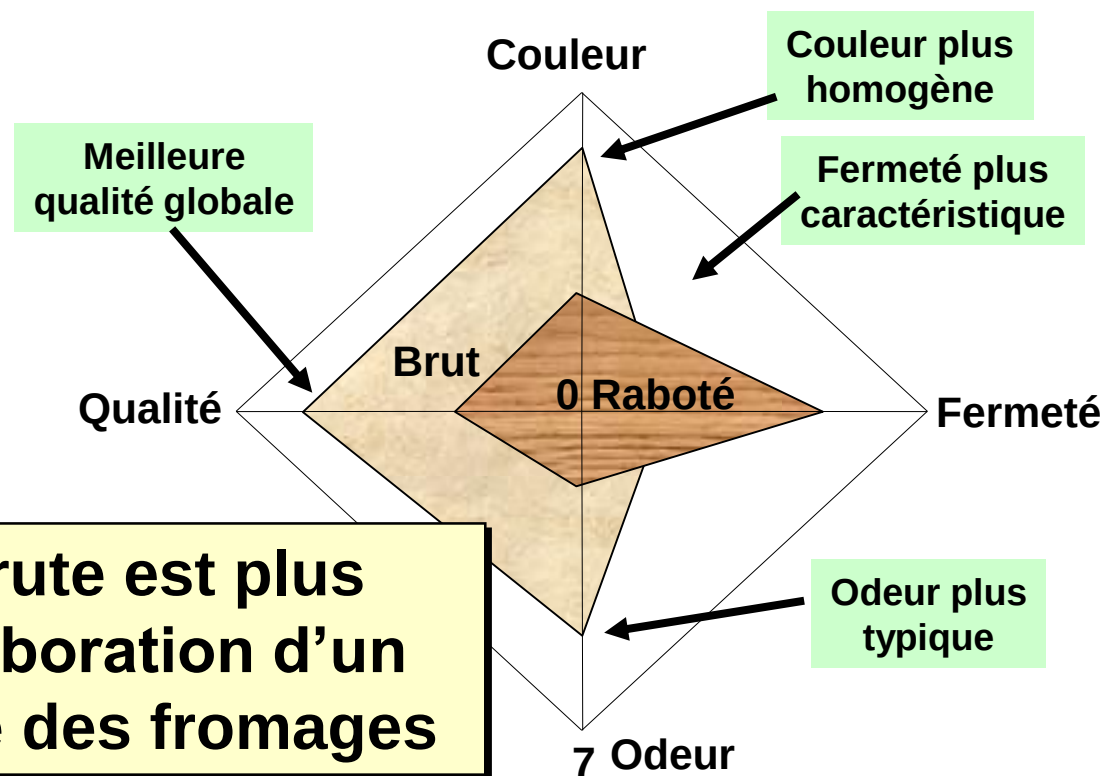
Une surface brute limite les pertes de poids par rapport à une surface rabotée ou plastique

1.2 Les avantages du bois : Propriétés technologiques

État de surface du bois et qualité de la croûte des fromages

Notation du croutage du Munster affiné 30 jours
sur planche d'épicéa (notes / 7)

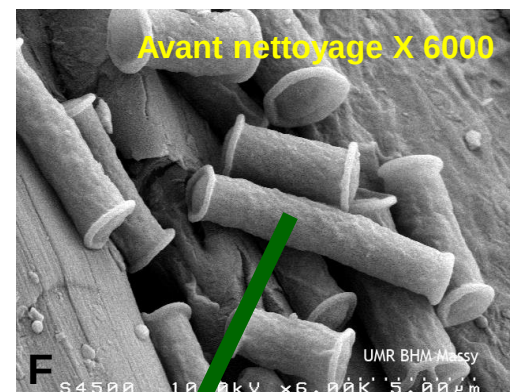
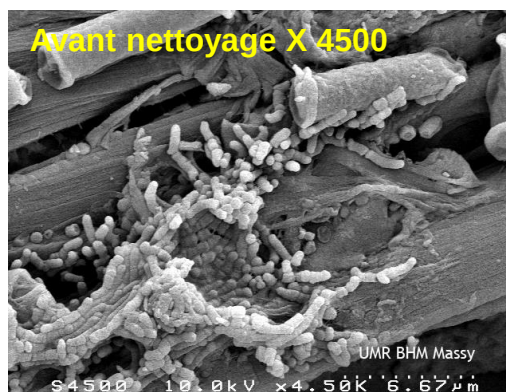
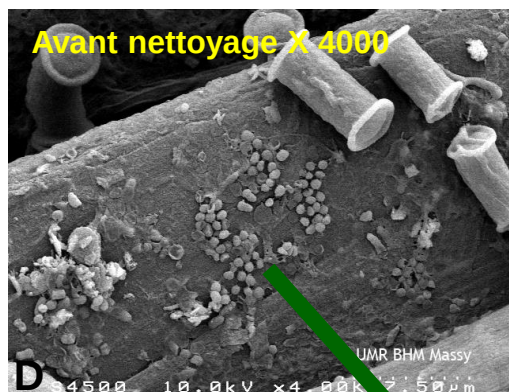
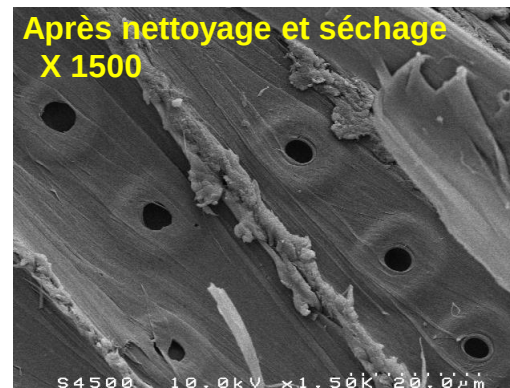
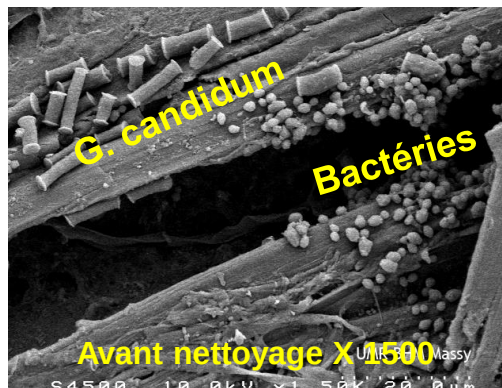
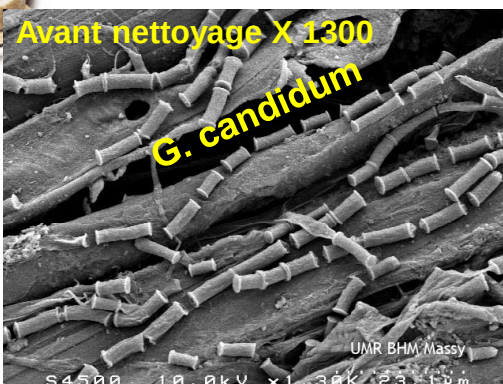
Munster



Une surface brute est plus favorable à l'élaboration d'un croutage typique des fromages

1.3 Propriétés de surface et écologie microbienne

Observations au microscope électronique d'échantillons de planches de Reblochon en fin d'affinage



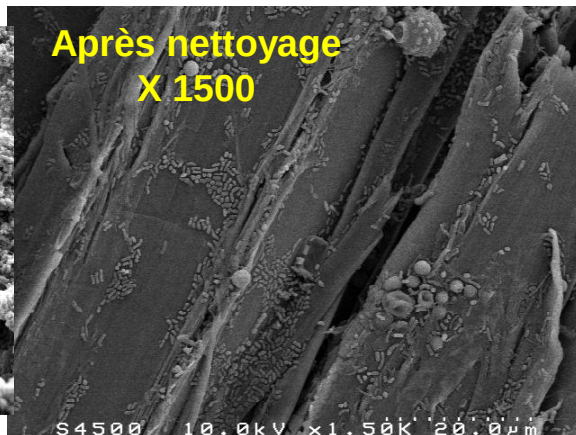
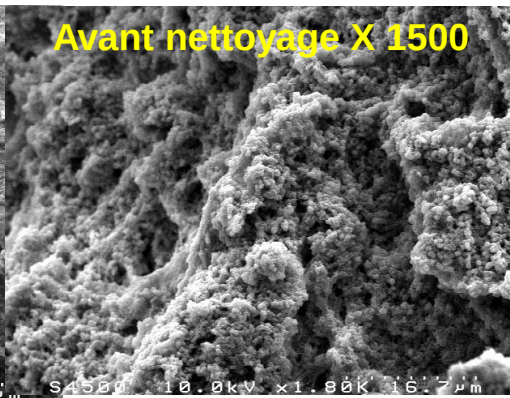
F. Dubois-Brissonnet, UBHM, Massy

Présence de bactéries et de levures (*Geotrichum candidum*) sur les fibres et dans les fissures
Après nettoyage les bactéries et les levures ne sont plus visibles sur les champs d'observations

A: x450, B: x1300, C: x1500, D: x4000, E: x4500, F: x6000

1.3 Propriétés de surface et écologie microbienne

Observations au microscope électronique d'échantillons de planches de Munster en fin d'affinage

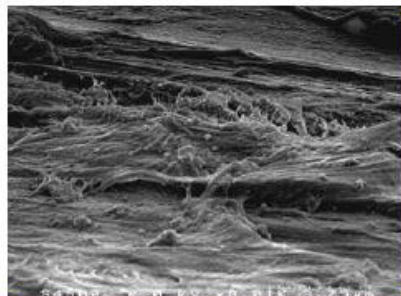


Tapis microbien très épais composés principalement de bactéries (levures rares)

AgroParisTech R. Briandet F. Dubois - Brissonnet & Aériat

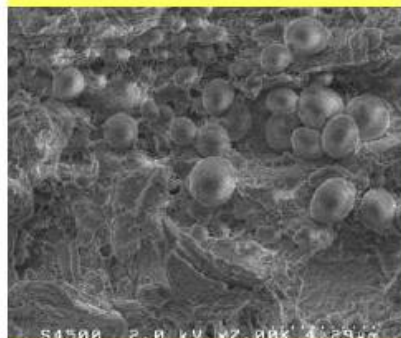
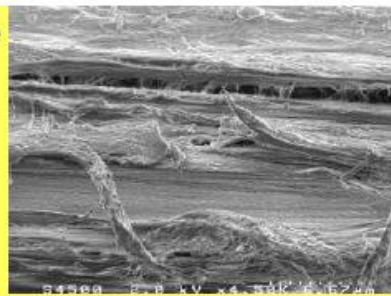
1.4 Propriétés de surface et écologie microbienne

Observations au microscope électronique d'échantillons de gerles en bois utilisées en Salers



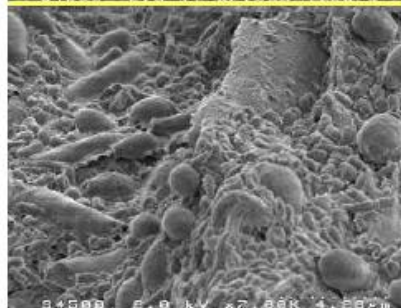
Biofilm Microbien de la gerle

Après élimination des tanins



20j après début préparation

Après préparation au
lactosérum
et fabrication



INRA Aurillac (MC Montel)
et pôle Massif central

1 mois après début préparation et
12 j de fabrication

clichés

UBHM INRA Massy

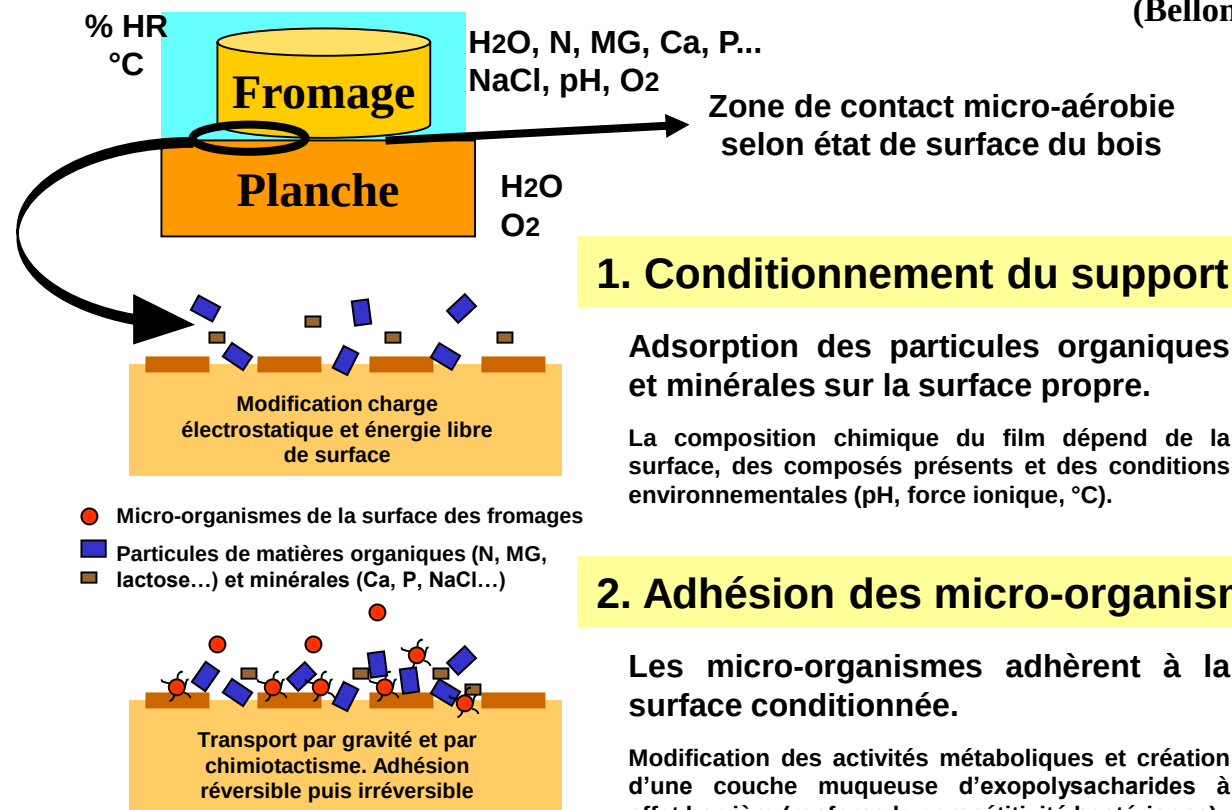


**Tapis microbien ou
biofilm composés
principalement de
bactéries lactiques
intéressantes pour
la fabrication du
fromage et surtout
à biodiversité
spécifique**

1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

Le concept de biofilm sur les surfaces et sur le bois : mécanisme de formation sur les planches d'affinage

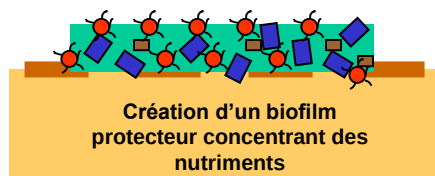
(Bellon-Fontaine et Cerf, 1991)



1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

Le concept de biofilm sur les surfaces et sur le bois : mécanisme de formation sur les planches d'affinage

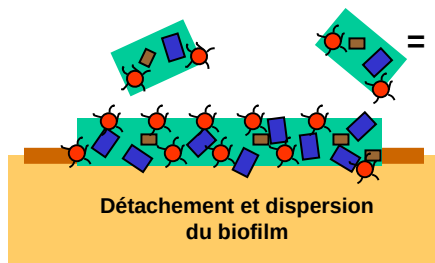
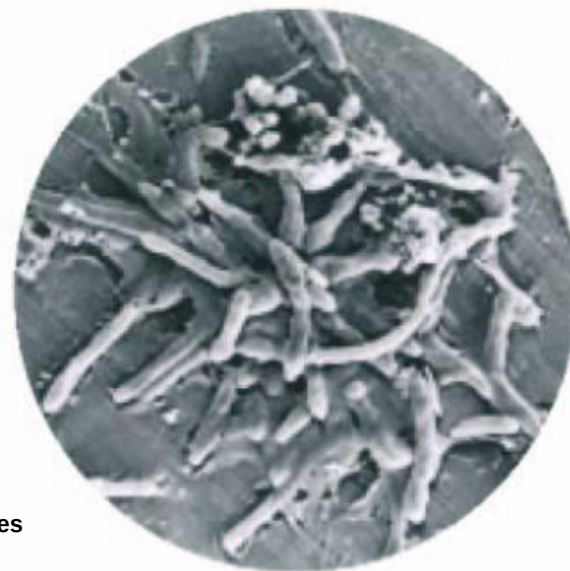
(Bellon-Fontaine et Cerf, 1991)



3. Colonisation de la surface

Les micro-organismes se multiplient
en produisant des exopolysaccharides.

Constitution d'une communauté microbienne au
sein d'une matrice polysaccharidique (biofilm).
Réservoir alimentaire (nutriments, enzymes
digestives sécrétées).



= **ensemencement naturelle**
des jeunes fromages

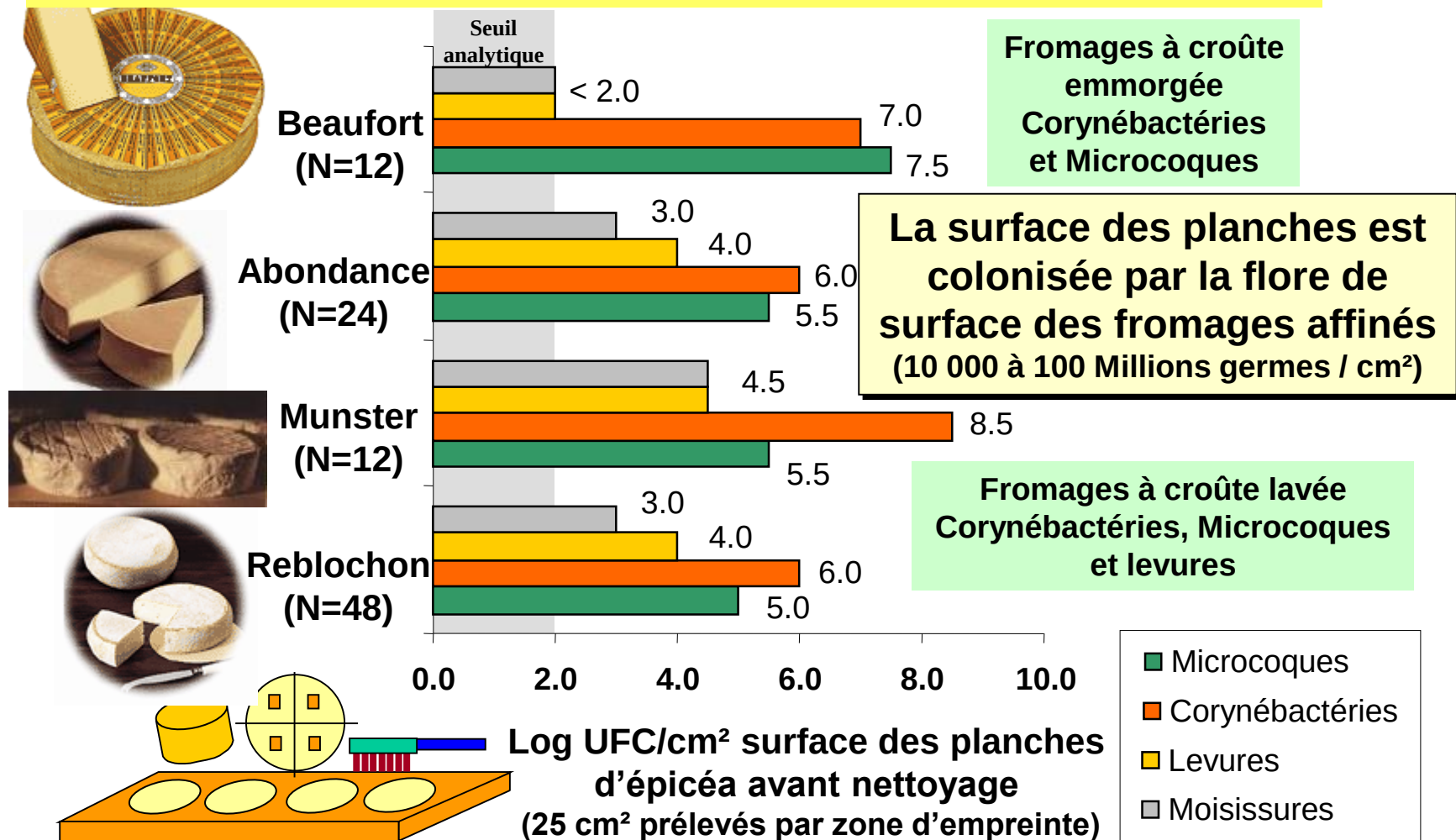
4. Décrochage du biofilm

Pertes plus ou moins importantes selon les
contraintes imposées (abrasion, érosion...).

Ecologie microbienne dirigée par des bonnes pratiques d'utilisation du bois
Savoir-faire transmis depuis des siècles en fromageries traditionnelles

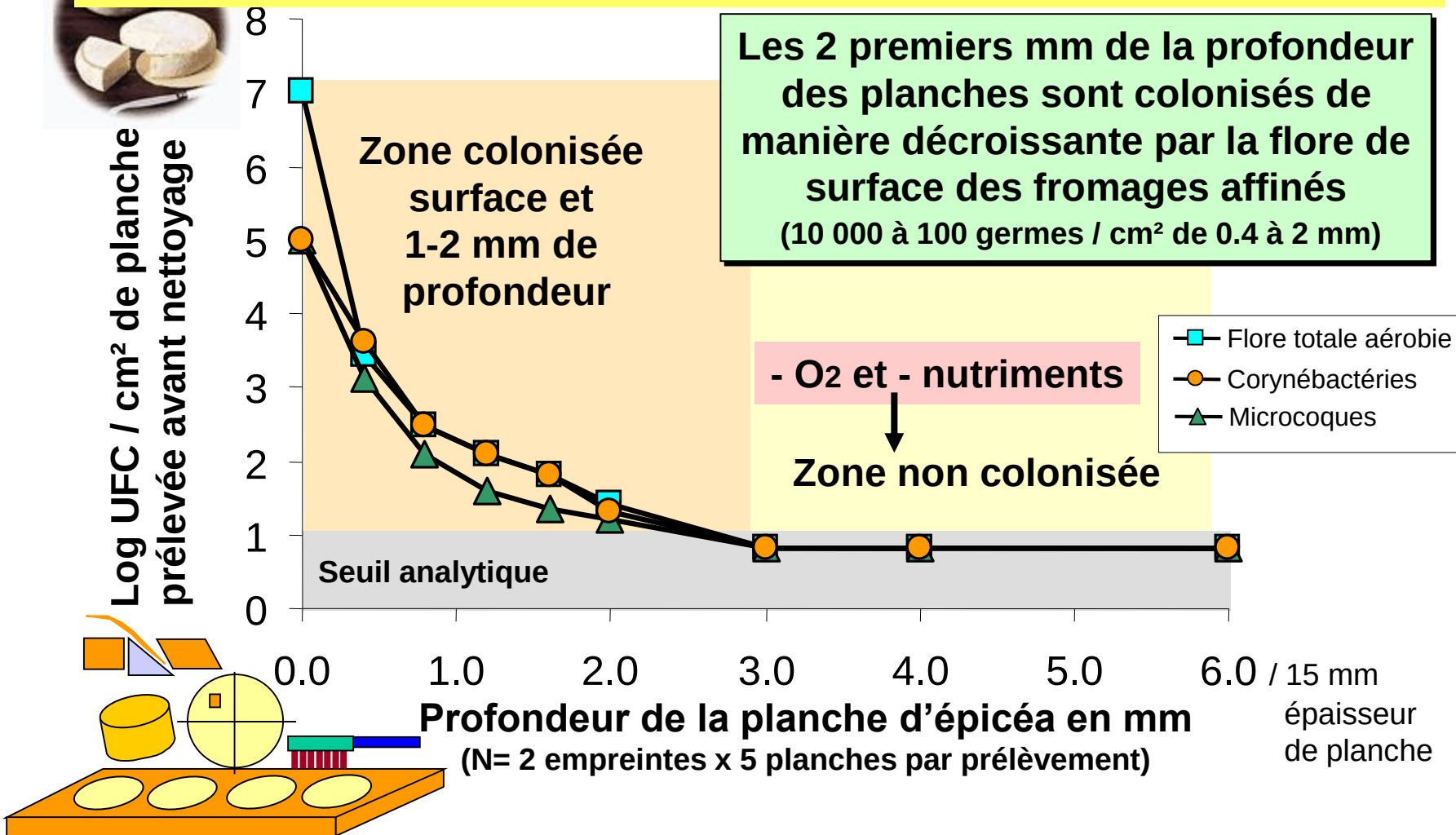
1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

Caractéristiques microbiennes des biofilms sur les planches d'affinage : Surface



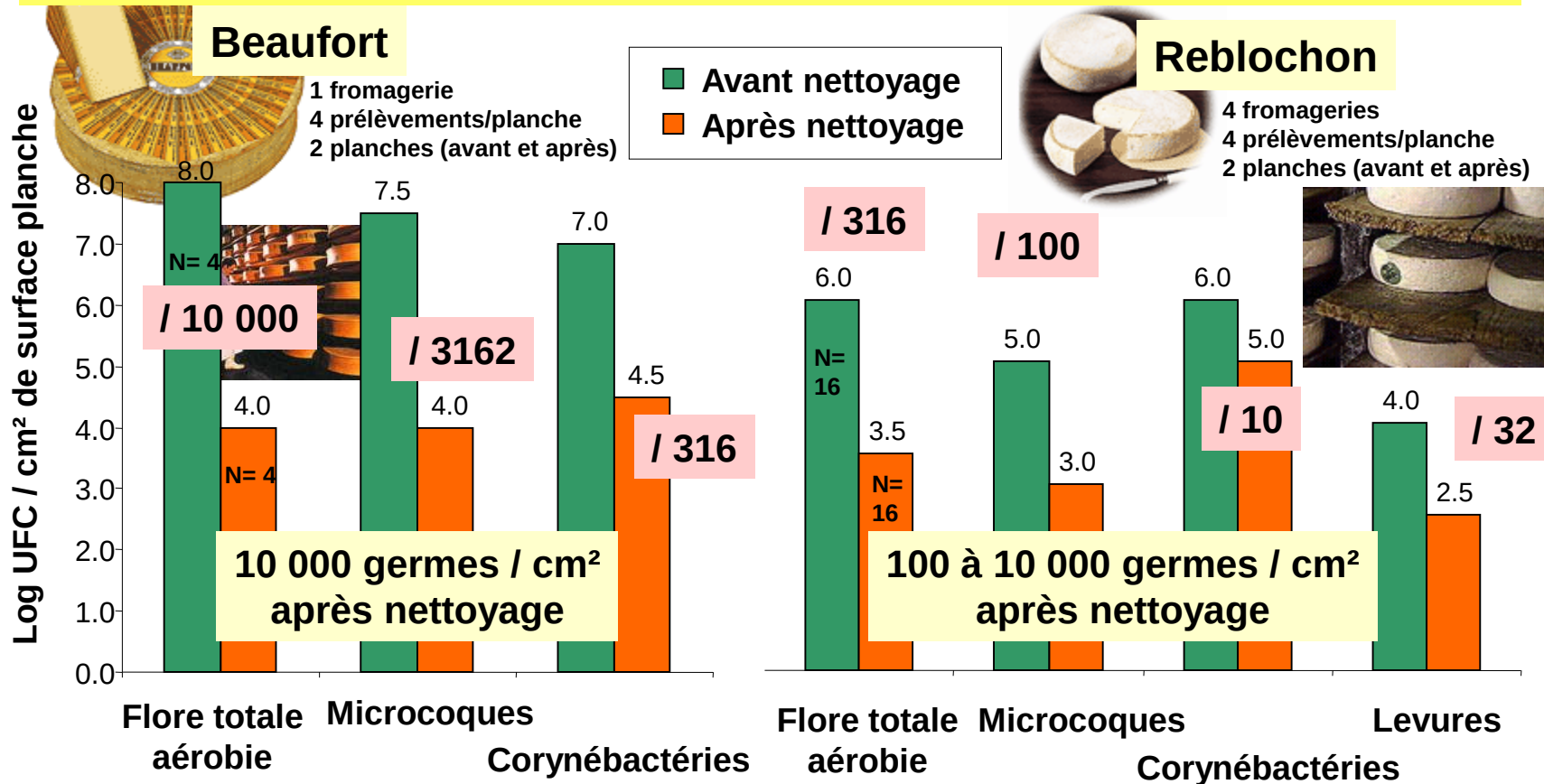
1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

Les techniques de prélèvement et de quantification des biofilms sur le bois : Profondeur



1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

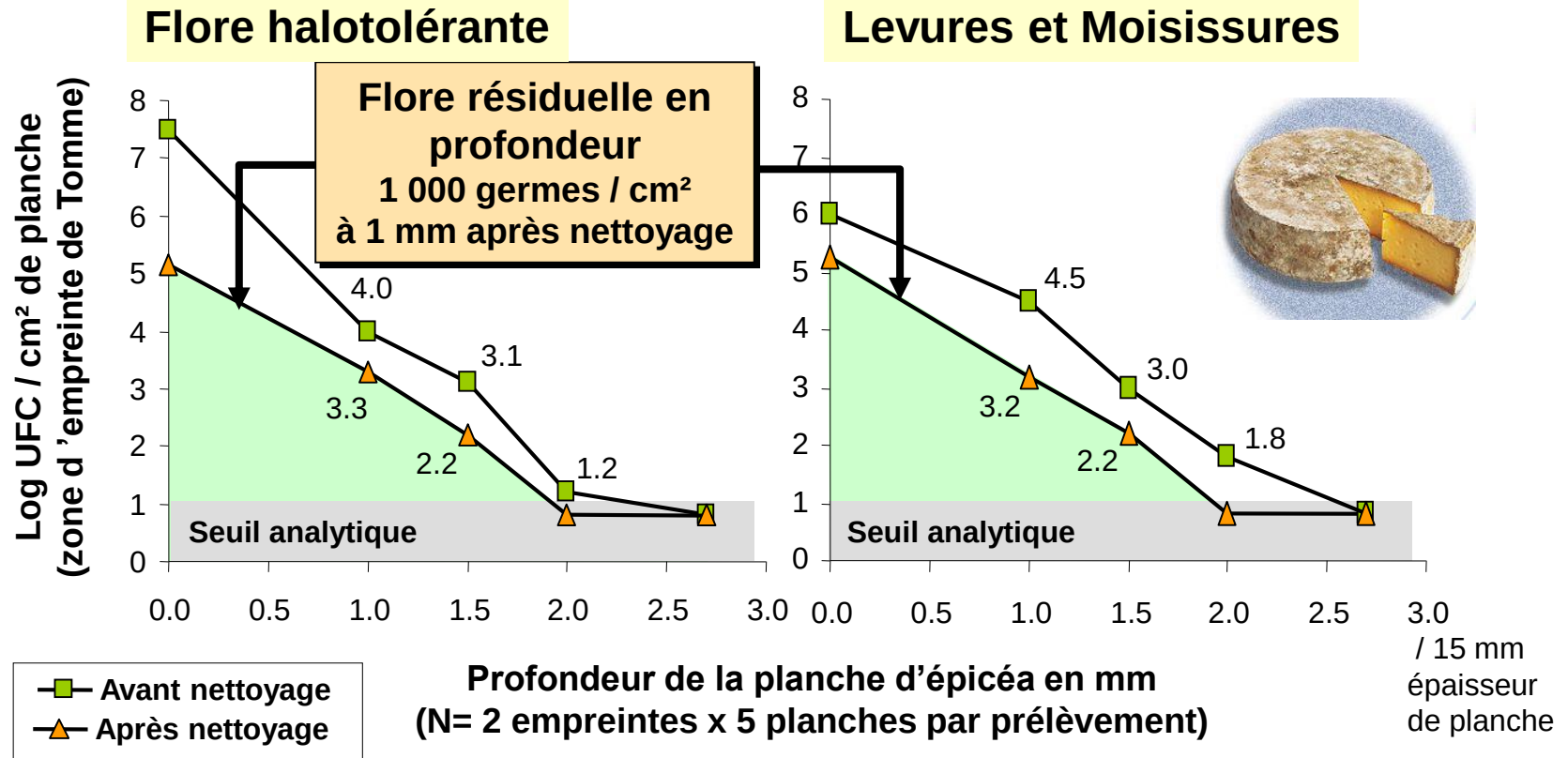
Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : En surface



Le nettoyage traditionnel par trempage à l'eau froide et brossage préserve la flore microbienne d'intérêt sur la surface des planches

1.4 Ecologie microbienne du bois utilisé comme planche d'affinage

Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : En profondeur



Le nettoyage traditionnel par trempage à l'eau froide et brossage préserve la flore d'intérêt en surface et en profondeur des planches

L'utilisation du bois en fromagerie : Les Planches d'affinage

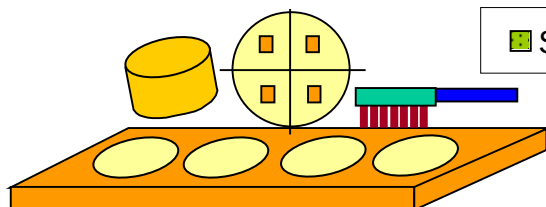
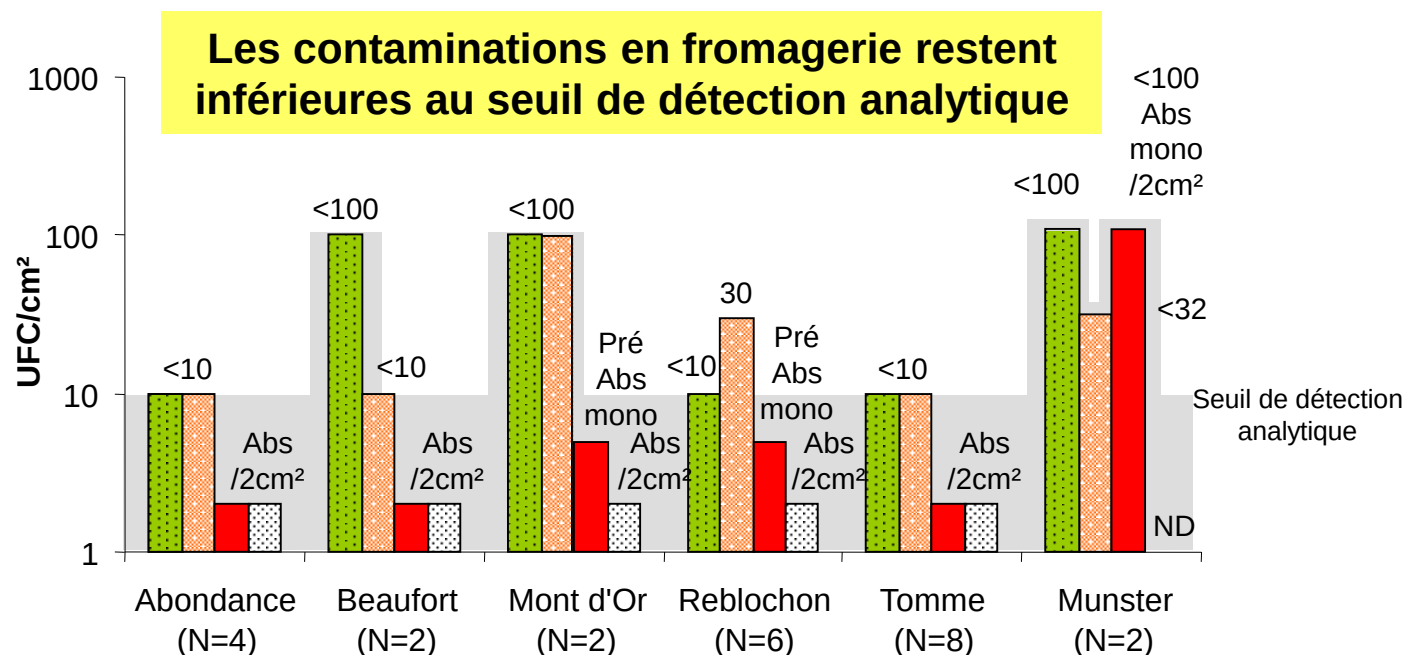
Les propriétés technologiques et hygroscopiques du bois sont en faveur d'une écologie microbienne spécifique adaptée pour fabriquer des bons fromages

Mais le fait que le bois poreux est colonisable par des bactéries, lui donne aussi un statut de matériau à risque sanitaire par les hygiénistes

II. La maîtrise du risque microbiologique lors de l'utilisation des planches d'affinage des fromages

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

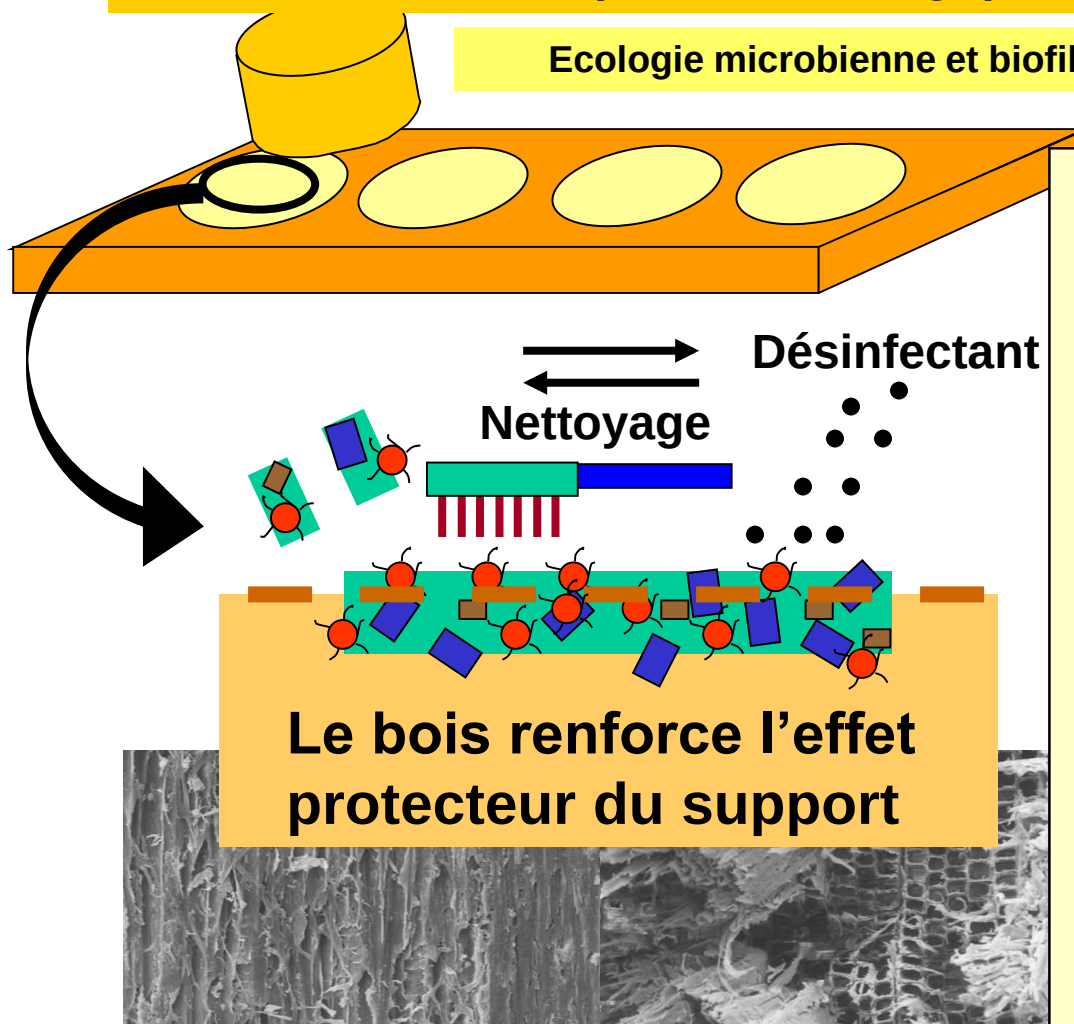
Contamination en pathogènes de la surface des planches utilisées en fromagerie



**N= Planches prélevées par type de fromage avec 4 zones de 6.25 cm²
brossées sur zone d'empreinte soit 96 prélèvements réalisés**

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Ecologie microbienne et biofilm sur les planches d'affinage



Les irrégularités de surface (rugosité, microfissures) offrent plus de protection vis à vis des agressions physiques et chimiques lors du nettoyage (+ de surfaces de fixation, + de nichage microbien)

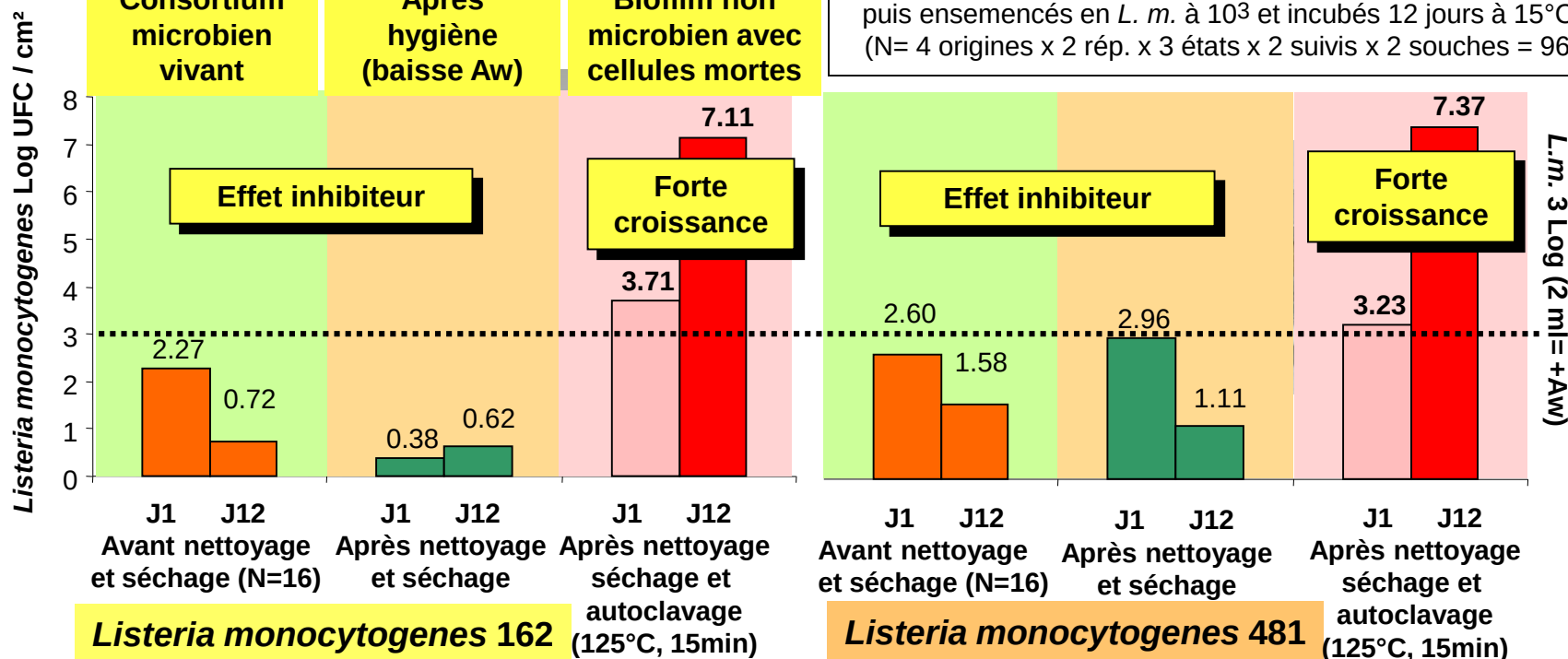
Explique la difficulté des prélèvements microbiens pour les contrôles

L'écologie microbienne dirigée constitue la voie privilégiée pour maintenir une flore positive en limitant le risque lié aux flores d'altération ou pathogènes

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Effet inhibiteur de la croissance de *Listeria* des biofilms de planches d'affinage de reblochon

Biofilms prélevés sur site d'affinage, transportés en labo P2, puis ensemencés en *L. m.* à 10^3 et incubés 12 jours à 15°C (N= 4 origines x 2 rép. x 3 états x 2 suivis x 2 souches = 96)



Les nutriments et la partie microbienne vivante du biofilm provoque un effet inhibiteur sur la croissance de *Listeria monocytogenes* (effet indépendant de la souche de *Listéria*).
Origines probables de compétition nutritionnelle et/ou de composés inhibiteurs.
Pratiques de nettoyage et de séchage importantes pour conserver l'effet en début d'affinage car ici elles préservent ou renforcent l'effet inhibiteur selon la souche de *Listeria*.

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : Des essais

Difficulté de collecte de planches contaminées sur le terrain nécessite la fabrication de Tommes volontairement contaminées en flore indicatrice pathogène :

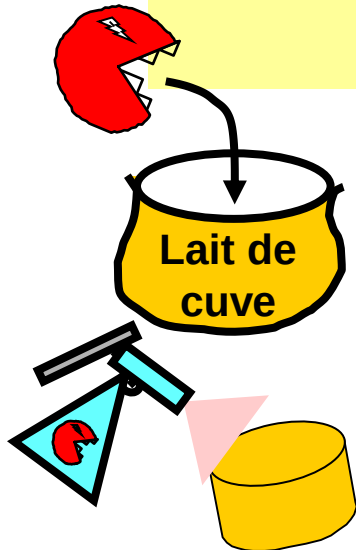
- Laitensemencé en :

Listeria innocua $1.8 \cdot 10^3$ UFC/ml 2 souches (INRA-IUT)

E. coli $1.3 \cdot 10^4$ UFC/ml 2 souches (CIP)

S. aureus $3.6 \cdot 10^3$ UFC/ml 2 souches (CNRZ)

- Fromages J+2 : Aspersiion de la surface des fromages avec un bouillon de culture concentrée



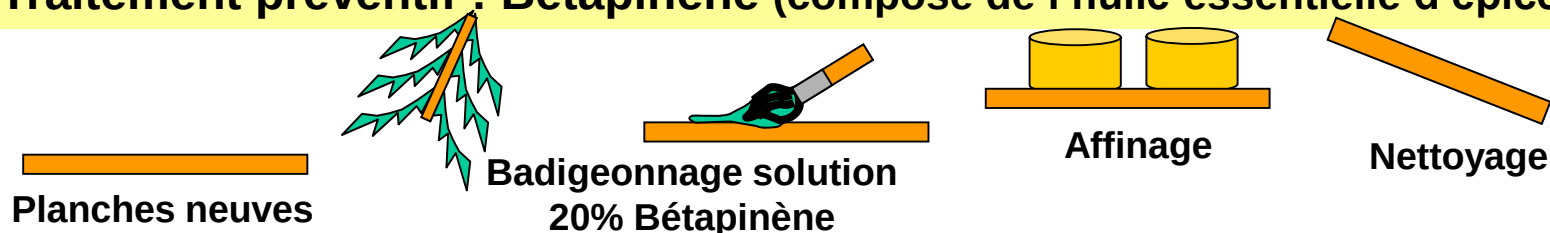
Résultats	<i>Listeria</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
UFC/g 5 Tommes J+4 (5 mm avec croûte)	$9.0 \cdot 10^2$	$2.5 \cdot 10^5$	$2.2 \cdot 10^5$
UFC/cm ² 12 planches J+28 (Surface)	$4.6 \cdot 10^5$	$7.2 \cdot 10^2$	$1.4 \cdot 10^4$

Colonisation des bactéries indicatrices de contaminations pathogènes exagérée pour mesurer l'efficacité des procédés de sanitation

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : Des essais

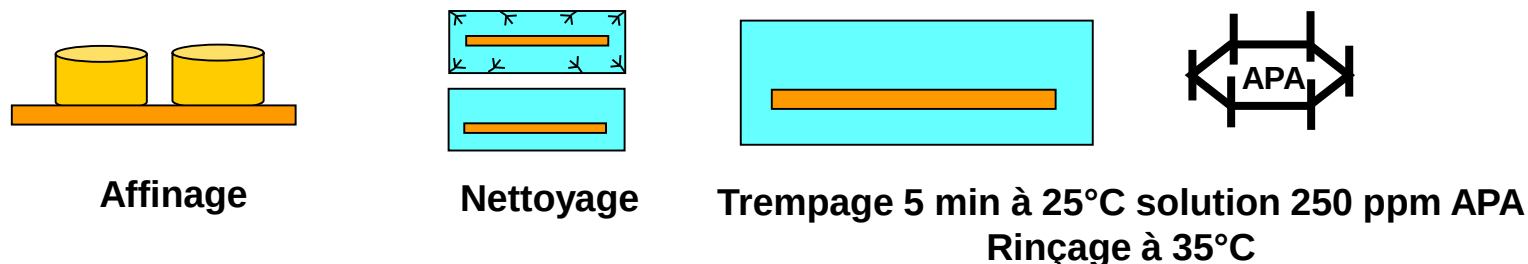
Traitement préventif : Bétapinène (composé de l'huile essentielle d'épicéa)



Nettoyage : Brossage ou Cabine



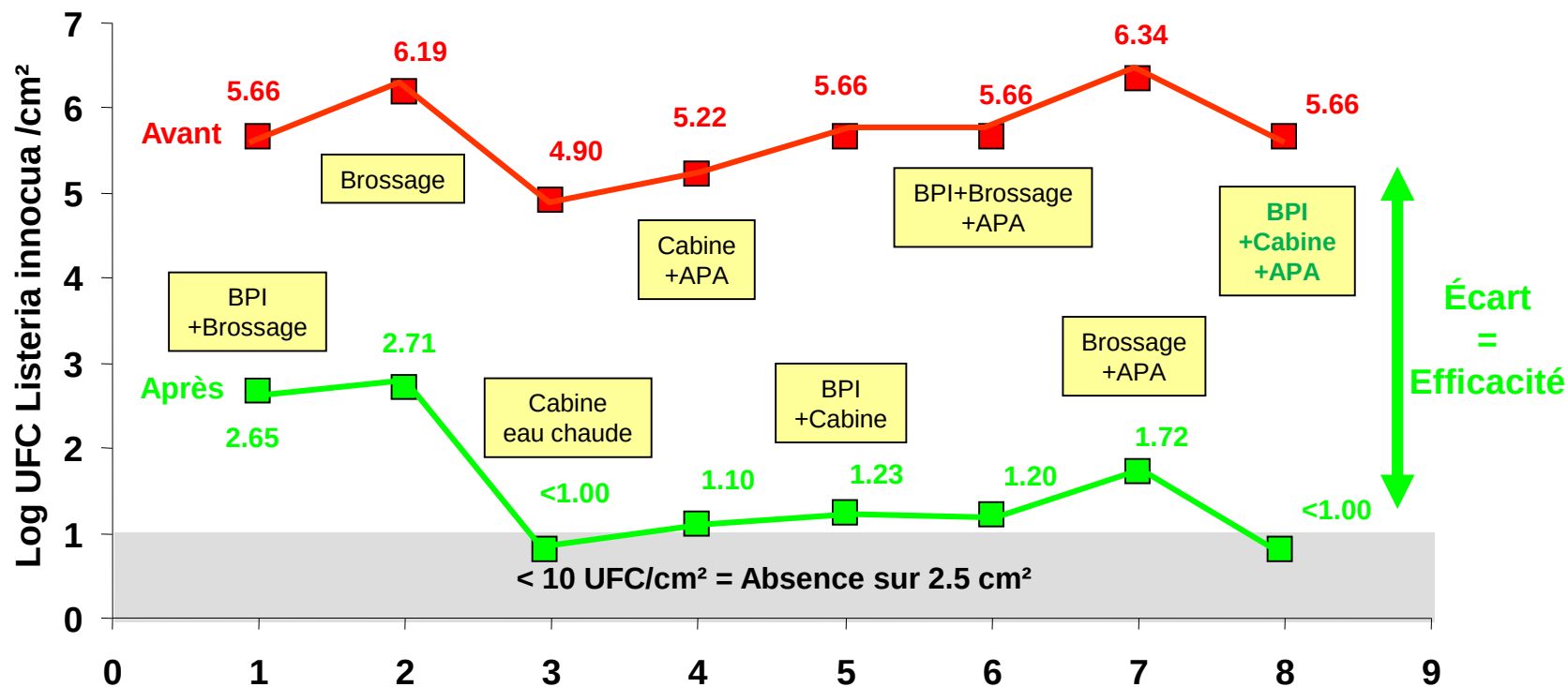
Désinfection chimique : Acide peracétique



II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : Des essais

Effet des procédés de sanitation sur la colonisation des *Listeria innocua* à la surface des 24 planches d'affinage en Bois ayant affinés des fromages contaminés

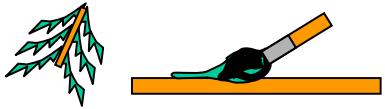


■ Moyenne avant opérations de nettoyage et désinfection ■ Moyenne après opérations de nettoyage et désinfection

II. La maîtrise du risque microbiologique des planche d'affinage

Effet du nettoyage et du séchage sur les caractéristiques des biofilms : Des essais

avant sanitation surface 5 à 6 log *Listeria* et 7 à 8 log flore tech.



**1. Badigeonnage
Bétapinène**

Eau 35°C
5 min

2. Brossage

Eau 82°C 30 min

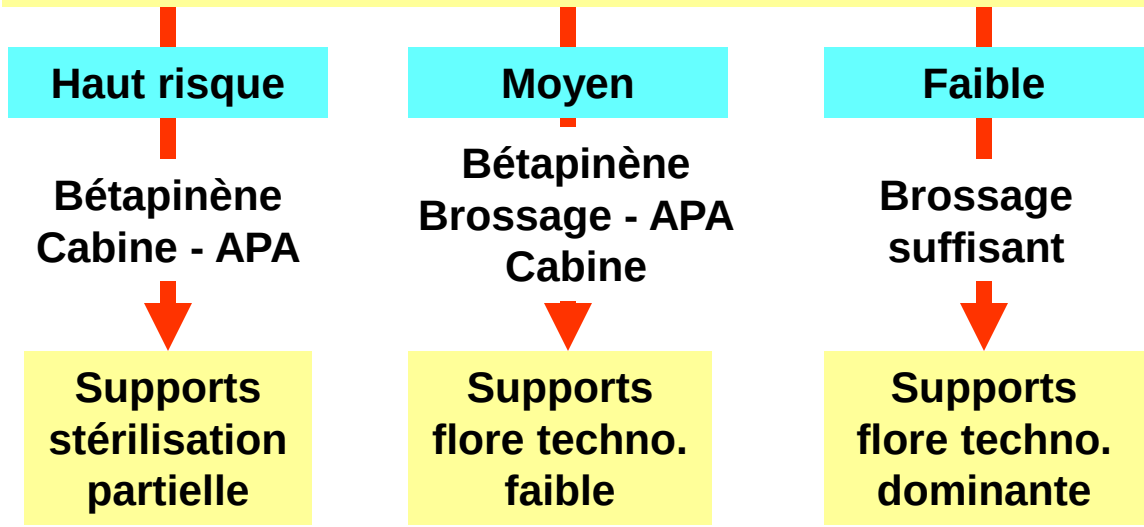
3. Cabine



**4. Acide
peracétique**

	1	2	3	4
Listeria				
Surface UFC/cm ² après	- 1 à 2	-3.5	> 4.0	-1.0 log
Profondeur UFC/0.6 cm ²	- 1 à 2	-1 à 2	Absence	-1.0 log
Flore technologique				
Surface UFC/cm ² après	4 à 5	4 à 5	3 à 4	3 à 4 log

**Le choix des procédés de nettoyage-désinfection
dépendra du risque de contamination évalué**



Le bois et l'affinage des fromages : Une combinaison gagnante

Conclusion : Le bois c'est bon pour les fromages

**Le bois est un auxiliaire
technologique traditionnel
bénéfique pour l'élaboration de la
qualité des fromages AOP**

**C'est un matériau écologique (puit
de carbone, durable et recyclable),
donc économique et irremplaçable
en fromagerie**

**Il est nettoyable et désinfectable
mais sur la base des bonnes
pratiques fromagères (savoir-faire)**

Manuel d'utilisation du bois 2012

