



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Un affinage réussi : comment le climat et les soins influencent la morge

Nicolas Fehér, John Haldemann

Groupe de discussion JU-JUBE, Chézard, le 10 avril 2025





D'où vient la couleur orange-rouge de la morge?

→ les pigments caroténoïdes

→ Le produit des bactéries surtout des *brévibactérium linens*

→ différentes couleurs en fonction du pH

→ 5,5 → couleur dominante jaune

→ >6,0 → l'orange prend le dessus

→ >6,5 → le rouge domine



Source: *Brevibacterium linens*

Une large palette de couleurs

15.11.22, Roland Bernard, Profession fromager



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

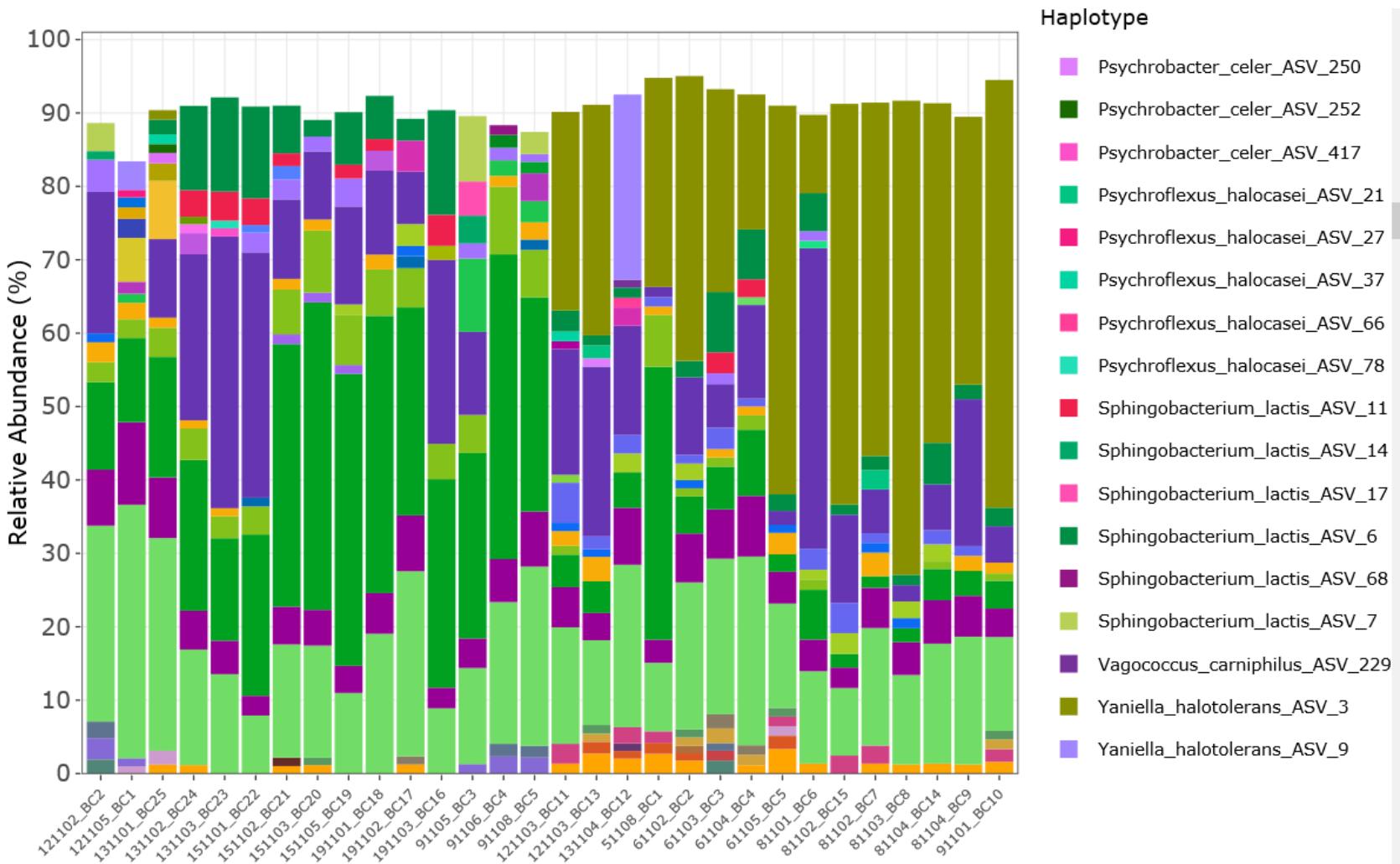
15 échantillons de
morge sans **défaut**



15 échantillons de
morge **avec défaut**

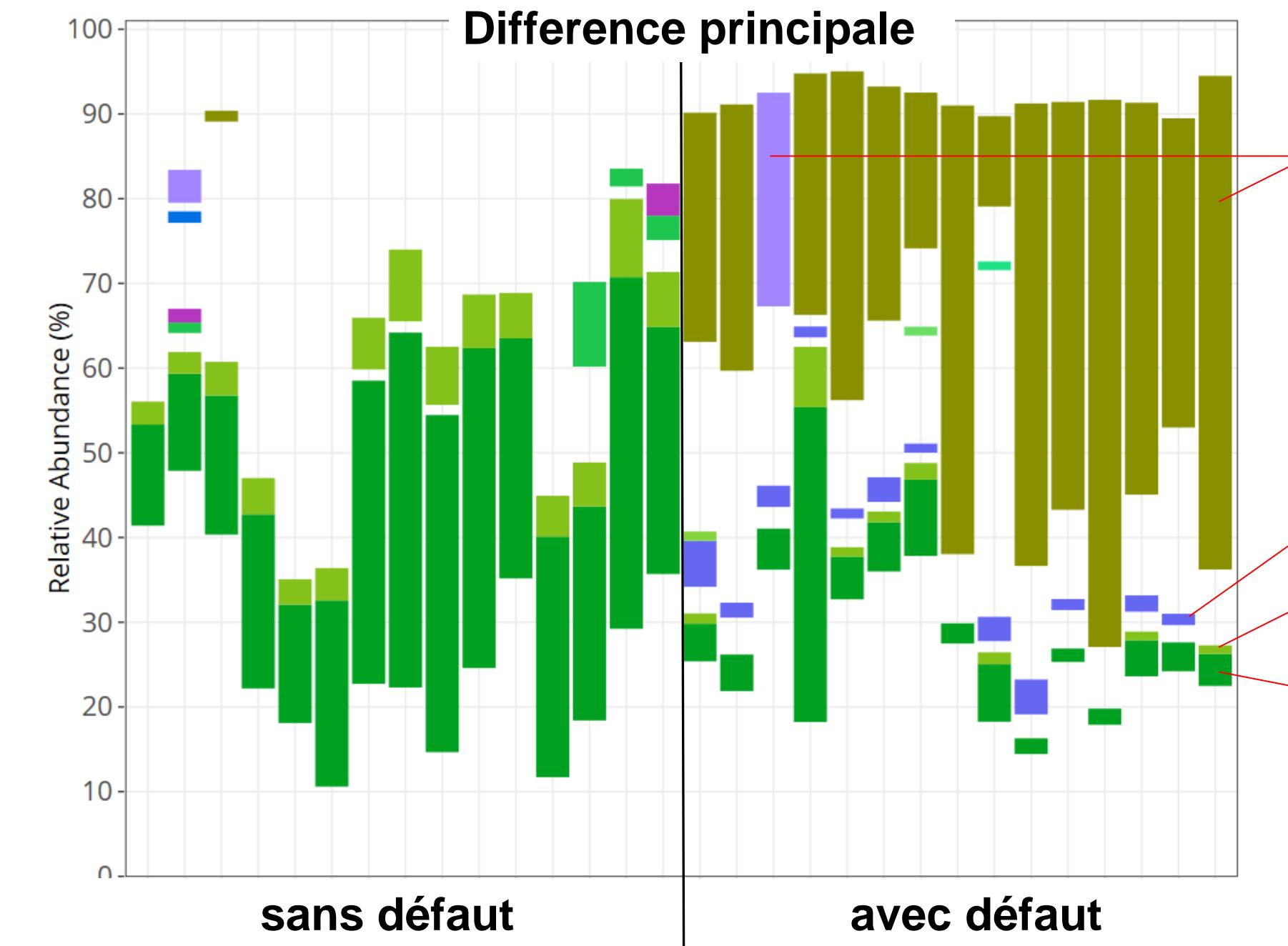


Résultats analyse métagénomique 16S



Formation optimale de la marge par une synergie parfaite

Groupe de discussion JU-JUBE, Chézard, le 10 avril 2025



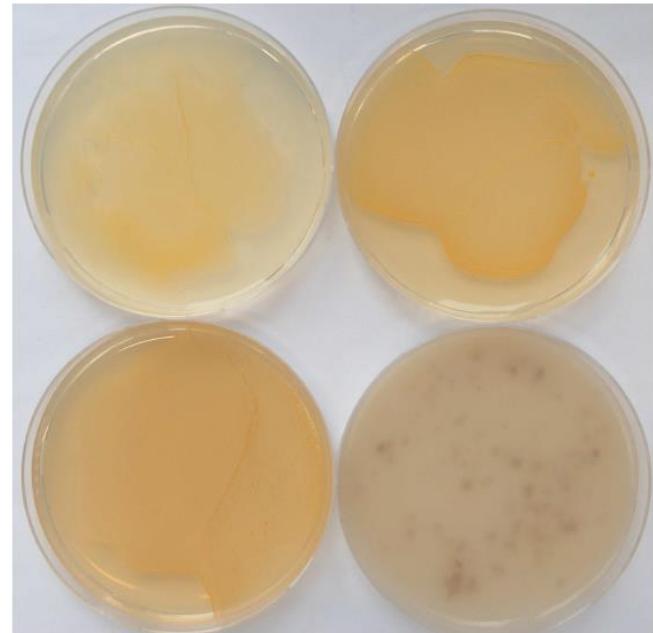
Caractérisation RDV*
moyenne : 0.002 %

Caractérisation RDV*
moyenne : 2.8 %



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 H₂S

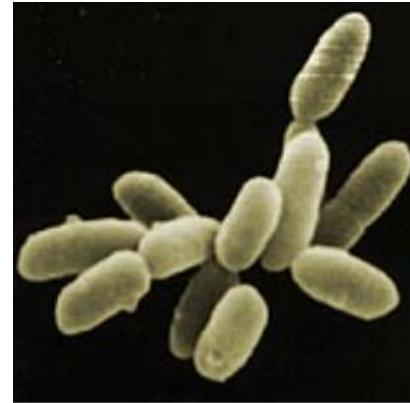


Yaniella halotolerans



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 +

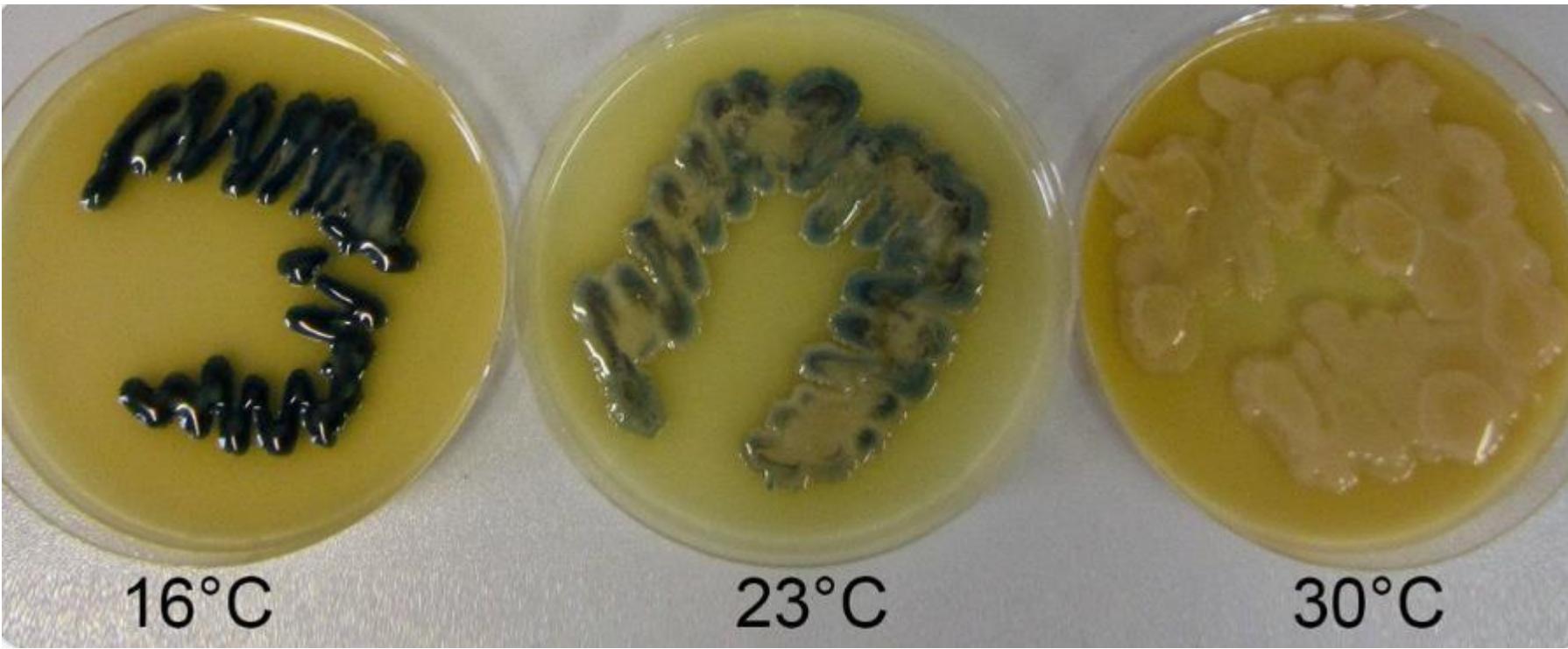


Romano et al. 2006. J. Gen. Appl. Microbiol., 52, 339



Halomonas nigrificans

- coloration noire isolée sur le Harzer Käse (Max Rubner Institut, Kiel)





Défaut de morge semblant chez le Gruyère ?



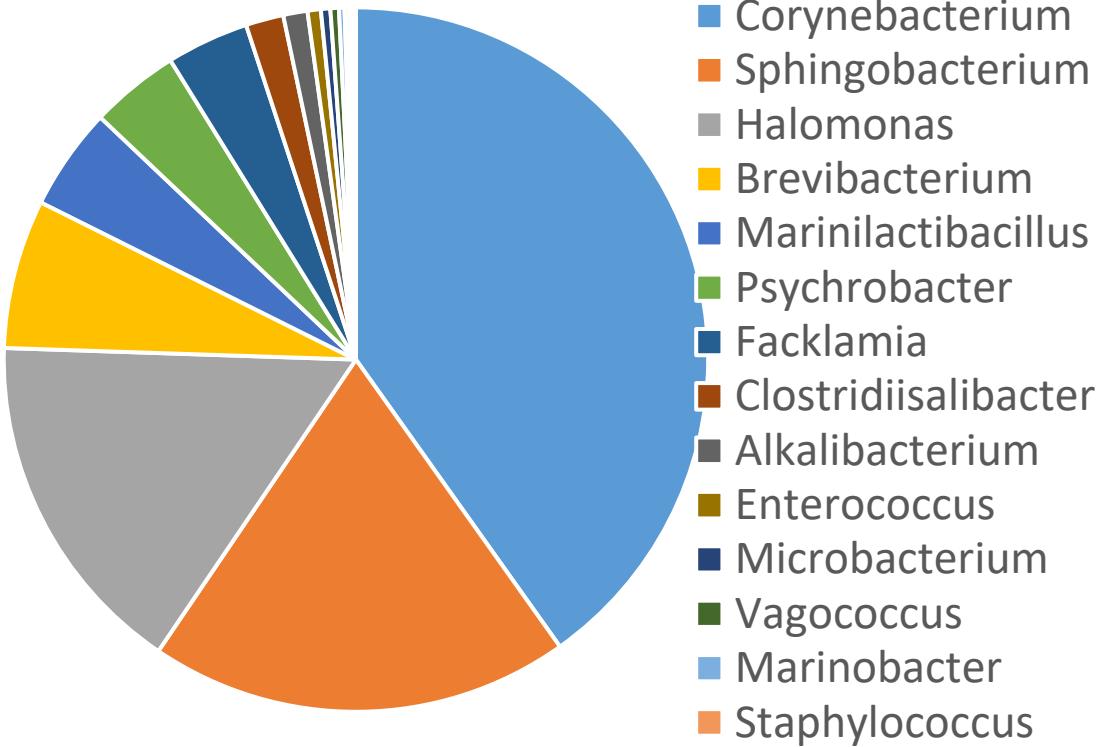
Mesures :

- 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).



Caractérisation du Raclette du Valais

Mediane des croûtes de toutes les fromageries RDV 4 mois



Formation optimale de la marge par une synergie parfaite

Groupe de discussion JU-JUBE, Chézard, le 10 avril 2025



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 vont générer la coloration souhaité 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.

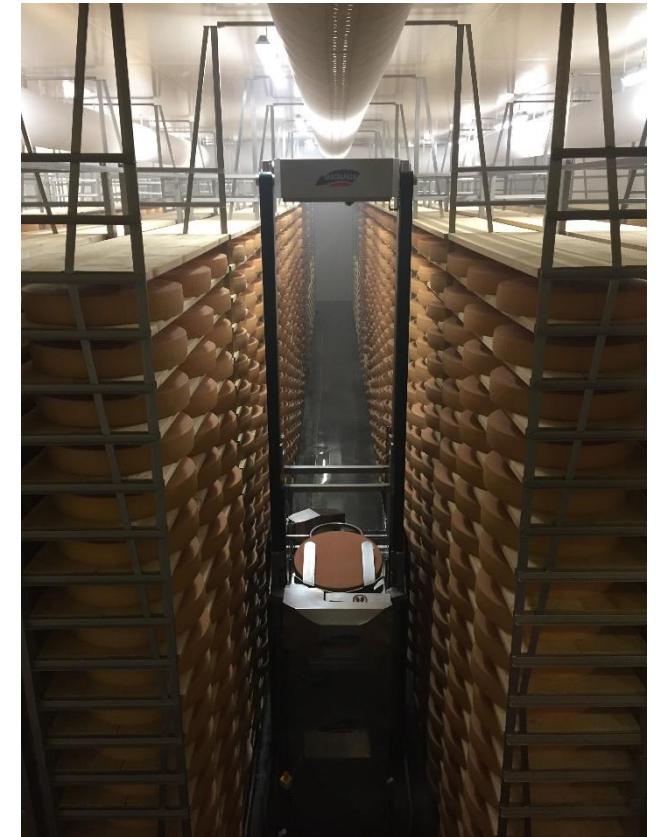
Analyser en même temps le bain de sel.





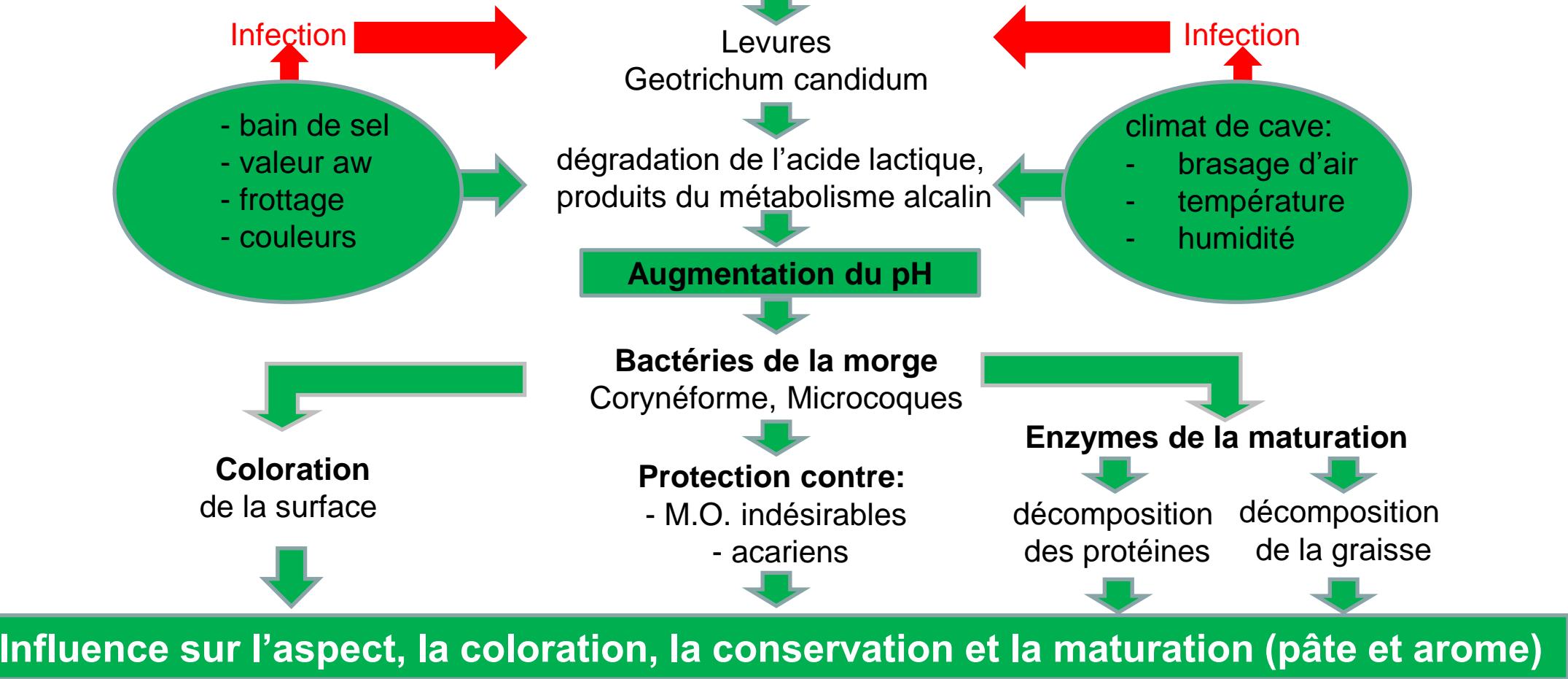
Le rôle de la morge

- **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

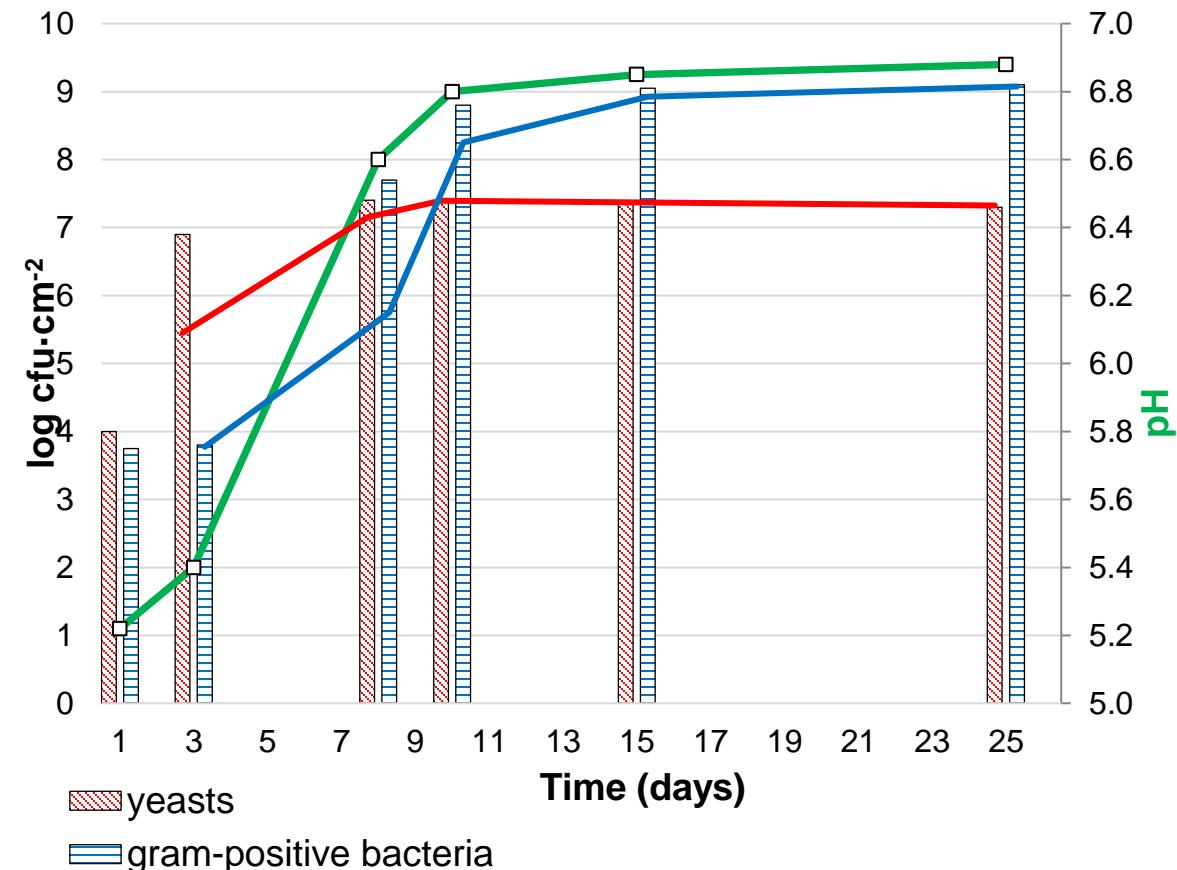
- Par des levures, *Geotrichum*, *Penicillium*
- Augmentation du pH en surface

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

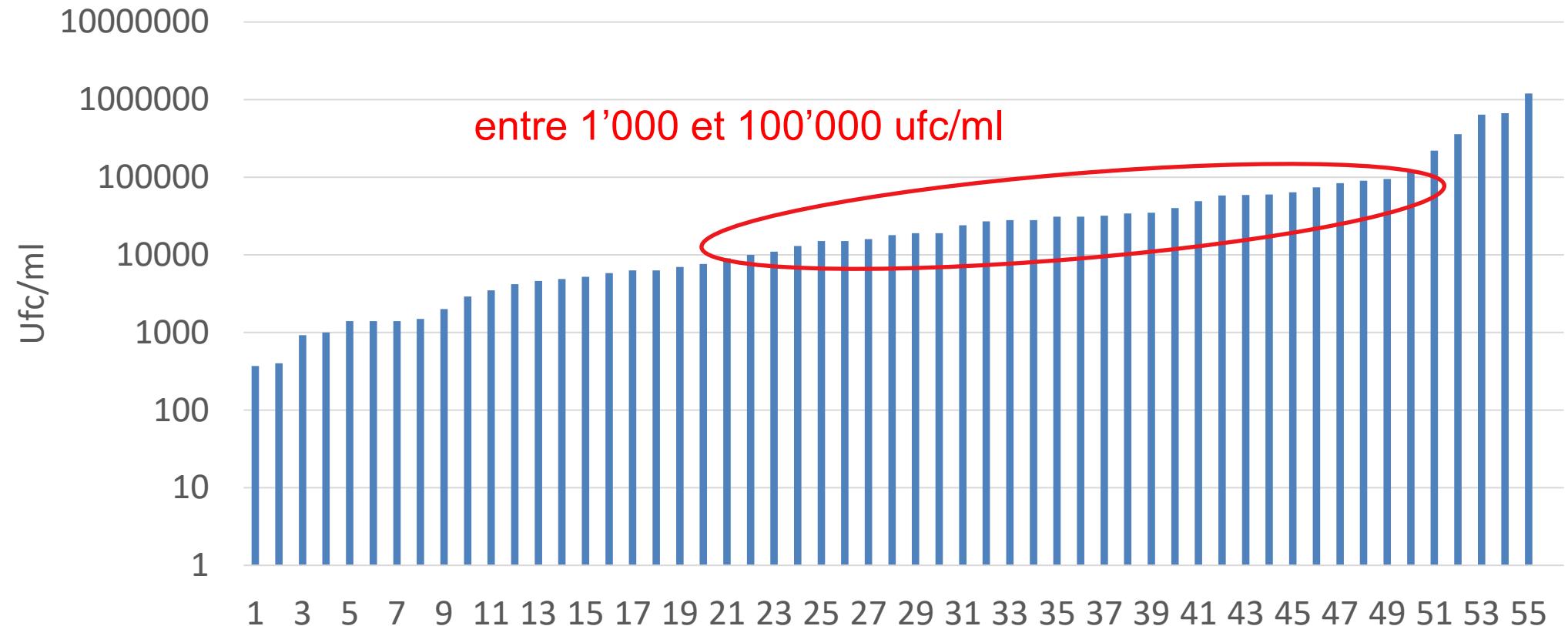
3. Suite de la maturation

- Bactéries coryneformes
- Formation des arômes





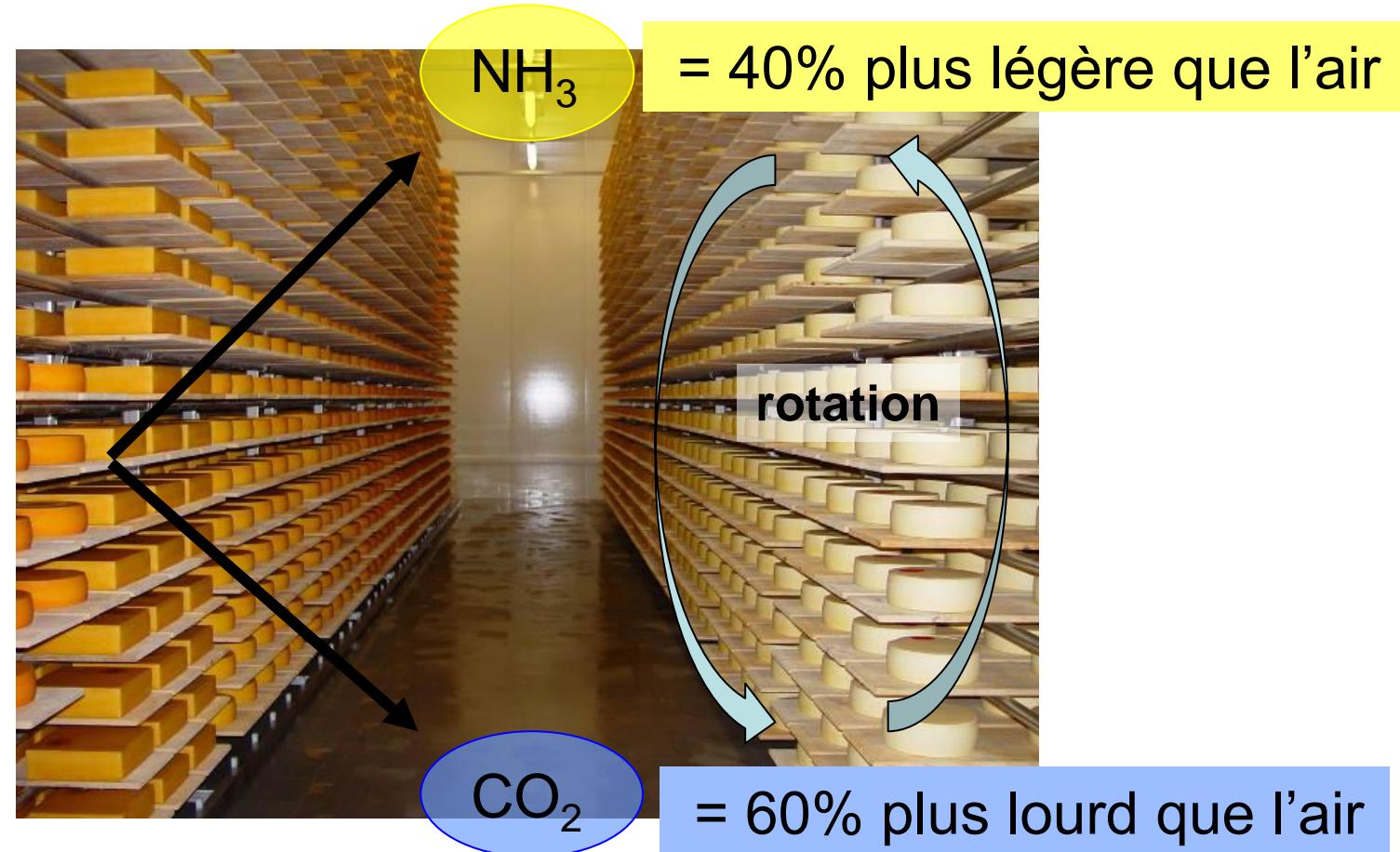
Levures dans les **bains de sel** de fromageries Gruyère





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 !

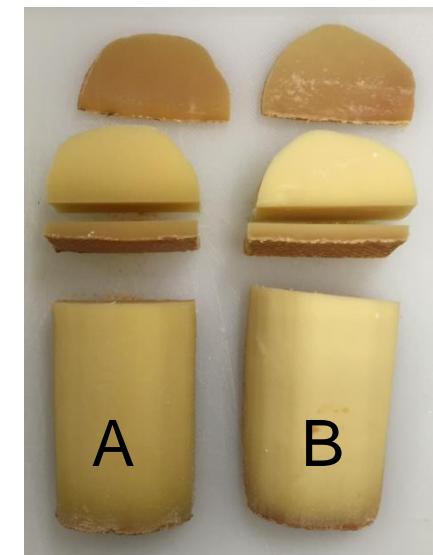
Gaz :

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 !

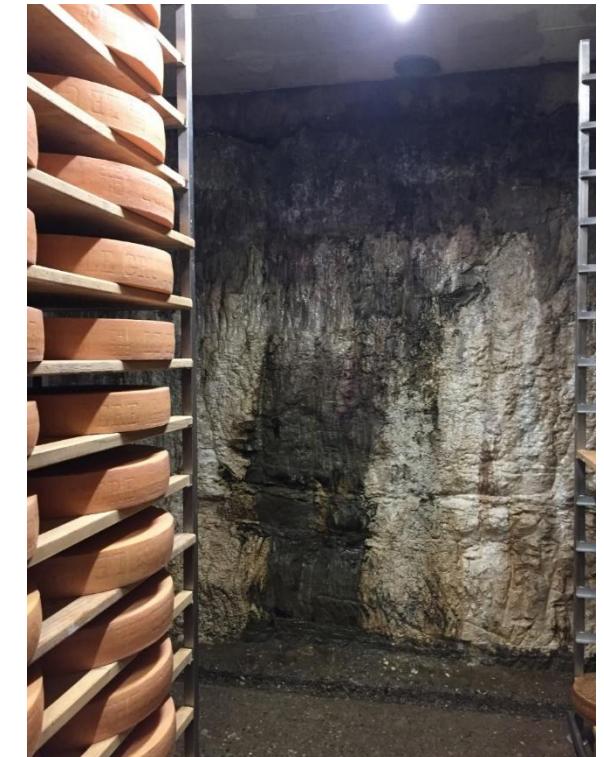
Arôme :

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

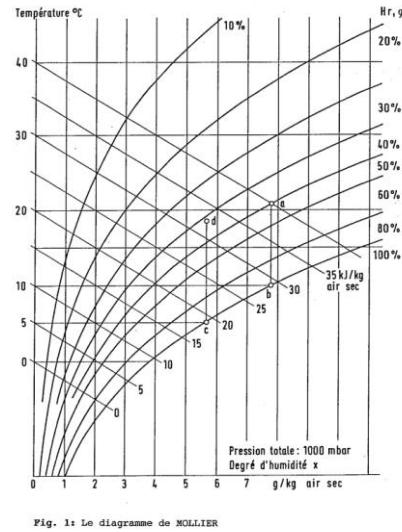
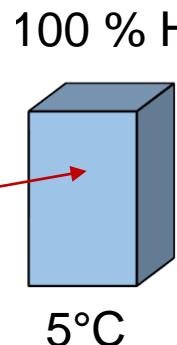
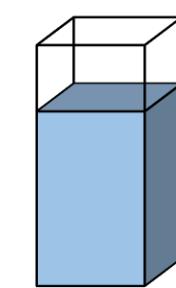


Fig. 1: Le diagramme de MOLLIER

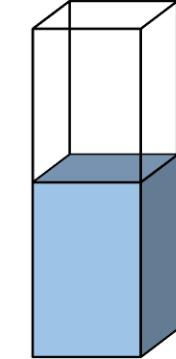
Teneur en vapeur d'eau max. $6,8 \text{ g/m}^3$



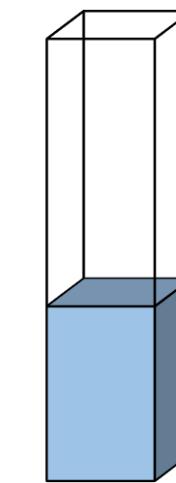
100 % HR



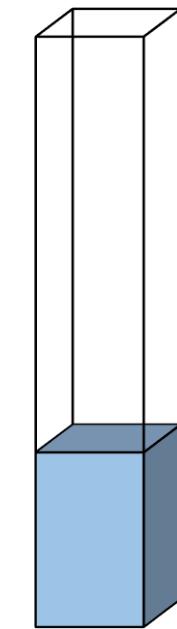
72,4 % HR



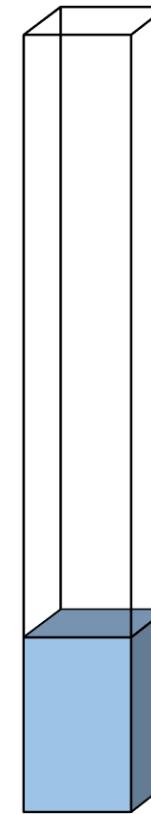
53,1 % HR



39,4 % HR



29,5 % HR



22,4 % HR



Humidité relative

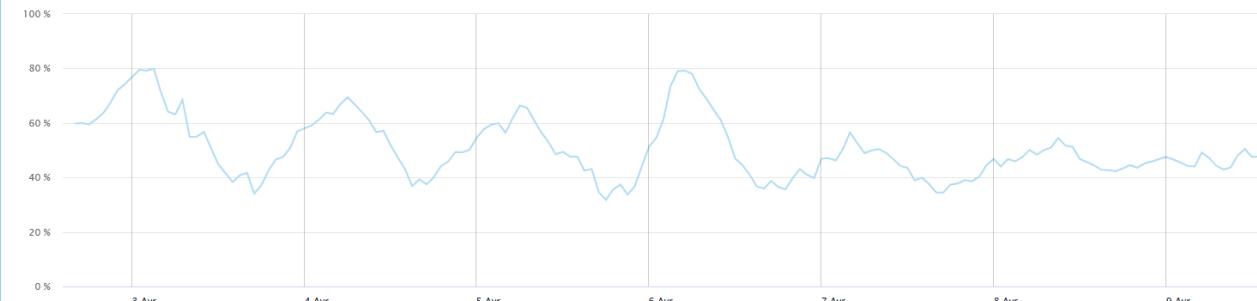
Chaumont

Valeur actuelle **44.3 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 1138 m s. mer

[Valeurs horaires](#) [Valeurs journalières](#) [Valeurs mensuelles](#) [Valeurs annuelles](#)

Fermer

Humidité, moyenne horaire



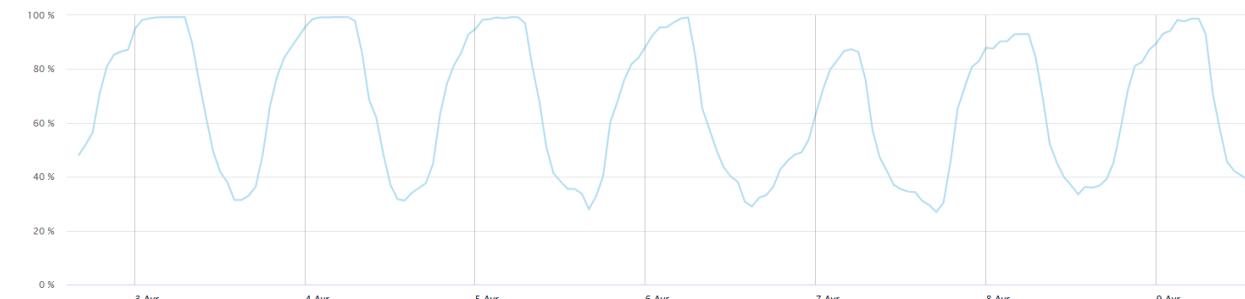
Courtelary

Valeur actuelle **36.8 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 697 m s. mer

[Valeurs horaires](#) [Valeurs journalières](#)

Fermer

Humidité, moyenne horaire



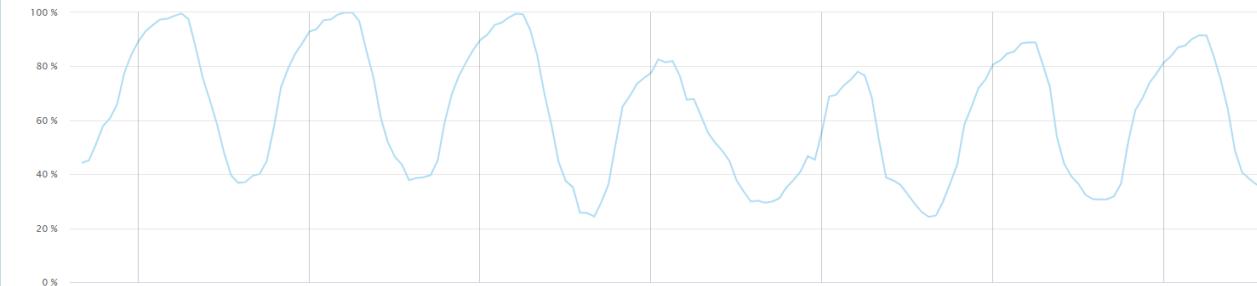
Delémont

Valeur actuelle **30.4 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 441 m s. mer

[Valeurs horaires](#) [Valeurs journalières](#) [Valeurs mensuelles](#) [Valeurs annuelles](#)

Fermer

Humidité, moyenne horaire



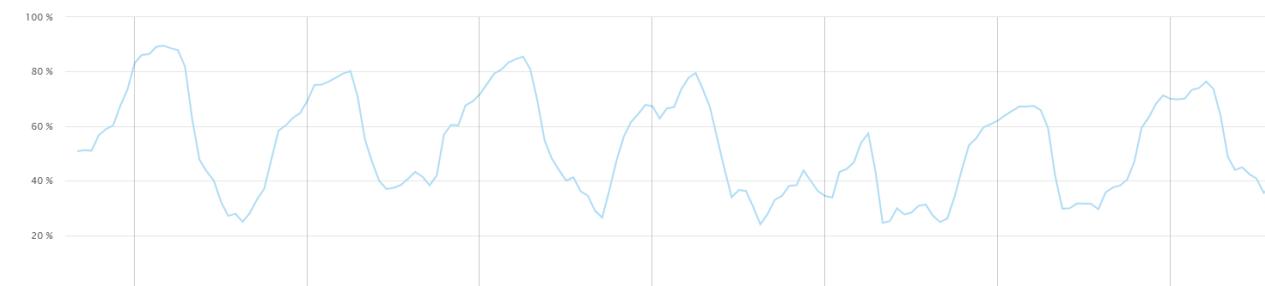
La Chaux-de-Fonds

Valeur actuelle **30.5 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 1019 m s. mer

[Valeurs horaires](#) [Valeurs journalières](#) [Valeurs mensuelles](#) [Valeurs annuelles](#)

Fermer

Humidité, moyenne horaire



Source: meteosuisse.ch



Humidité Annuelle

Courtelary

Valeur actuelle **36.8 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 697 m s. mer

Valeurs horaires [Valeurs journalières](#)

Humidité, moyenne journalière



Fermer >

Delémont

Valeur actuelle **30.4 %** Valeur instantanée, mesurée le 9.4.2025, 18:10 sur 441 m s. mer

Valeurs horaires [Valeurs journalières](#) [Valeurs mensuelles](#) [Valeurs annuelles](#)

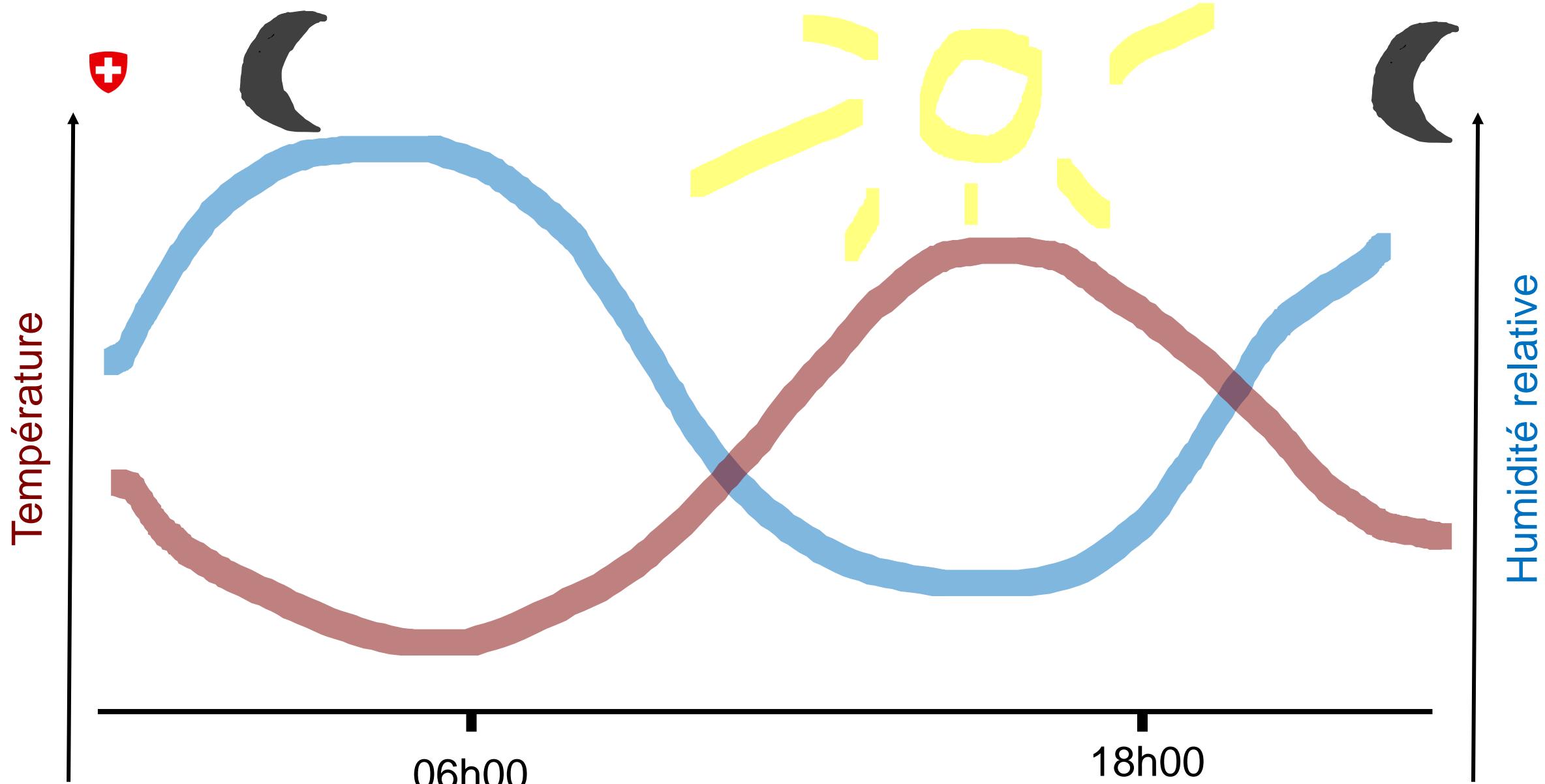
Humidité, moyenne journalière



Fermer >

Formation optimale de la morge par une synergie par

Groupe de discussion JU-JUBE, Chézard, le 10 avril 2025





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.

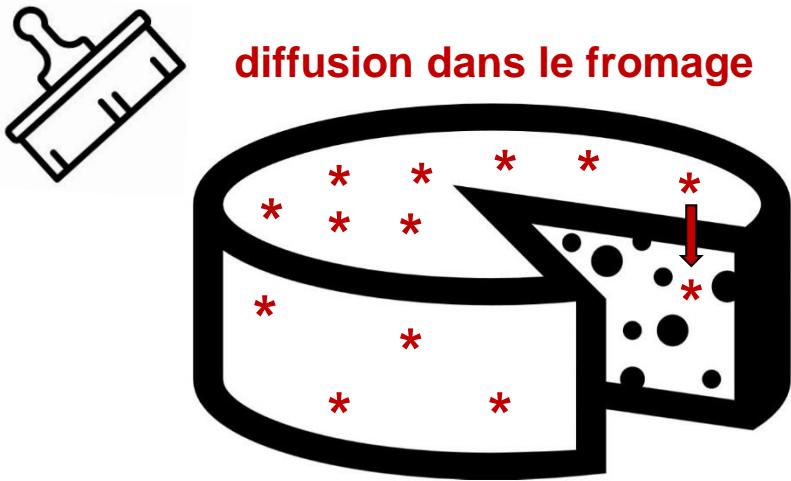


La formation d'acides carboxyliques dans la morge

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**

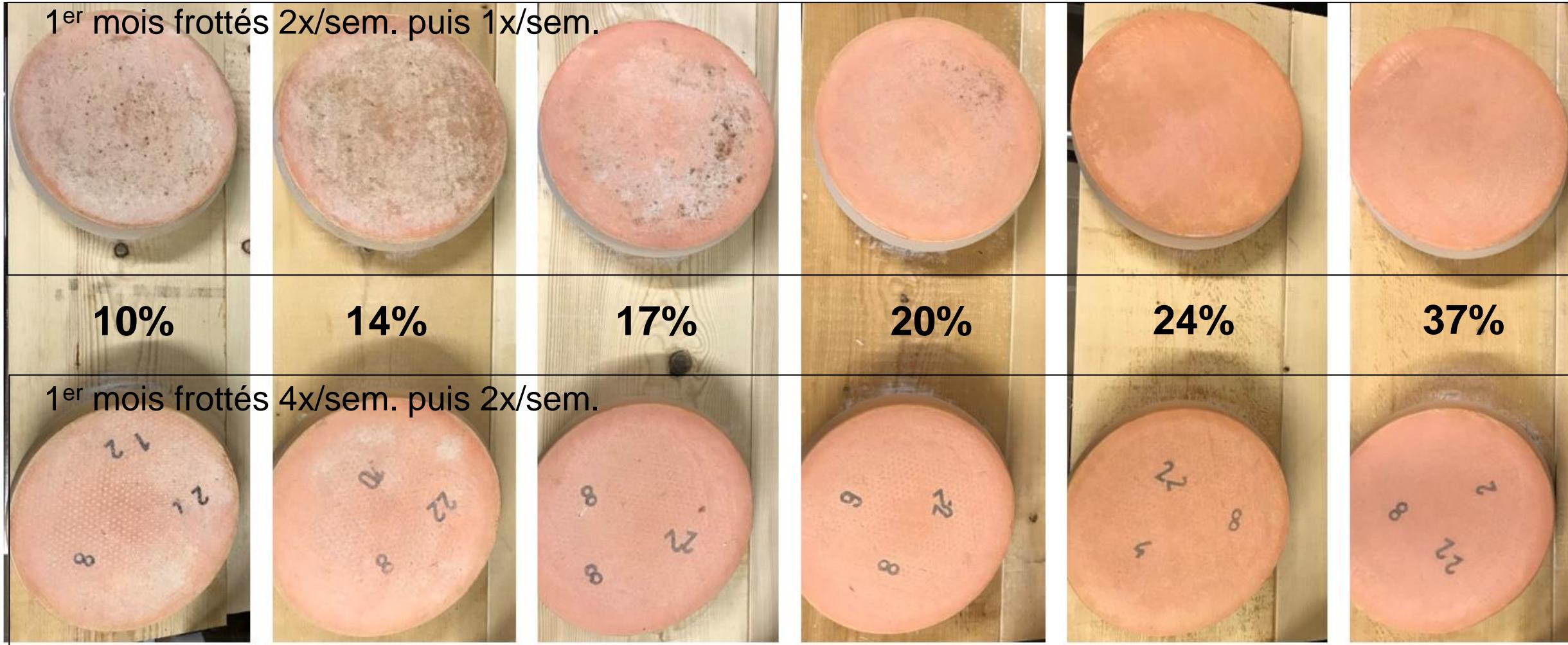


- acide propionique
- acide i-butyrique
- acide i-valérique
- etc.



L'humidité des tablards est décisive !

fromage à 3,5 mois

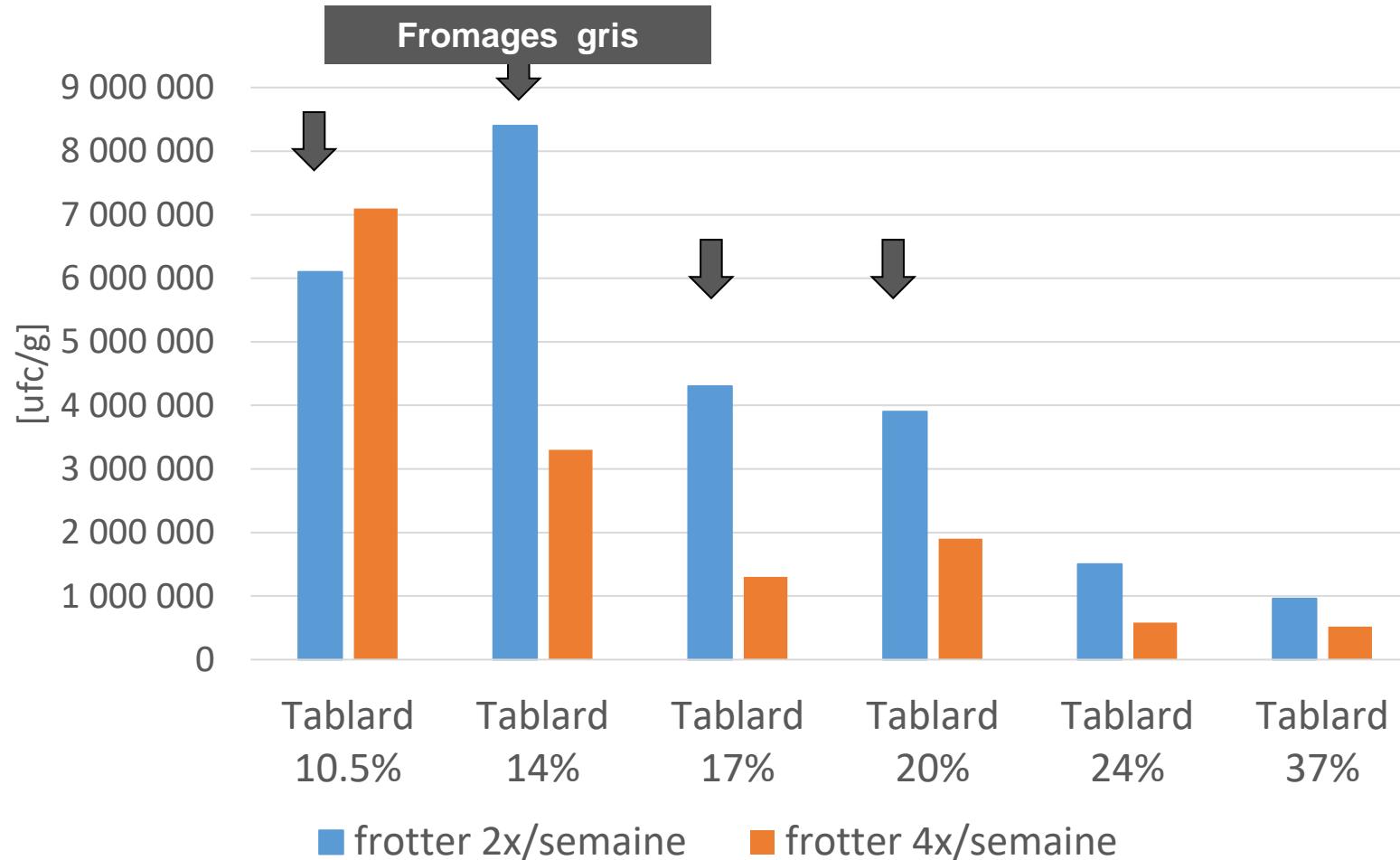


Formation optimale de la marge par une synergie parfaite

Groupe de discussion JU-JUBE, Chézard, le 10 avril 2025



Moisissures dans la croûte et sous-croûte



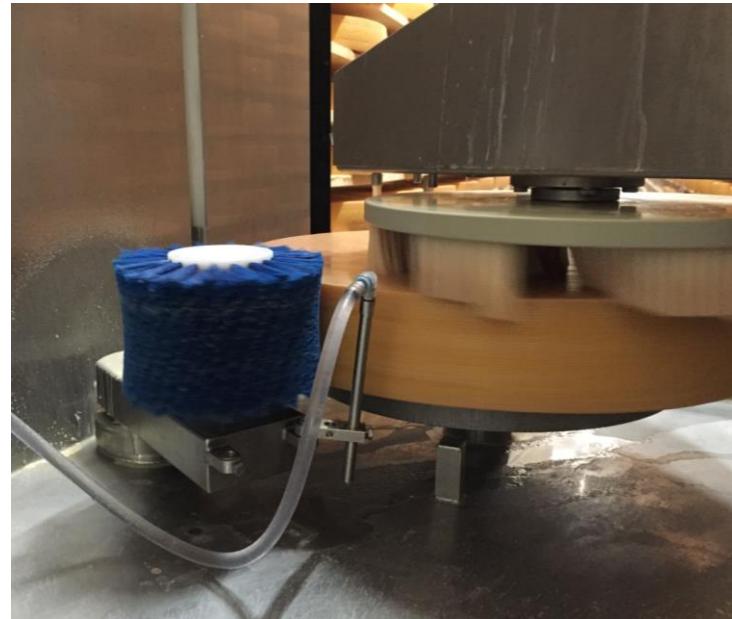
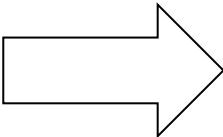
Mais pas de présence de *Scopurialopsis* !!!



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 NH₃ et CO₂ 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

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

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



Cultures de surface

CS 701
CMS 702
CMS 703
CMS 704
CS 710

CS 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 recommandée 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

Fromage affiné avec CMS 703

Cultures Agroscope Liebefeld

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras



Merci pour votre attention

john.haldemann@agroscope.admin.ch

