



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
**Agroscope**

# Un affinage réussi : comment climat et soins influencent la morge

**Nicolas Fehér**

Groupe de discussion FR, Romanens le 18 mars 2025





# Exemple cas pratique : fromage à raclette



Coloration brun foncé du côté des fromages à l'âge d'env. 6-8 semaines

## Mesures prises

- Cave nettoyée et désinfectée
- Apport d'air frais augmenté
- Utilisation de la CMS 704 et plus tard 703
- Causes détectées par l'analyse métagénomique 16S



# Echantillons pour l'analyse métagénomique 16S

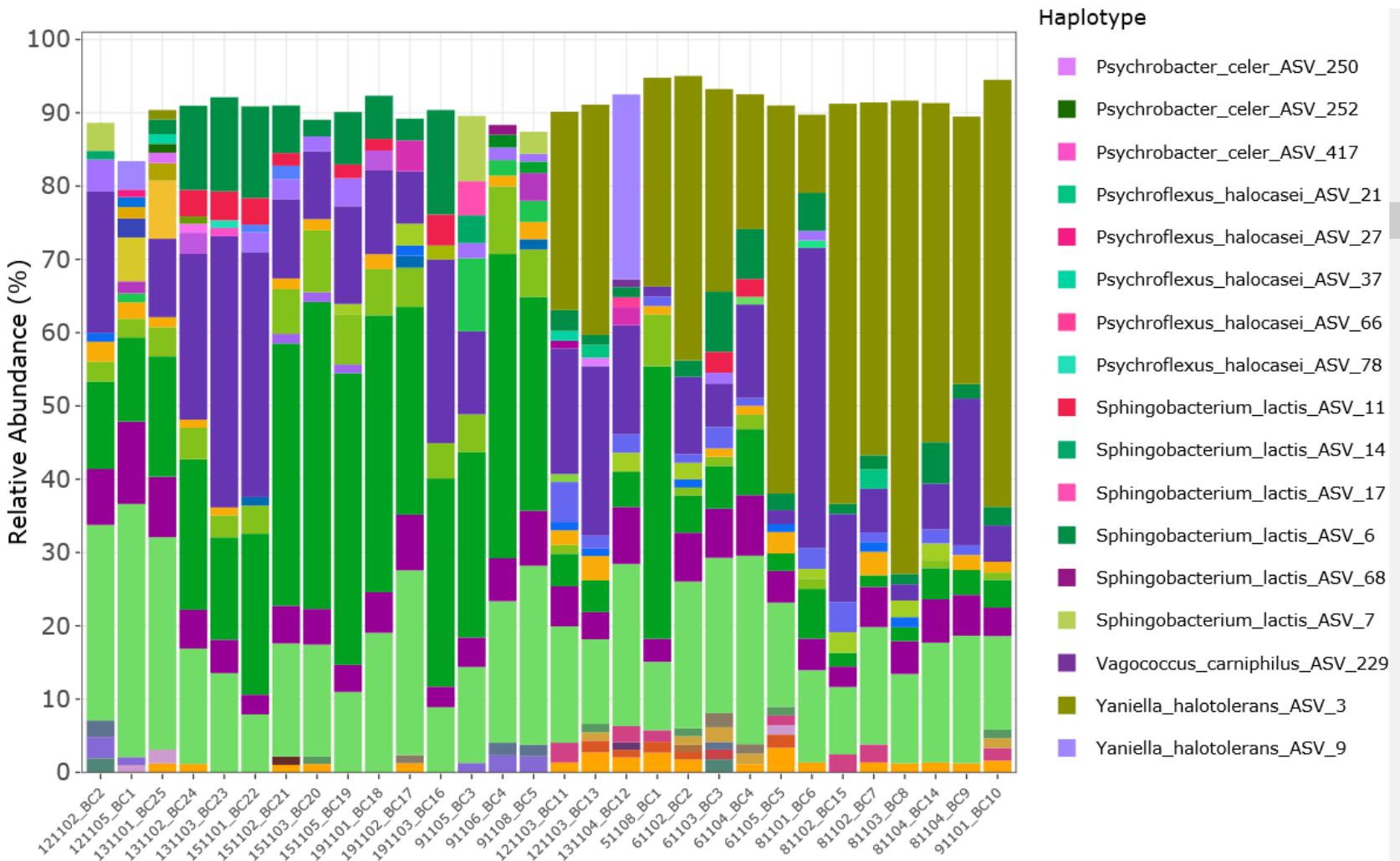
15 échantillons de  
morge **avec défaut**



15 échantillons de  
morge sans **défaut**

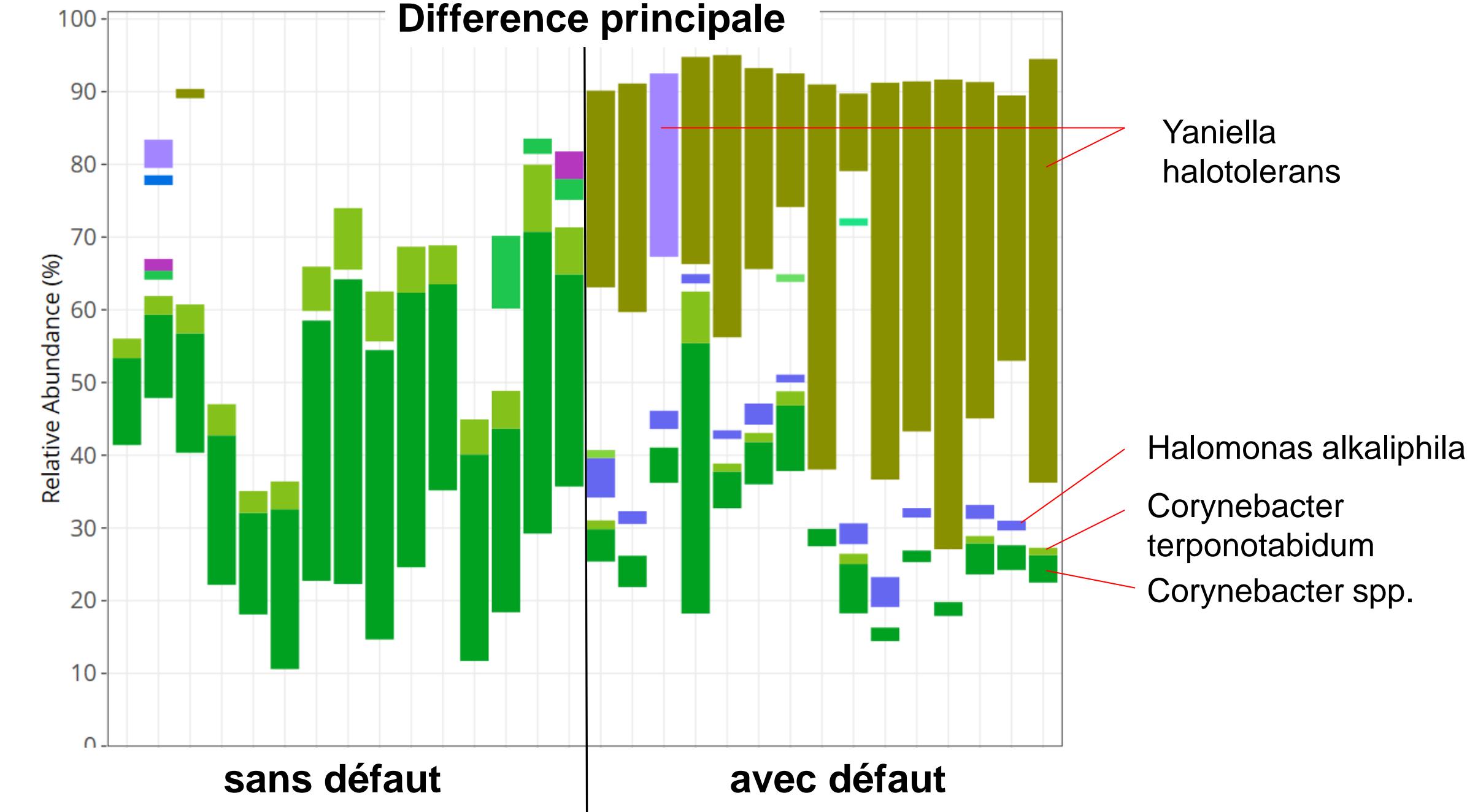


# Résultats analyse métagénomique 16S



Formation optimale de la marge par une synergie parfaite

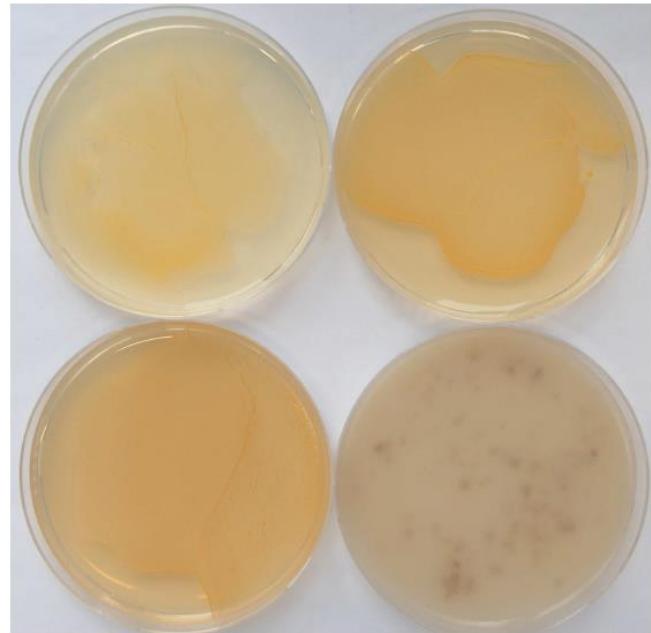
Groupe de discussion FR, Romanens le 18 mars 2025





# ***Yaniella halotolerans***

- coques gram+ immobiles aérobies
- température 10 - 40 °C optimum 28-29 °C
- **pH 7.0 - 8.0** optimum pH 7.5
- tolérance à la salinité 0 – 25 %
- glucose +
- lactose +
- galactose +
- mannitol +
- réduction du nitrate +
- production de H<sub>2</sub>S



*Yaniella halotolerans*



# Halomonas alkaliphila

- bâtonnets gram- mobiles aérobies
- température 5-50°C optimum 37 °C
- pH 7.5 - 10 optimum pH 9.0
- Tolérance au sel 0 - 20 % optimum 10 %
- glucose +
- lactose +
- galactose +
- réduction du nitrate +
- clivage de la tyrosine +

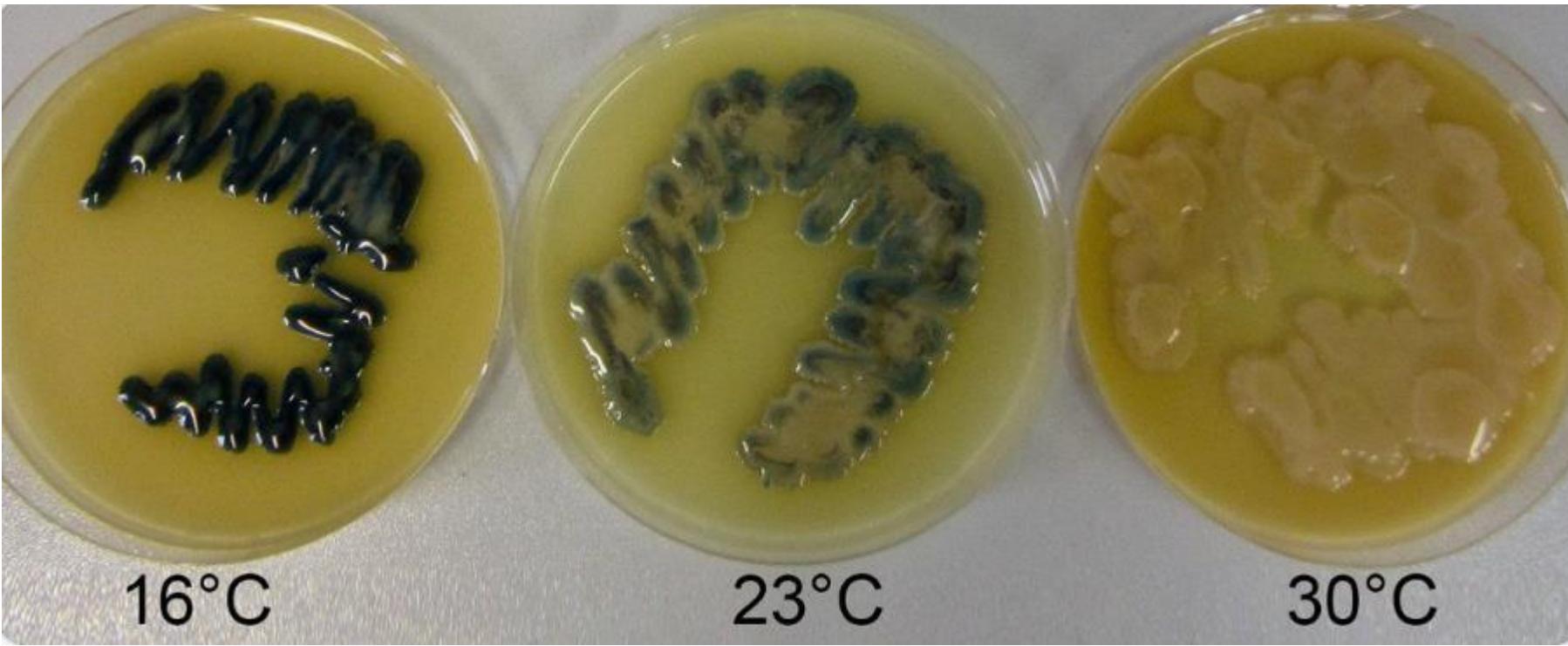


Romano et al. 2006. J. Gen. Appl. Microbiol., 52, 339



# Halomonas nigrificans

- Isolat von schwarz verfärbten Harzer Käse (Max Rubner Institut, Kiel)





# Défaut de morge semblant chez le Gruyère ?



## Mesures :

- Prévenir la contamination croisée en isolant les fromages contaminés des autres autant que possible.
- Frotter les fromages contaminés en dernier. Nettoyer ensuite le matériel pour les soins (robot).



# Entérobactéries dans la morge

principalement ***Proteus* spp.** :

- décompose les substances organiques
- développe des odeurs désagréables (de la morge qui pue)
- dégrade la qualité du fromage
- *Proteus vulgaris* repousse les bactéries qui amènent la coloration souhaitée de la morge (Athrobacter / Brevibacterium)
- spécialement problématique pour les fromages préemballés

**Recommandation:**

Analyser la présence d'entérobactéries en cas d'apparition de morges collantes ou malodorantes.

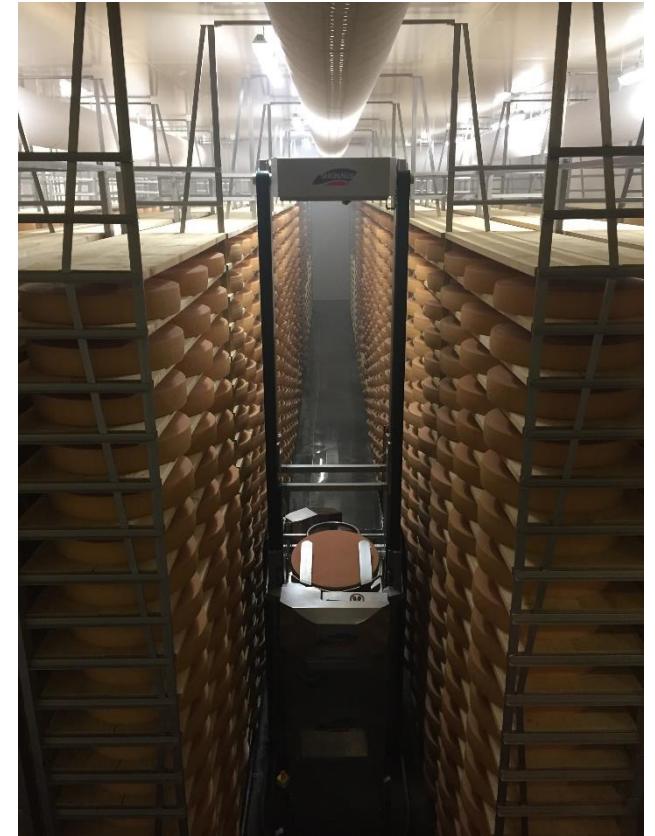
Analyser en même temps le bain de sel.





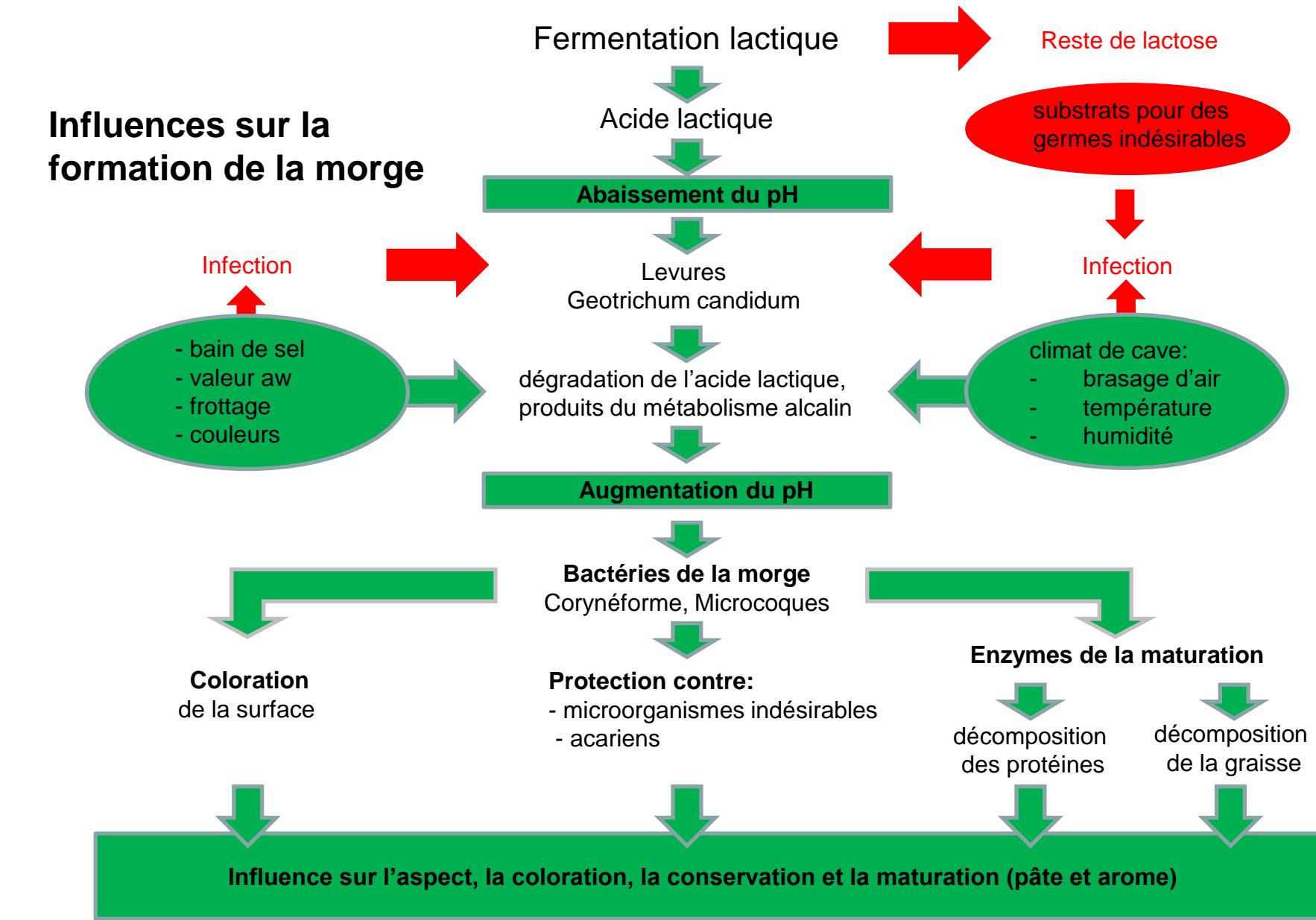
# Le rôle de la morge

- Evite l'assèchement du fromage
- Protection contre les organismes indésirables
- Critère de qualité
- Influence:
  - la maturation (accélère la protéolyse)
  - la pâte (rend la pâte plus onctueuse)
  - le goût et l'arôme (développe des composés aromatiques)





## Influences sur la formation de la morge





# Chaque phase de la maturation est importante !

## 1. Dégradation de l'acide lactique

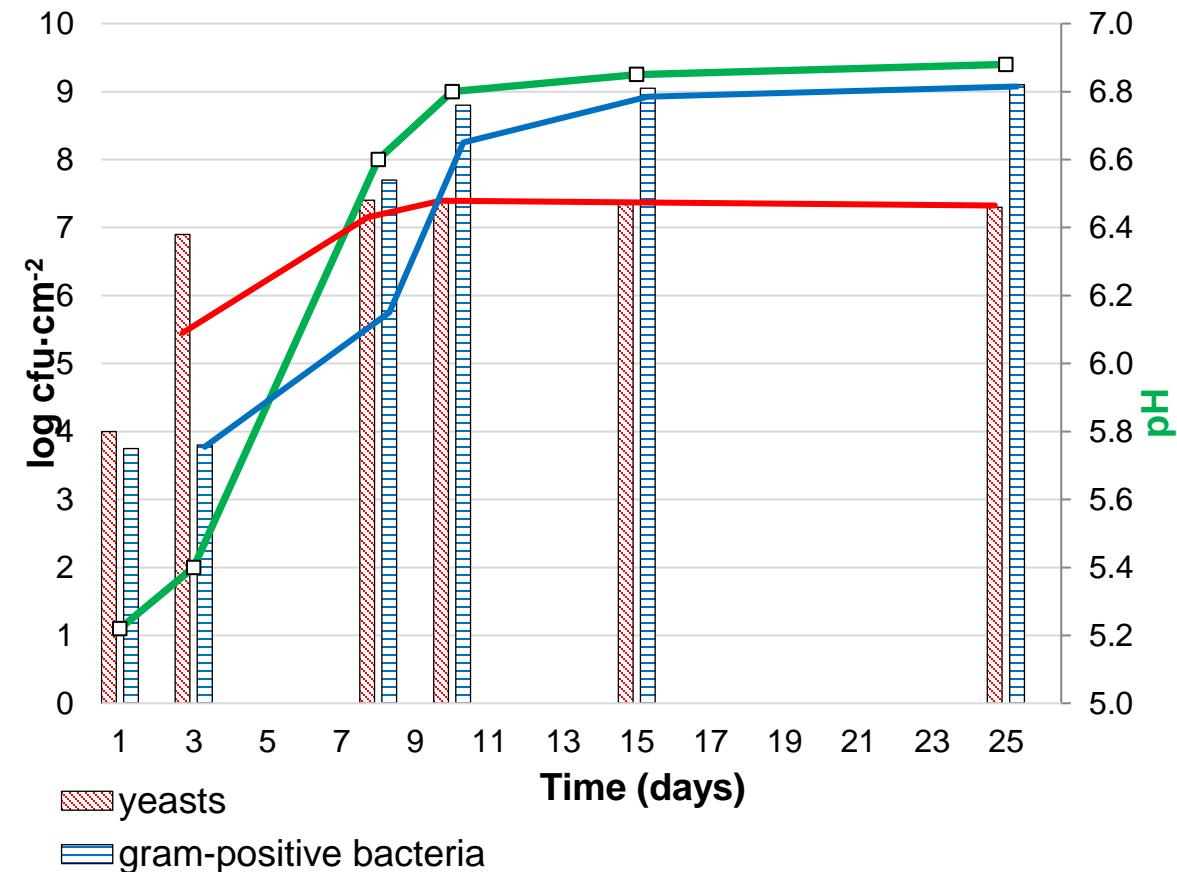
- Par des levures, *Geotrichum*, *Penicillium*
- Augmentation du pH en surface

## 2. Migration de l'acide lactique

- De l'intérieur vers l'extérieur
- Augmentation du pH dans le fromage entier
- L'activité des enzymes de maturation dans la pâte augmente
- Microcoques & Staphylocoques

## 3. Suite de la maturation

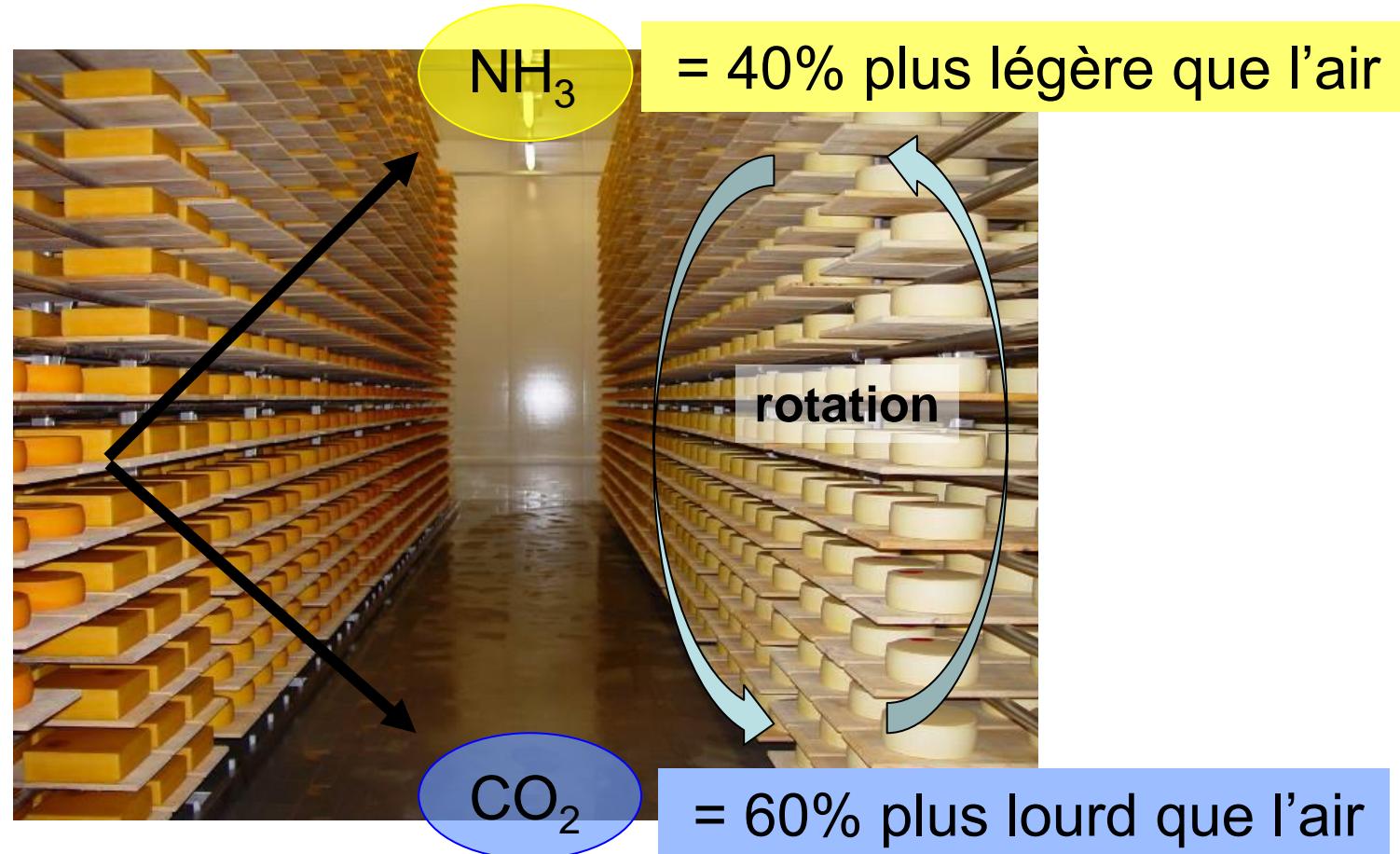
- Bactéries coryneformes
- Formation des arômes





# Aération optimale et homogène pour une croissance optimale et homogène des microorganismes !

**Protéolyse**  
désaminase des  
acides aminés



Comment l'air est-il brassé?



# La qualité d'air de la cave

***Le fromage s'imprègne du climat dans lequel il est affiné !***

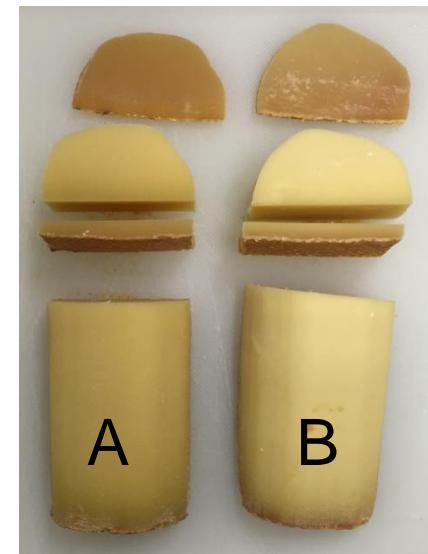
## Gaz :

Les corps organiques échangent constamment des gaz avec leur environnement selon les lois de la diffusion. Un aliment ou un objet poreux va capter des molécules de son environnement jusqu'à atteindre un équilibre avec celui-ci.

## Exemple :

Fromages affinées dans des caves avec une teneur en ammoniac trop élevée.

Fromages de 11 mois provenant de la même cuve mais affinés dans 2 caves différentes après la taxation



A: ammoniac extrêmement élevé >100ppm



# La qualité d'air de la cave

***Le fromage s'imprègne du climat dans lequel il est affiné !***

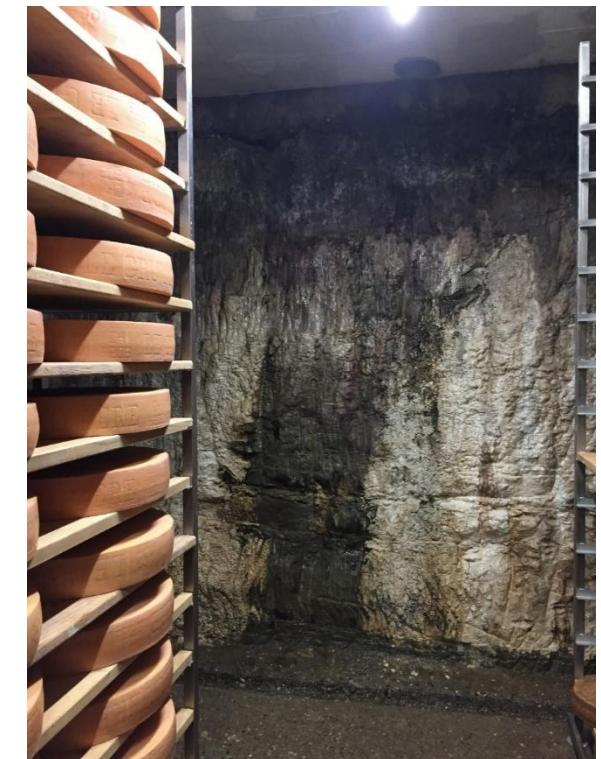
## Arôme :

Un aliment ou un objet poreux va capter des molécules de son environnement jusqu'à atteindre un équilibre avec celui-ci.

Les graisses sont particulièrement efficaces pour absorber les arômes et les odeurs.

## Exemple :

Un fromage affiné dans une cave humide va s'imprégnier des arômes ambients (champignons, bois, fermentation d'autres fromages). C'est pourquoi un fromage affiné dans une cave naturelle a un goût différent.





# Une température stable empêche les fortes variations de l'humidité relative !

22,4 % HR

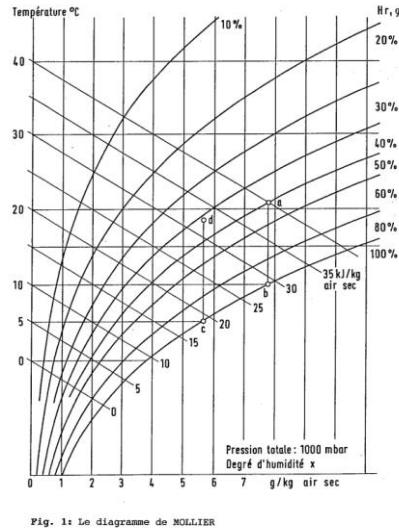
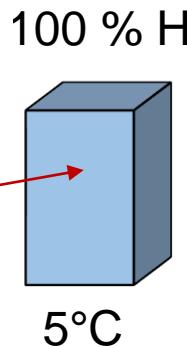
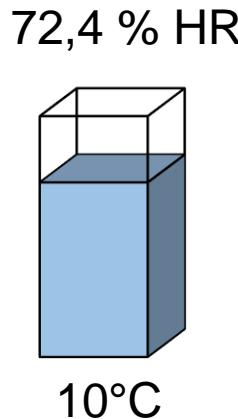


Fig. 1: Le diagramme de MOLLIER

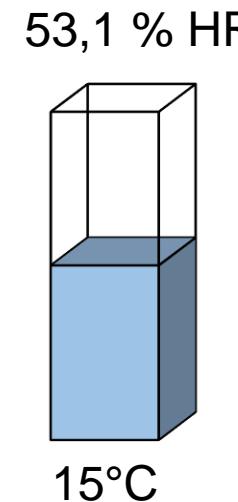
Teneur en vapeur d'eau max.  $6,8 \text{ g/m}^3$



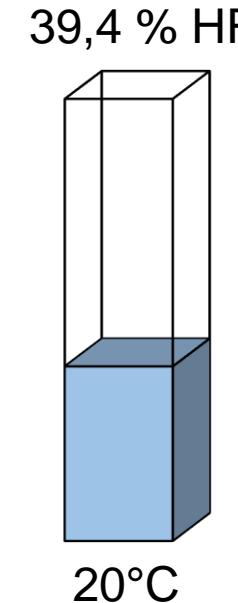
5°C



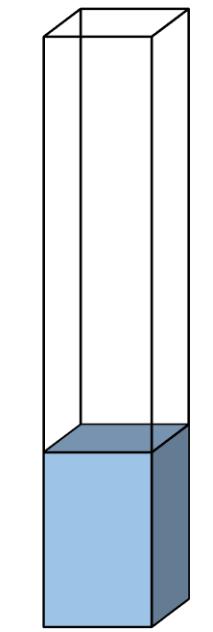
10°C



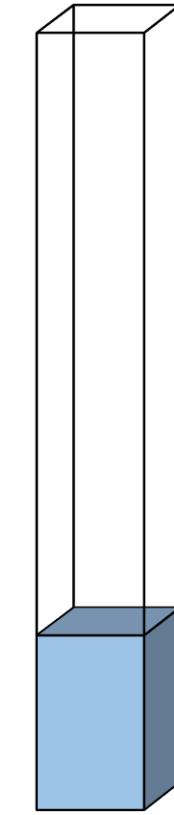
15°C



20°C



25°C

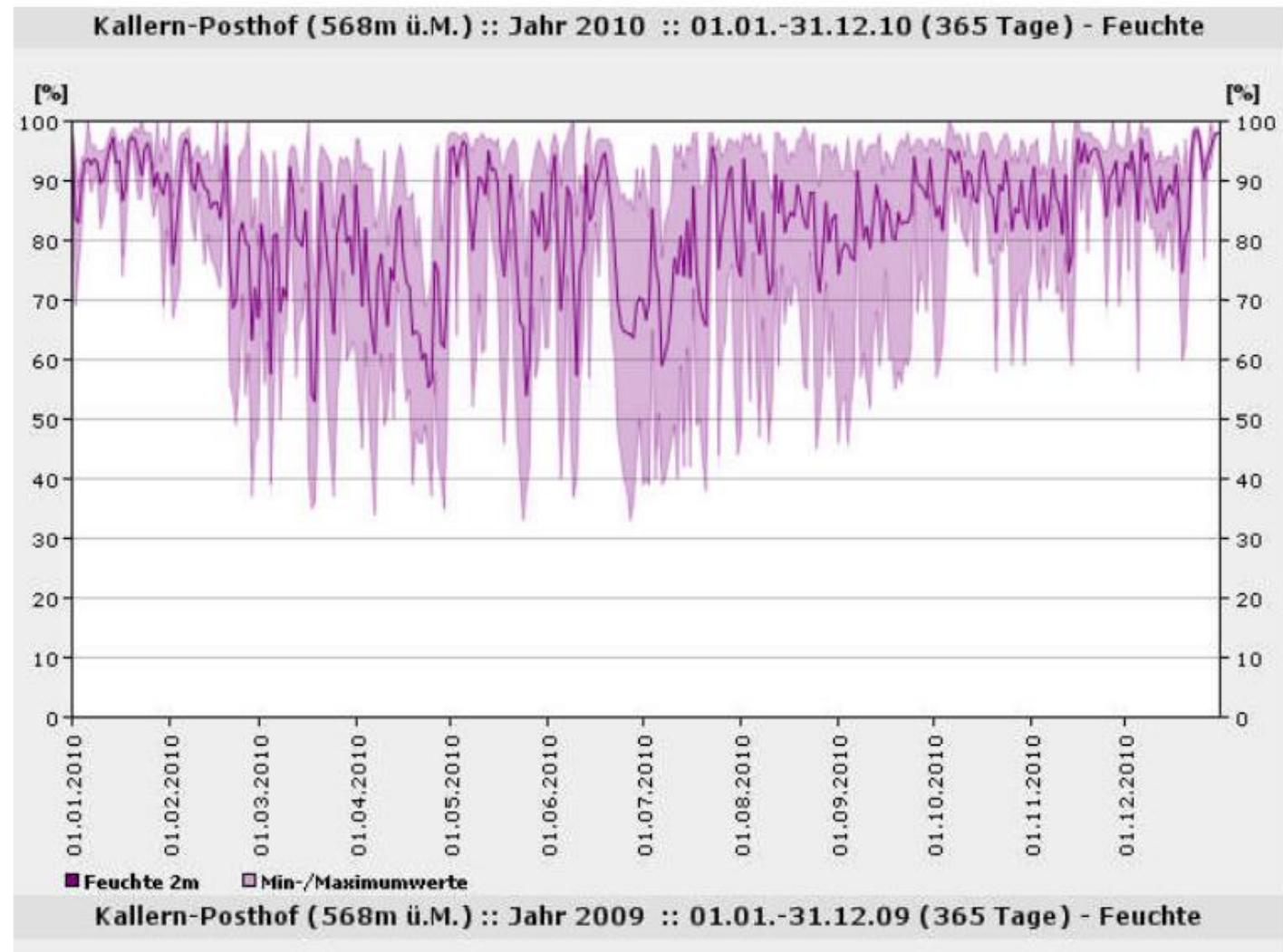


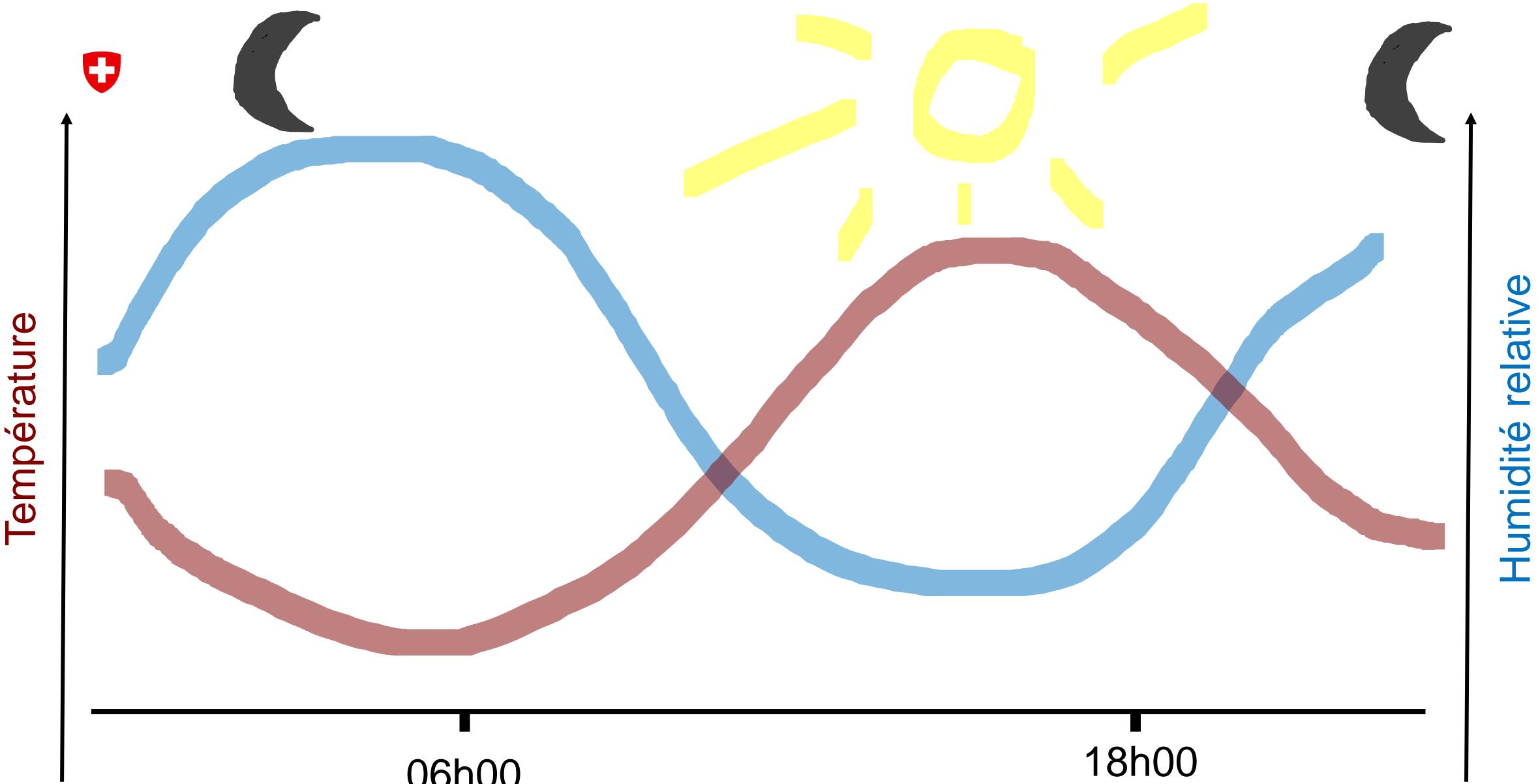
30°C



Durchschnittlich betrug die relative Luftfeuchtigkeit 83.2% (2010: 82.7 %). Am höchsten erstmals am 6. Januar bei 100% und am tiefsten am 24. Mai 2009 um 15.00 Uhr bei 33.0%.

Exemple: humidité relative pendant une année.







# Une humidité relative stable évite les défauts de la morge !

## Trop base :

Le séchage de la croûte du fromage provoque la transpiration des graisses, modifiant ainsi les conditions à sa surface.



## Trop élevée :

Si l'humidité de l'air est trop élevée des conditions anaérobies peuvent apparaître. Cela peut entraîner des fermentations indésirables de la morge.



Les cultures de surface ont besoin d'oxygène. Pour la production des cultures mixtes de surfaces CMS, de l'air est insufflé.

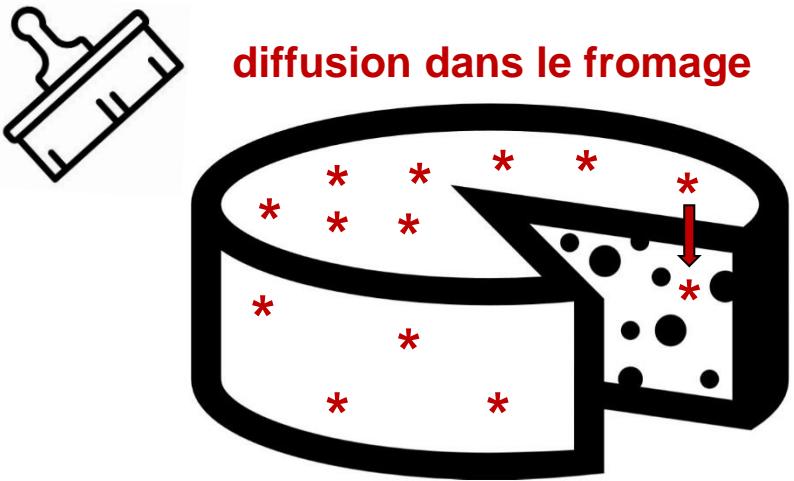


# La formation d'acides carboxyliques dans la morge

Microorganismes **aérobies** = dioxyde de carbone, ammoniac, eau

Lors de condition anaérobies, la flore saine de la morge meurt et des métabolismes de putréfaction s'installent

Microorganismes **anaérobies** = amines, composés soufrés, acides carboxyliques volatils

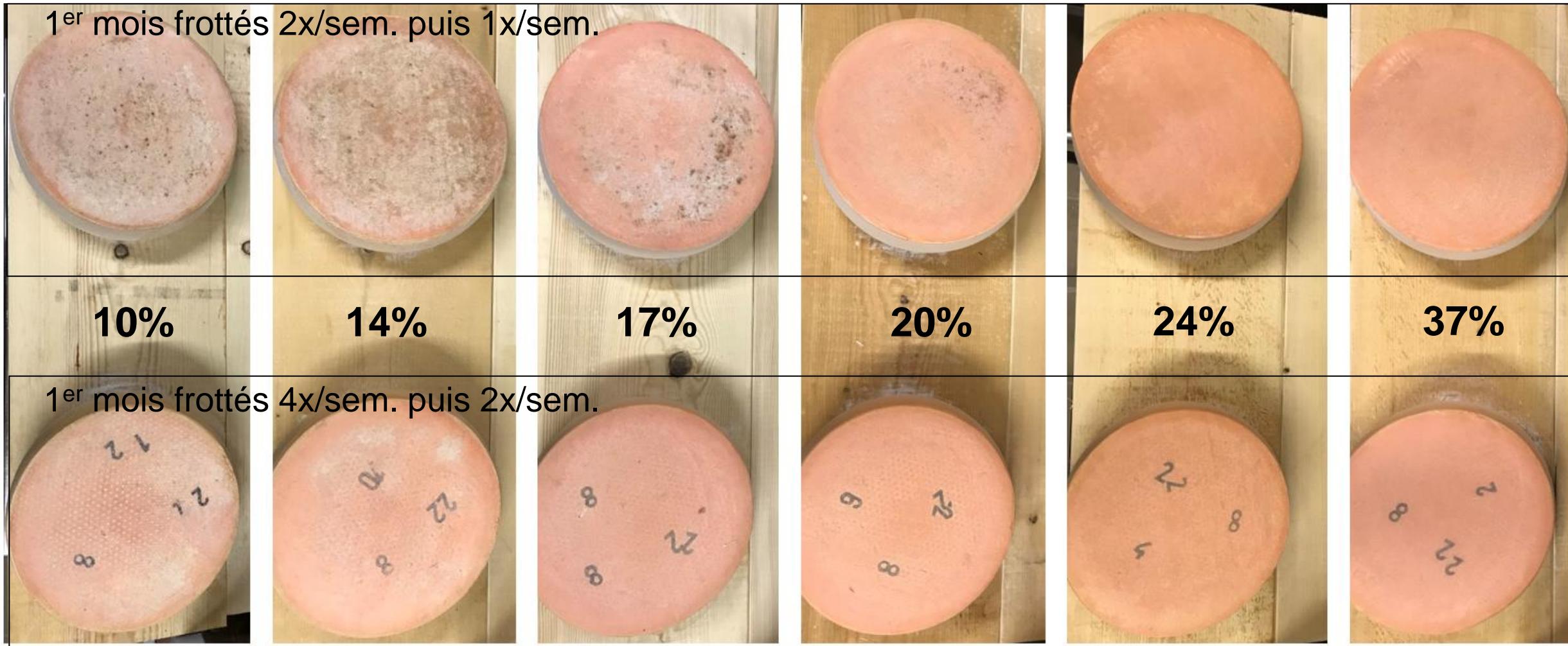


- acide propionique
- acide i-butyrique
- acide i-valérique
- etc.



# L'humidité des tablards est décisive !

## fromage à 3,5 mois

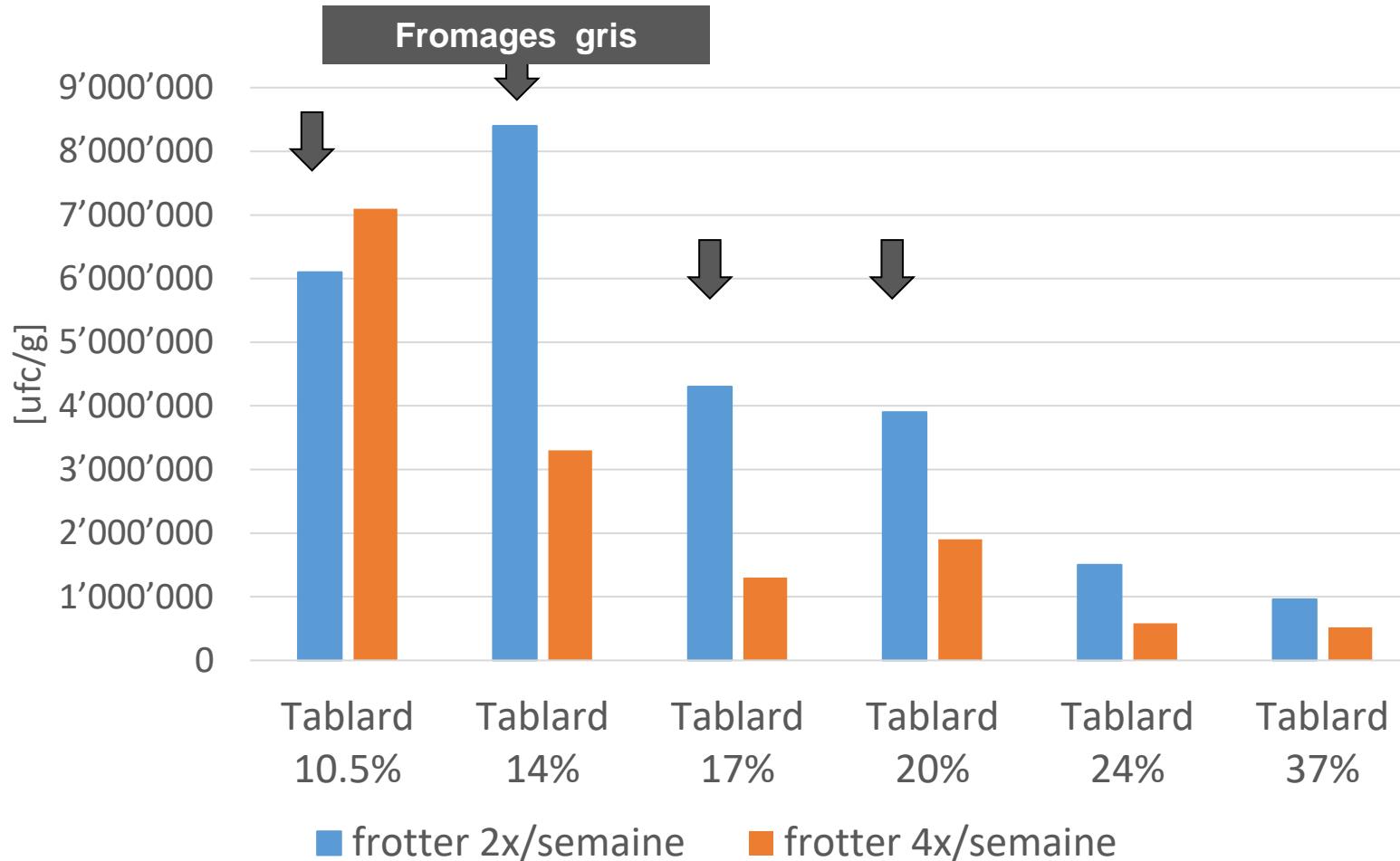


Formation optimale de la marge par une synergie parfaite

Groupe de discussion FR, Romanens le 18 mars 2025



# Moisissures dans la croûte et sous-croûte

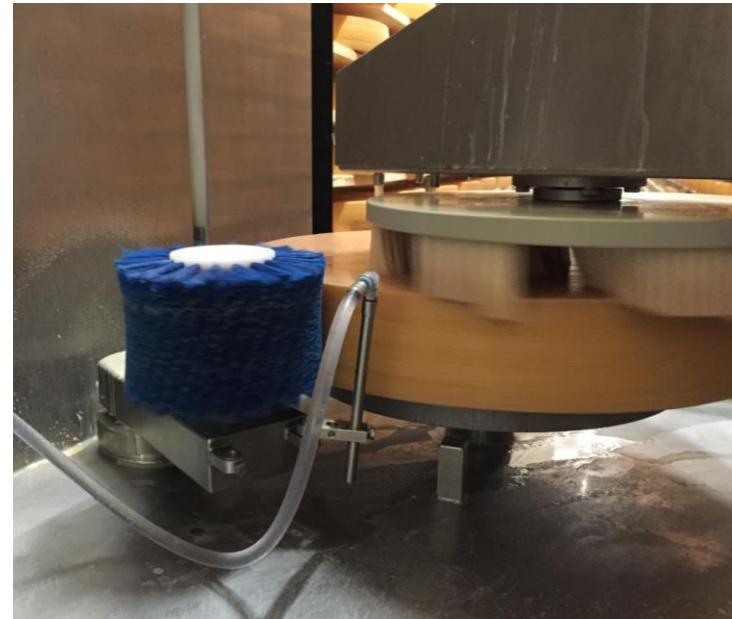
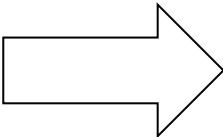


Mais pas de présence de *Scopurialopsis* !!!

 **La fréquence et l'intensité des soins aux fromages doivent être adaptées aux fromages tout au long de l'année !**

### **Soins des fromages:**

- fréquence
- mécanique
- concentration de sel





# Conclusion

**La plupart des influences sur le climat de la cave et le développement de la morge sont invisibles. Seul un contrôle précis des paramètres permet d'obtenir une formation optimale de la morge !**

- ✓ **climat : température en °C, humidité en % HR et qualité de l'air NH<sub>3</sub> et CO<sub>2</sub> en ppm**
- ✓ **humidité des planches en %**
- ✓ **fréquence et mécanique des soins = selon besoin**
- ✓ **croissance des levures et des bactéries de surface = rapide**



Agroscope Transfer | N° 549 / 2024

## Les tablards pour l'affinage des fromages

**Elaboration, manutention et traitement des planches en bois servant à l'affinage des fromages à croûte lavée**

**Auteurs**  
John Haldemann, Nicolas Fehér, Hans Winkler, Thomas Aeschlimann

**Schweizerische Eidgenossenschaft**  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche DEFR**  
**Agroscope**

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

## Cultures de surface

CS 701  
CMS 702  
CMS 703  
CMS 704  
CS 710

CMS 702

**Description**  
Les cultures mixtes (CMS) et les cultures monosouches (CS) sont des cultures de surface utiles pour le développement et le soin de la croûte des fromages. Chaque CMS a la propriété de former une marge bien sèche, pas trop épaisse, qui adhère bien au fromage avec une couleur typique pour les fromages à croûte lavée.

**Composition**

	Bactéries corynéformes	Levures	Moisissures			
	<i>Brevibacterium linens</i>	<i>Artrobacter</i>	<i>Corynebacterium</i>	<i>Debaromyces</i>	<i>Géotrichum candidum</i>	<i>Fusarium domesticum</i>
CS 701					+++	
CMS 702	++	++		++		
CMS 703	++	++		++	++	
CMS 704	+++	+	+++	+	+	
CS 710						+++

\* = présence

**Caractéristiques**

	Spécificité	Type de fromage
CS 701	Forme un léger duvet blanc	Pâte molle à croûte fleurie
CMS 702	Culture pour le développement de la marge, confère une couleur orange-jaune clair.	Gruyère, Vacherin Mont d'Or, fromage mi-dur à croûte emmorgée (Raclette, Tilsiter, Appenzeller Käse, etc.)
CMS 703	Mélange de CS 701 + CMS 702, favorise le dessèchement de la marge, pas recommandé pour le Gruyère.	Vacherin Mont d'Or, fromage mi-dur à croûte emmorgée
CMS 704	Culture pour le développement de la marge, confère une couleur rougeâtre, forme plus rapidement la marge que la CMS 702.	Fromage mi-dur à croûte emmorgée, fromage de montagne
CS 710	Désacidifie rapidement la surface, favorise le dessèchement de la marge. A utiliser comme remède en cas de marge collante.	Fromages emmorgés

Version: 01.05.2010  
Éditeur: Cultures ALP  
Copyright: Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP  
Reproduction autorisée, prière d'indiquer la source www.agroscope.ch

Agroscope

**Cultures Agroscope**  
**Liebefeld**

**Schweizerische Eidgenossenschaft**  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Département fédéral de l'économie**  
**DEFR**  
**Station de recherche**  
**Agroscope Liebefeld-Posieux ALP**

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras

**Fromage affiné avec CMS 703**



# Merci pour votre attention

[nicolas.fehler@agroscope.admin.ch](mailto:nicolas.fehler@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement sain  
[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

