



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

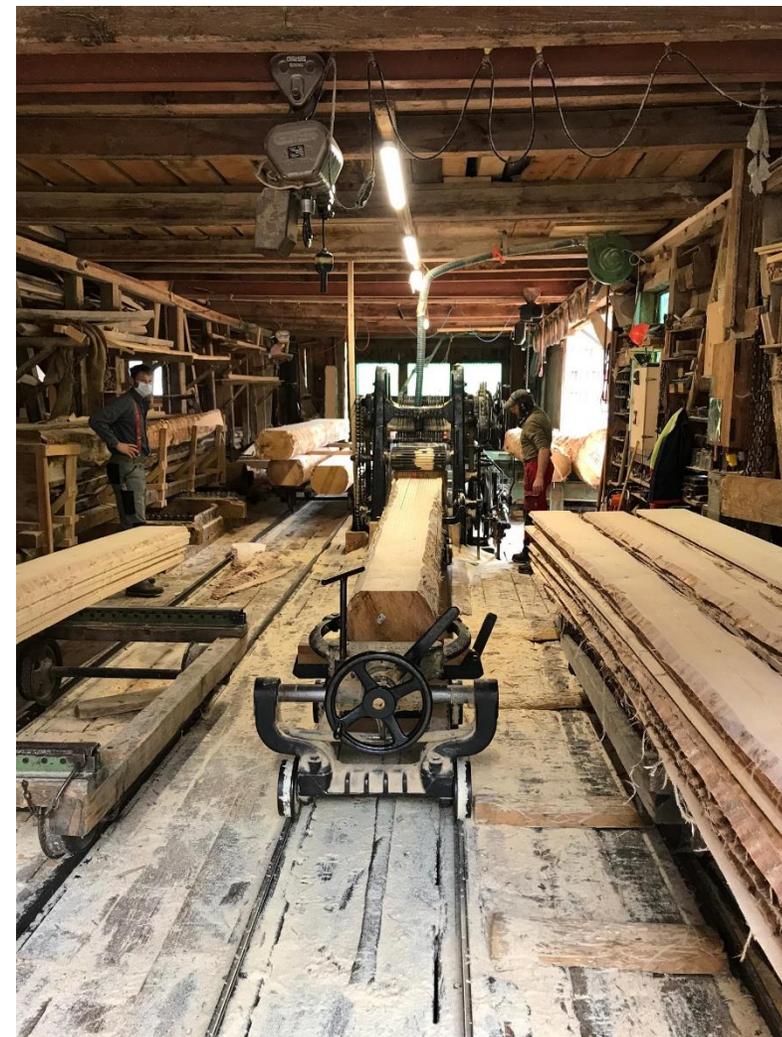
Agroscope

Les tablards pour l'affinage des fromages

Nicolas Fehér, John Haldemann,
Hans Winkler, Thomas Aeschlimann

Le Châble, le 23.09.23

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt





Le rôle du bois dans l'affinage des fromages

Le bois constitue un support précieux pour la typicité des fromages.

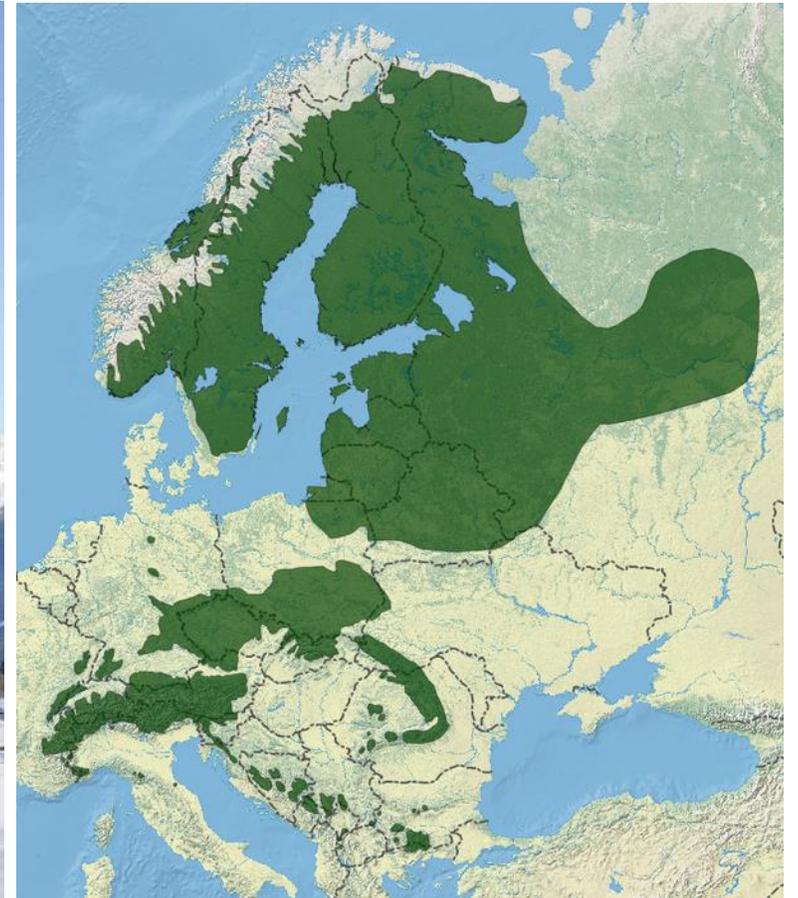
Le **caractère hygroscopique** et la rugosité de surface du bois ainsi que le **biofilm installé** sur les tablards **aident** à piloter l'affinage d'un fromage.

Le **biofilm positif** sur le bois est composé de **bactéries**, **levures** et **moisissures** qui participent à la formation de la morge. Celle-ci protégera le fromage et participera à la formation de son arôme.

L'humidité des tablards en bois permet la **régulation de l'humidité** de la morge. Qui influence à son tour l'intensité de la protéolyse du fromage.



Épicéa commun, sapin rouge, *Picea abies*





Cahier des charges des fromages AOP

C. Maturation et affinage

Article 27 Caves de maturation et d'affinage

Gruyère AOP

¹ Les fromages après salage sont entreposés dans des caves ayant une température se situant entre 12 et 18° C et une humidité relative d'environ 92 %. L'ambiance des caves d'affinage de *Gruyère* est caractérisée par une présence perceptible d'ammoniac.

² Les fromages reposent sur des tablards d'**épicéa** «picea abies» bruts non rabotés.

Article 14 Procédé d'affinage

Etivaz AOP

Durée minimale : jusqu'au 135^e jour de vie du fromage;
température : 10 à 16° C;
hygrométrie : 90 - 97 %;
saumurage : au sel de cuisine provenant de la zone;
retournements : 1 fois par semaine au minimum;
opérations : frottage à l'eau légèrement salée au sel de cuisine provenant de la zone;
stockage : sur des tablards d'**épicéa** non rabotés jusqu'à la vente.

Article 14 Procédé d'affinage

Tête de Moine AOP

¹ Pour provoquer la formation de la morge sur la croûte, le fromage est traité régulièrement, pendant la maturation, avec des bactéries de *Brevibacterium linens* et de l'eau ou de l'eau salée. En cas de besoin, l'addition de levure naturelle ou d'autres cultures est possible, si elles sont recommandées par une instance fédérale compétente, p.ex. Agroscope.

² Les fromages sont affinés sur des planchettes en **épicéa**.

Article 16 Paramètres d'affinage **Vacherin Fribourgeois AOP**

¹Dès sa fabrication, le fromage est entreposé durant 30 jours dans une cave «chaude» (12 - 18° C) et humide (88 - 96 %).

²Chaque meule est retournée plusieurs fois par semaine et frottée avec de l'eau emmorgée et/ou légèrement salée. La formation de morge est obtenue grâce à ce traitement régulier à l'eau, éventuellement additionnée de sel et/ou de *Brevibacterium linens* sélectionné ou naturel, de cultures spécifiques autorisées. L'usage d'agent antimicrobien est interdit.

³L'affinage s'effectue sur des planches d'**épicéa** « picea abies ».

Article 17 Méthode d'affinage

Vacherin Mont d'Or AOP

¹ La mise en cave des fromages blancs (jeunes fromages sans morge), que l'on dispose sur des planchettes en **épicéa**, intervient au plus tard 48 heures après le début de la fabrication. Puis les fromages sont retournés chaque jour jusqu'au premier lavage qui intervient au plus tard dès l'apparition de la flore d'oïdium sur la surface des jeunes fromages.

Cahier des charges pour Raclette du Valais (AOP)

Raclette du Valais AOP

⁴ Les fromages reposent sur des planchettes en bois brut de **sapin rouge**. Ces dernières doivent être lavées et séchées régulièrement, au minimum à chaque changement de lots.

Pas d'indication: Emmentaler AOP, Berneralpkäse AOP, Sbrinz AOP
Planches en bois: Glarner Alpkäse

Formaggio alpe ticinese DOP

Stockage: sur des tablards d'**épicéa ou de mélèze**



Elaboration d'un tablard à fromage



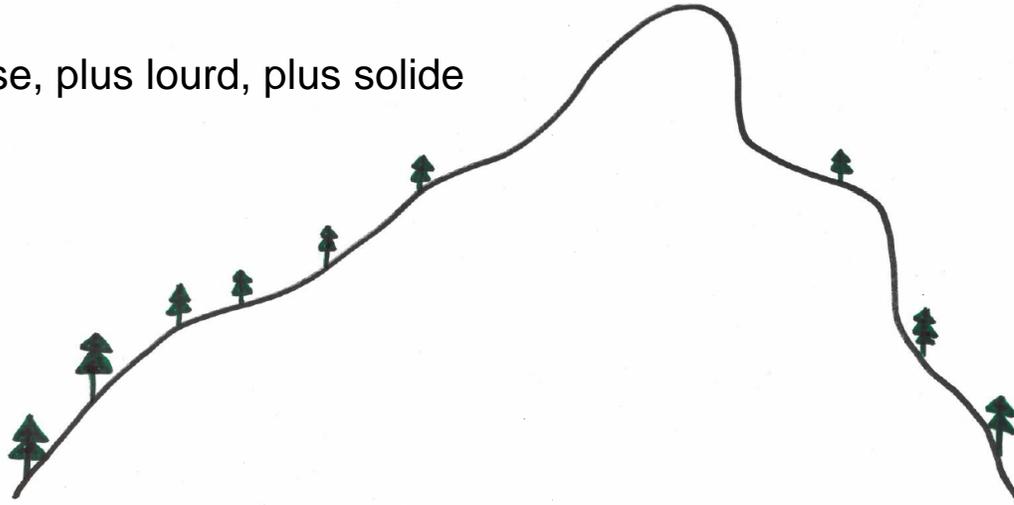
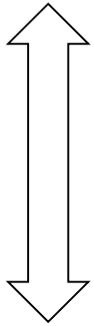
Lors de la coupe:
Humidité: 60-75%



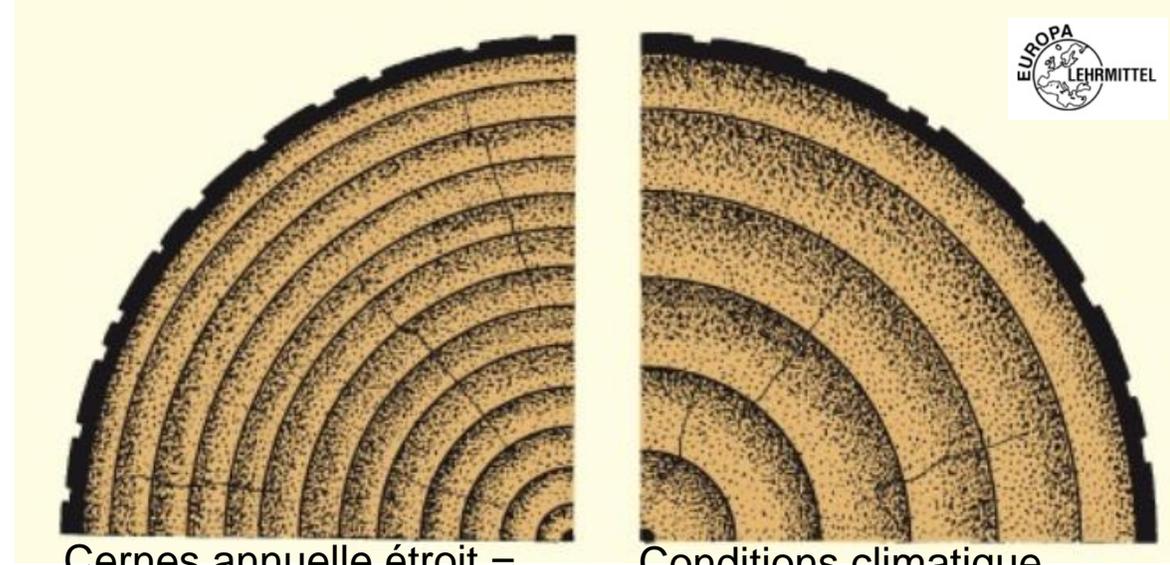
Choix du bois d'épicéa



Plus dense, plus lourd, plus solide



Moins dense, plus léger, plus fragile



Cernes annuelle étroite =
absorption d'eau inférieure

Conditions climatique
optimale = cernes annuelle
large

- Les nœuds dans le bois ne sont pas un signe de qualité
- La qualité est influencée par la saison et le moment de l'abattage
- **Enfin le choix va se porter sur les propositions de la scierie**
- **Le bois sera standardisé dans le four à bois**

- **Repos végétatif** (novembre - février)
- **Phase de mobilisation** (mars, avril)
- **Saison de croissance** (mai – juillet)
- **Phase de dépôt – bois final** (août – octobre)



Elaboration d'un tablard à fromage



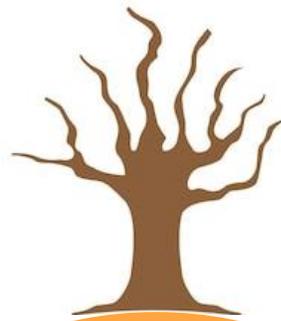
Stockage dehors
2 à 3 mois





- Utilisation de gros billon
- Le cœur du billon n'est pas utilisé pour les tablards (risque que les planches se tordent ou se fendent).
- Pré-délicage: entre 4 et 6 découpes par billon

Bleuissement



déficit hydrique

Transmission des moisissures par des coléoptères



Pas utilisé pour les tablards à fromage

Transmission des spores de moisissures par les coléoptères ou l'air

Tabelle 2: Isolierte Bläuepilzarten bei den Varianten „Käfer- und Luftbläue“.

<i>Infektionsart</i>	<i>Anzahl festgestellter Bläuepilzarten</i>	<i>Dominante Bläuepilzarten</i>
Sporenübertragung durch Käfer	13	<i>Ceratocystis polonica</i> <i>Ophiostoma ainoae</i> <i>Ophiostoma bicolor</i> <i>Ophiostoma penicillatum</i> <i>Ophiostoma piceaperdum</i>
Abiotische Sporenübertragung	5	<i>Ceratocystis coerulescens</i> <i>Ophiostoma piceae</i>

Aucune moisissure connue dans le fromage



La scierie





Four à bois

- Le séchage du bois intervient après la coupe grossière → but: 12-14% humidité
- Environ 4 jours entre 55 et 60°C → pas de stérilisation !
- Objectifs: éviter les moisissures et standardiser le bois (taille, poids, torsion, etc.)



La durée du séchage est calculée à l'aide de plusieurs paramètres:

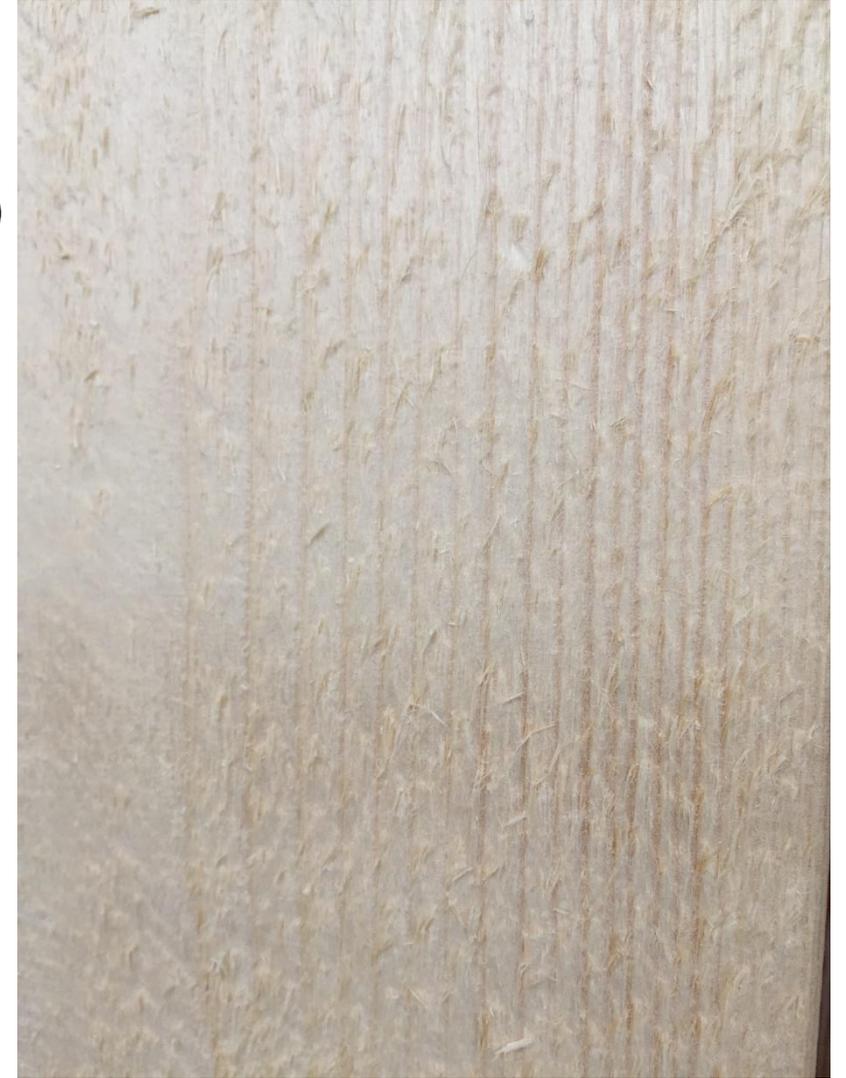
- ❖ Humidité du bois
- ❖ Température du bois
- ❖ Humidité cellule
- ❖ etc.





Les finitions - planches standards

- Tri des tablards
- Découpe aux dimensions exactes (retrait du bois)
- Rabottage
- Chanfreinage, arrondissement des coins



Les tablards à fromage | Formation continue VS

J. Haldemann, 23.09.23



Les finitions - planches avec rainures

- Glisse mieux sur le métal
- Moins d'échines
- L'air circule sous le fromage
- Plus facile à nettoyer (?)
- Capacité à gérer l'humidité???



collée ou même rainurée (spécialité Betschart)



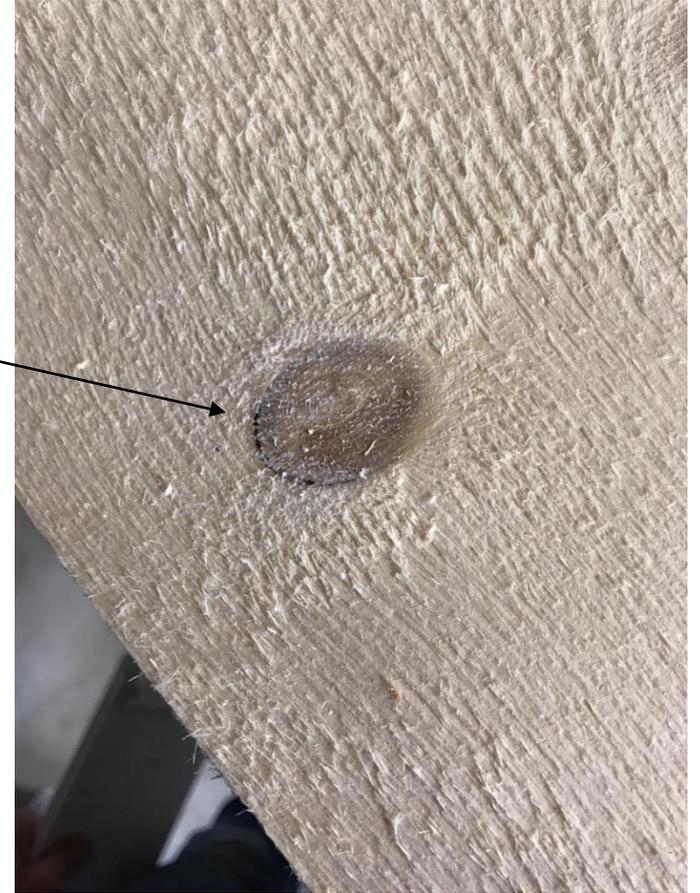


Utilisation de colle

moins de nœuds = meilleure qualité
Les nœuds ne doivent pas dépasser
3 cm de diamètre



collé



Les planches de bois collées sont plus durables, mais
ne doivent pas être chauffées au-dessus de 90°C



Nouveaux tablards

Réception et stockage

Malgré que le bois soit séché dans la chambre de séchage de la scierie, il n'y a aucune garantie qu'il soit exempt de moisissures!

1. **Planification:** Bien planifier le moment de la livraison des tablards !
2. **Stockage:**
 - Lieu sec et bien aéré
 - La pluie tache les tablards
3. Un **nettoyage** avant l'utilisation est recommandé
4. Eventuelles **stérilisation** des planches (ex: pâte molle)



Nouveaux tablards

Acclimatation

5. Acclimatation en cave: très important afin de réguler

→ *humidité, ammoniac et CO₂*

6. Implantation du biofilm: le biofilm doit être installé rapidement sur les nouveaux tablards afin de **concurrencer avec les moisissures indésirables.**

- Le biofilm peut être obtenu à l'aide de:
 - fromages emmorgés de bonne qualité
 - pulvérisation répétée de culture de surface



CMS 704





Nouvelle cave

➤ Ne pas remplir entièrement la cave avec des nouveaux tablards...

→ *Risque de grande variation de l'hygrométrie et du climat* = rentrer les tablards progressivement

➤ Remplir une partie de la cave avec des **fromages déjà emmorgés** afin d'apporter l'ambiance (humidité, microflore, ammoniacque)

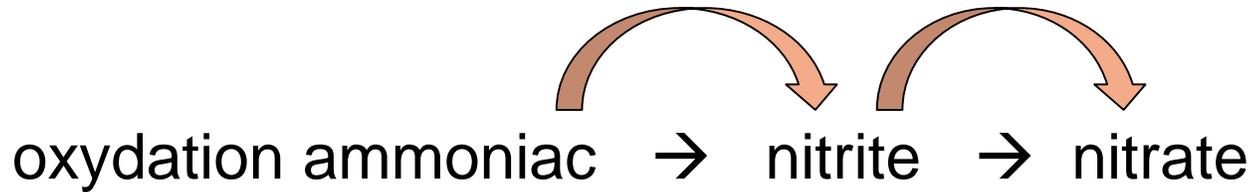




Nouveaux tablards

Eviter la désinfection chimique!!!

Réaction favorisée par les peroxydes
ou l'acide peracétique (PE)



De la **morge rouge** sur des fromages à
souvent été en lien avec l'utilisation de
peroxydes.

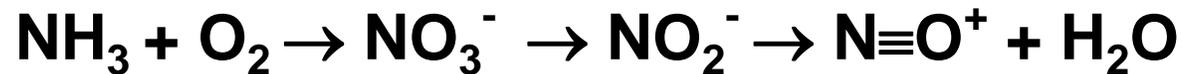




Coloration de la pâte due au nitrate (rouge du tablard)



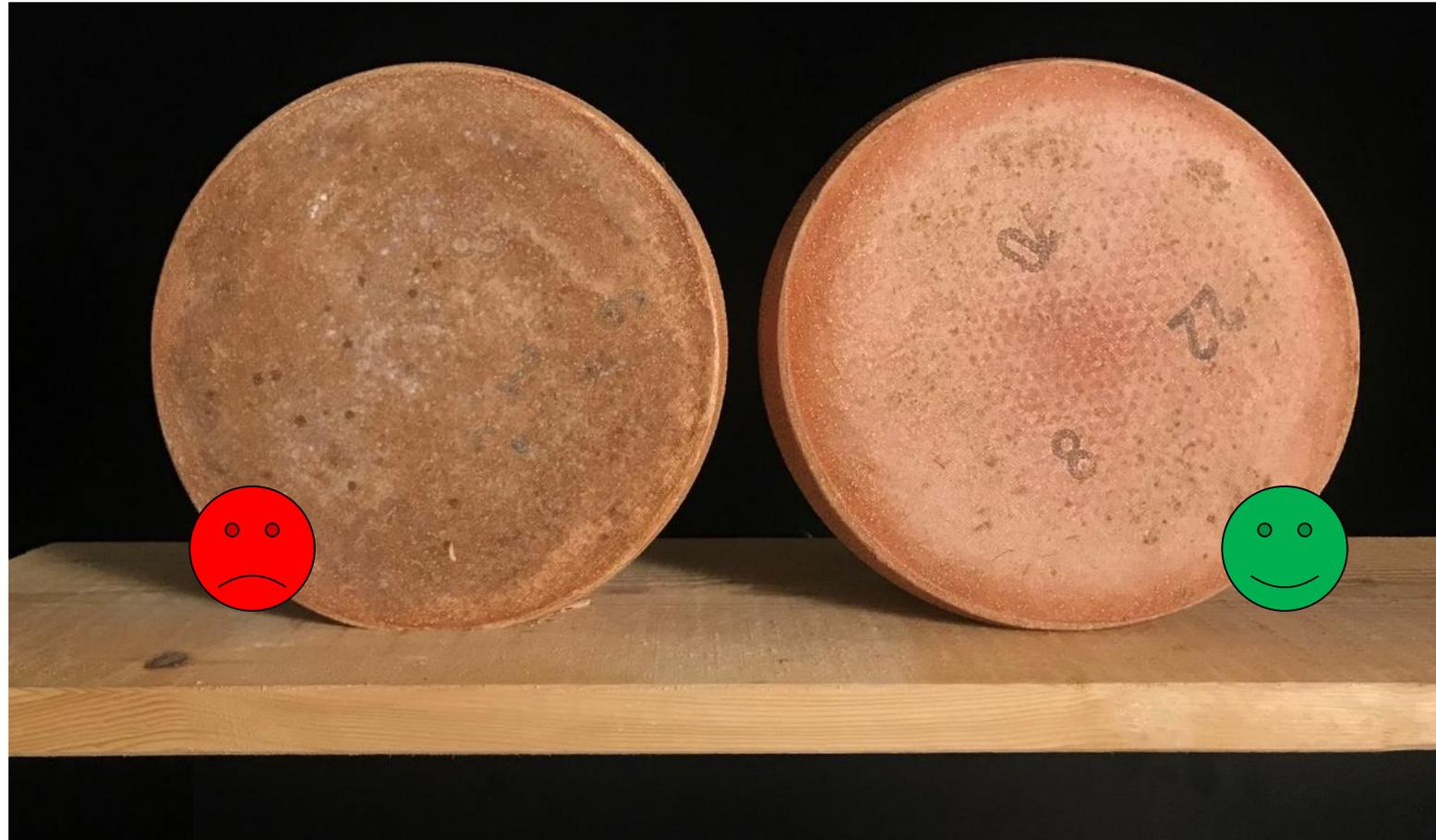
1. L'ammoniac (NH_3) se dissout dans l'eau qui goutte du plafond (ev. en salpêtre) ou dans l'humidité des planches à fromage
2. Oxydation en nitrate (NO_3^-) par les bactéries nitrifiantes
3. Le nitrate migre dans le fromage et les planches de bois
4. Réduction des nitrates en nitrites par les bactéries aérobies du fromage \rightarrow formation de CO_2 .
5. Réaction du nitrite avec les acides aminés aromatiques \rightarrow rouge à brunâtre



$\text{N}\equiv\text{O}^+$ réagit avec des acides aminés aromatiques \rightarrow couleur



Essai: Influence de l'humidité des tablards à fromage sur la qualité de la morge





Objectif de l'essai

Est-ce que les **taches noires** visibles sur les fromages peuvent provenir de tablards mal séchés?





Essai: fromages et tablards

■ Fromages

- Fabriqué le 22.8.20
- À Kandersteg
- Cave des frais 10 jours



■ Tablards

- Fabriqués à Eggiwil
- Séché à différents taux d'humidité

10% 14% 17% 20% 24% 37%





Tablards

Les tablards qui n'ont pas été séchés (37%) présentaient des moisissures !!!



 **3 semaines**

10%

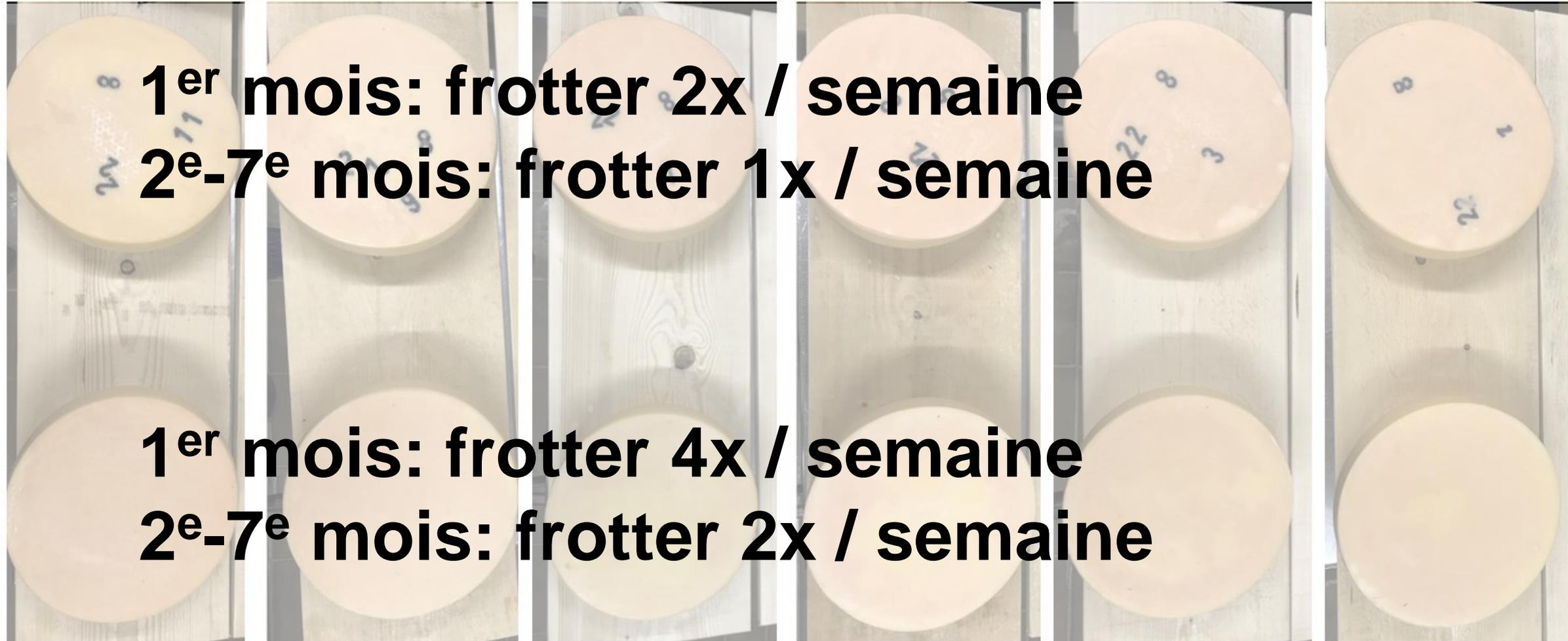
14%

17%

20%

24%

37%



6 semaines

10%

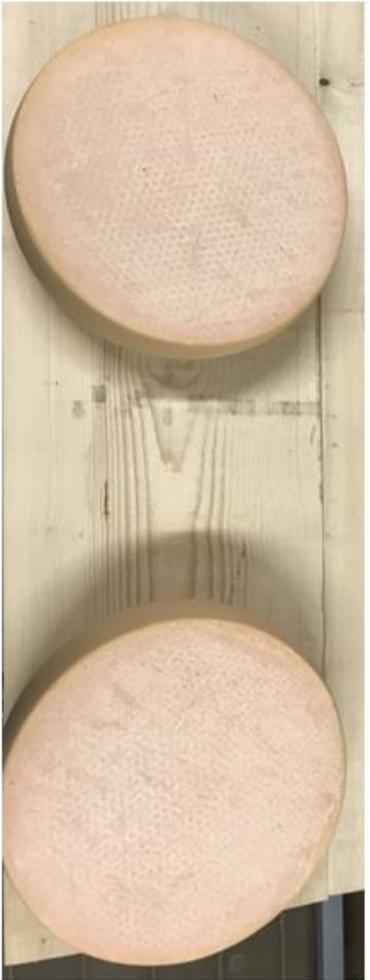
14%

17%

20%

24%

37%



14 semaines

10%

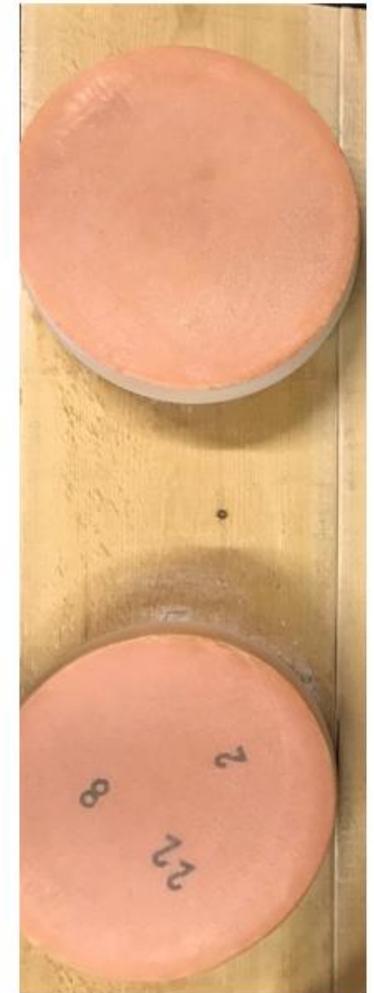
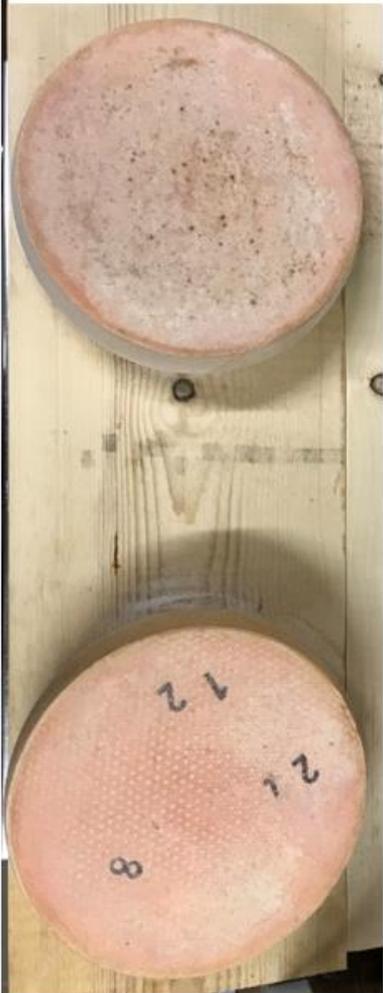
14%

17%

20%

24%

37%



20 semaines

10%

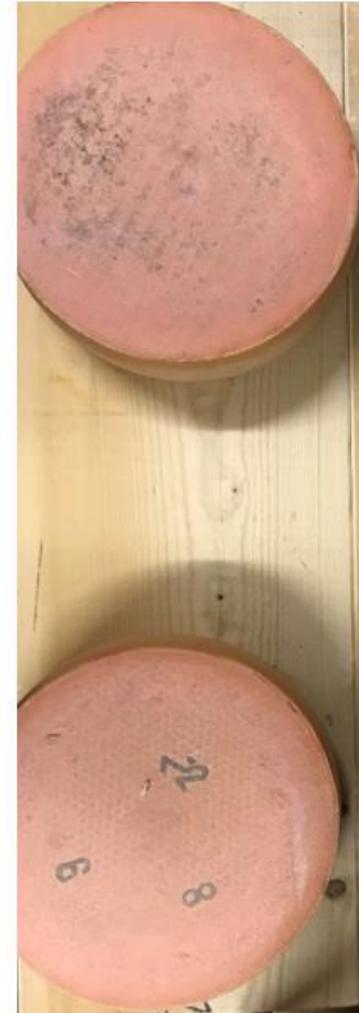
14%

17%

20%

24%

37%



7 mois

10%

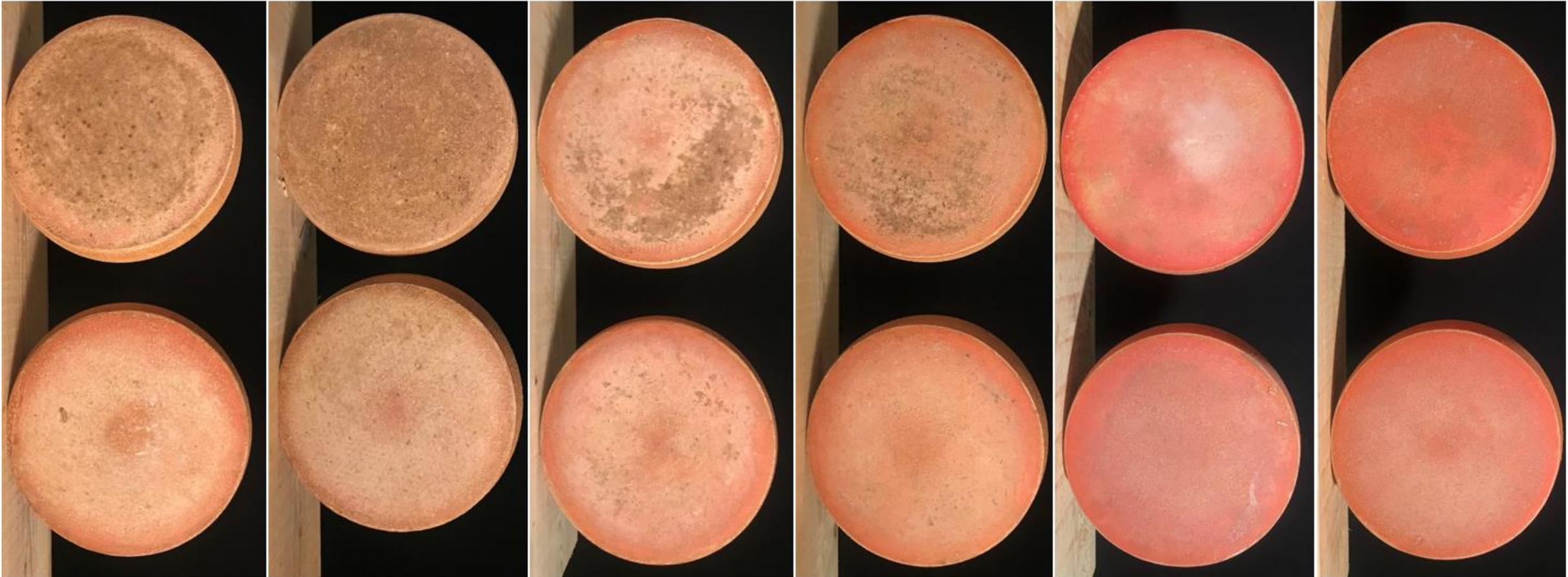
14%

17%

20%

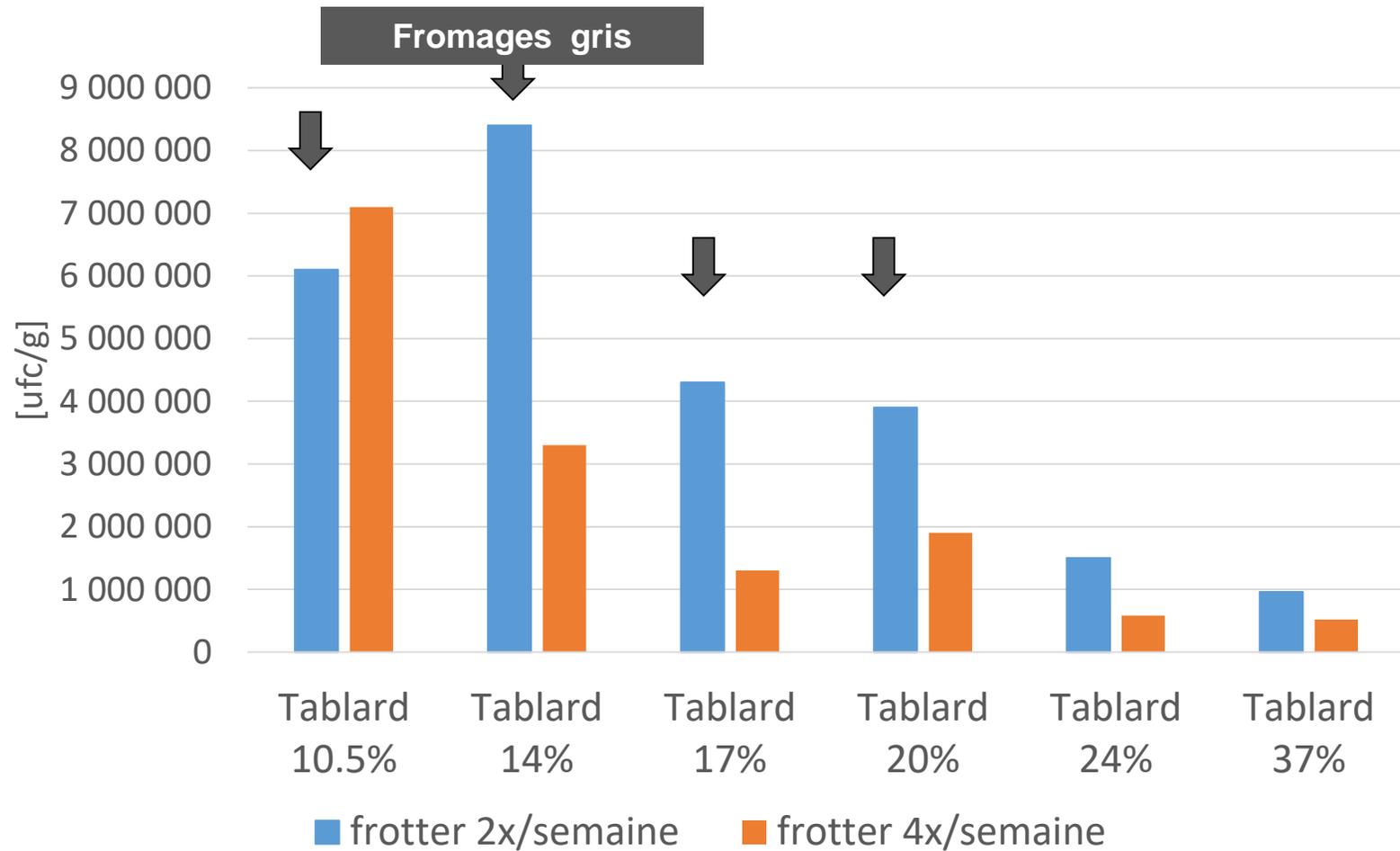
24%

37%





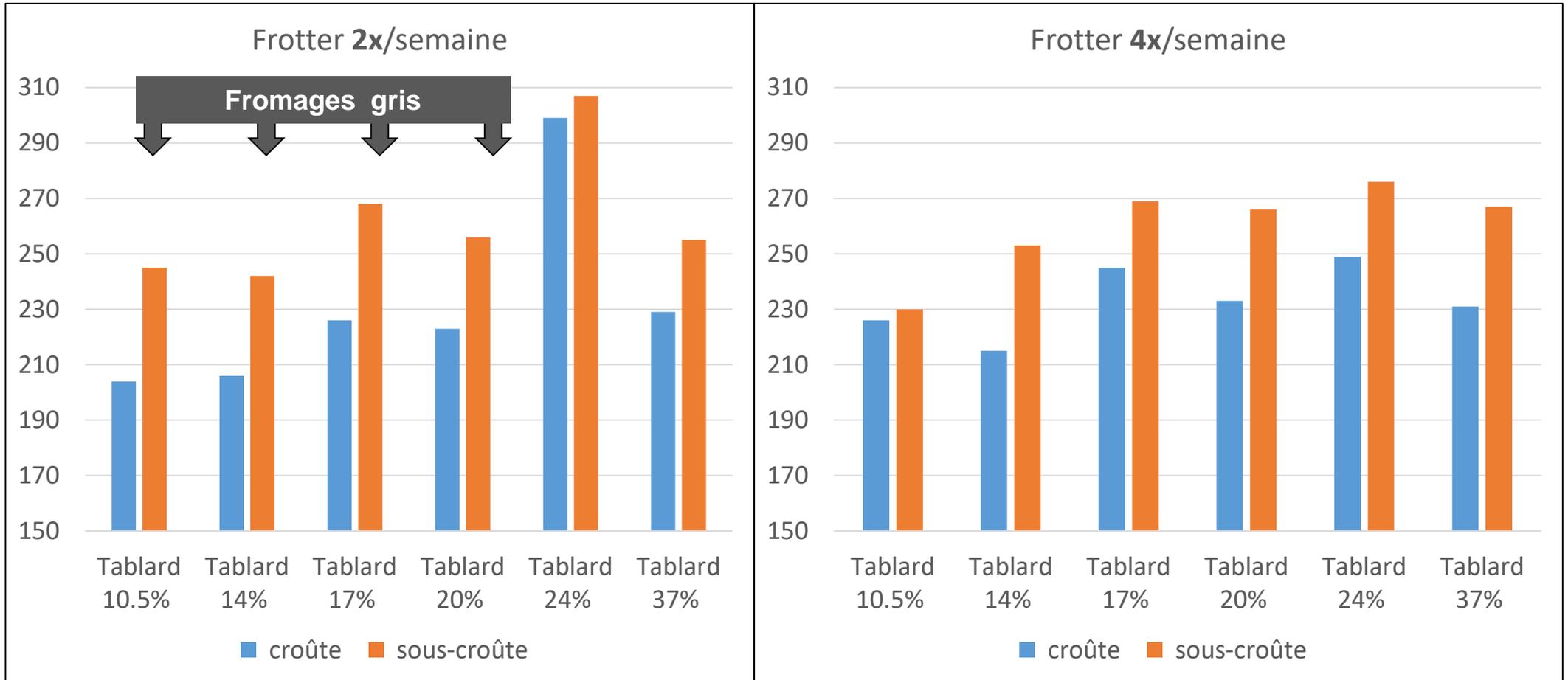
Moisissures dans la croûte et sous-croûte



Mais pas de présence de Scopurialopsis !!!

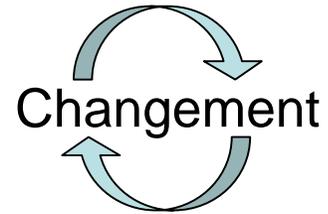


Teneur en eau [g/kg]



Aspect des tablards

Tablards après 16 semaines



Tablards utilisé entre la
16^e semaine et 7 mois





Conclusions

- Les moisissures sur les tablards n'infectent pas directement les fromages.
- Un **tablard trop sec** tire l'humidité du fromage et provoque:
 - Assèchement de la croûte
 - **Perturbe** le développement des **bactéries linens** et microcoques
 - **Favorise les moisissures**
- **L'humidité des tablards** et/ou des fromages le premier mois d'affinage **est primordial !!!**

2^e essai

**Comment
humidifier
correctement
des tablards?**





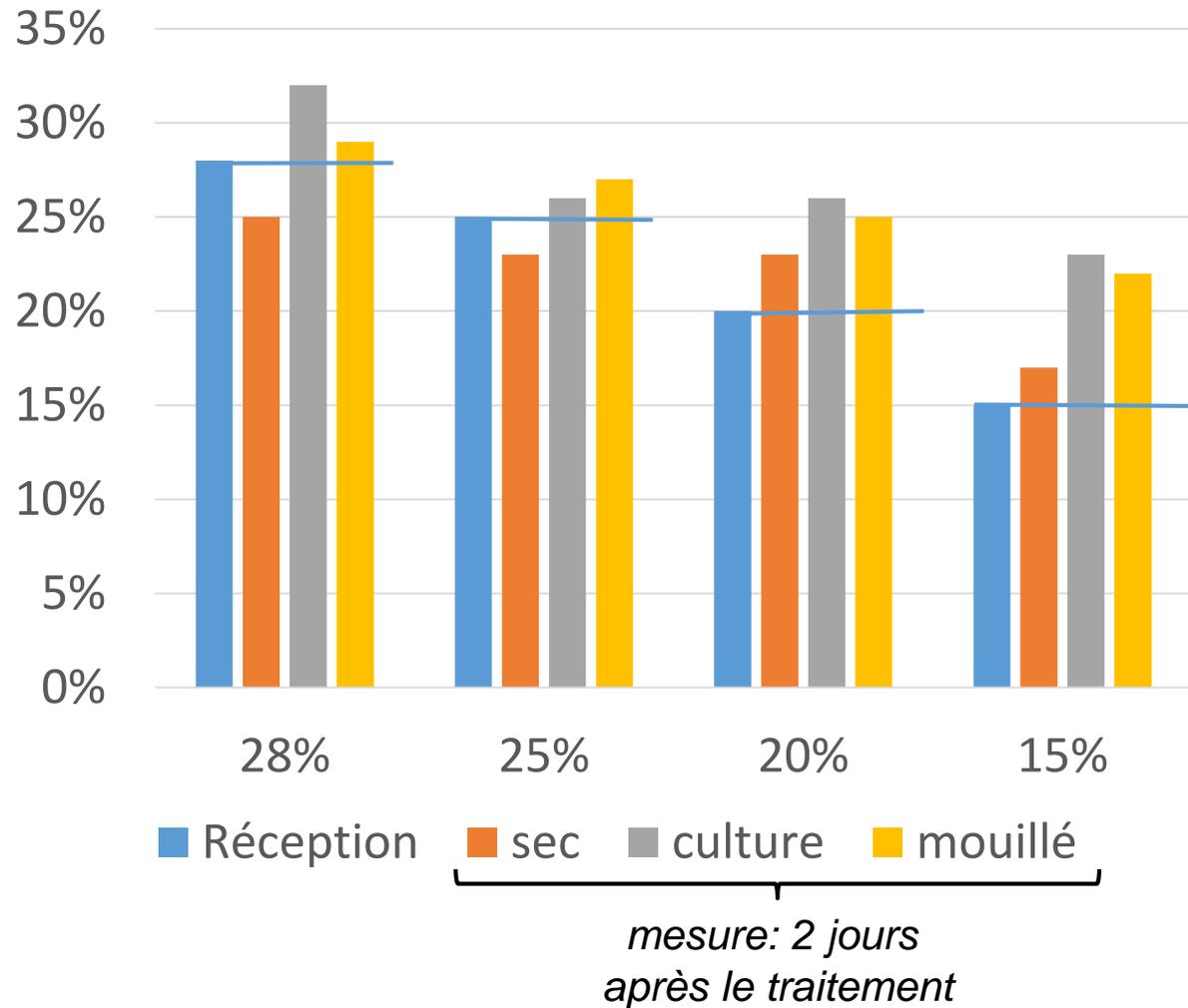
2^e essai

EH	humidité mesurée	Traitement
1	28%	sec
2		culture
3		mouillé
4	25%	sec
5		culture
6		mouillé
7	20%	sec
8		culture
9		mouillé
10	15%	sec
11		culture
12		mouillé

sec	Aucun traitement, juste placé dans la cave
culture	humidifié avec 35 ml d'eau par côté (sel 3%, culture 704: 5%)
mouillé	mouillé 2x avec de l'eau



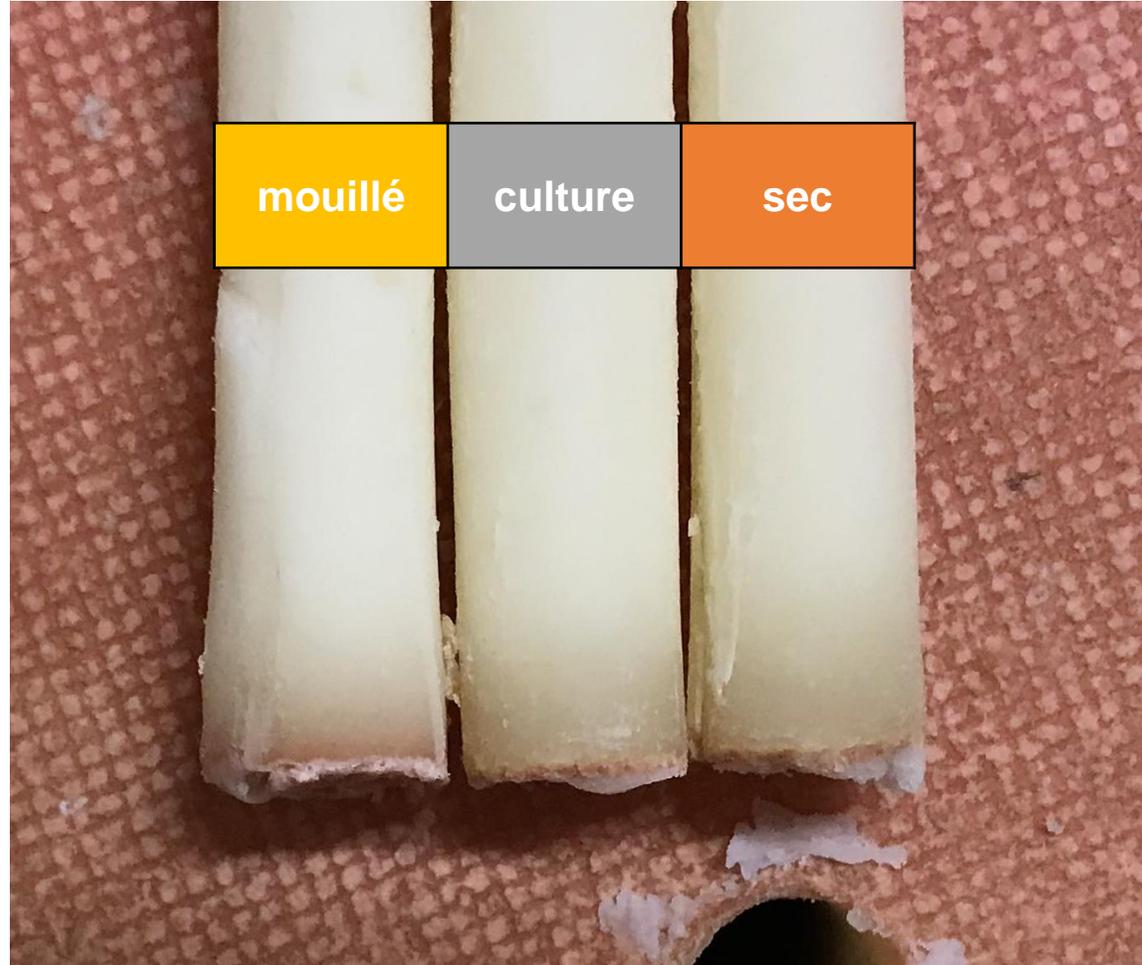
2^e essai évolution de l'humidité des tablards



sec	Aucun traitement, juste placé dans la cave
culture	humidifié avec 35 ml d'eau par côté (sel 3%, culture 704: 5%) <i>puis posés directement les fromages dessus</i>
mouillé	mouillé 2x avec de l'eau <i>mais sans les fromages, posés seulement 2 jours plus tard</i>



Aperçu du sous-croûte des fromages posé sur les tablards 15%



Est-ce que l'humidité des premiers tablards influence l'épaisseur du «sous-croûte»?



Conclusion

Diverses méthodes sont possibles pour augmenter l'humidité des planches en bois :

- **acclimatation naturelle** par pré-stockage en cave à fromage
- **aspersion** des planches avec de l'eau (avec ou sans culture)
- **séchage modéré** des planches en bois après nettoyage et stérilisation (*ex: VMO*)



Propriétés hygroscopiques du bois

Le bois est hygroscopique, il s'adapte toujours à la température et à l'humidité de l'air.

Etat	Humidité
Le bois vert en foret	60 à 75%
Stocké à l'extérieur	15 à 19%
Stockage à l'intérieur sans chauffage	10 à 12%
Stockage à l'intérieur avec chauffage	6 à 10%

(long stockage)

Méthodes de mesure de l'humidité du bois

La plus utilisée en pratique: mesure de la résistance électrique

Autres:

- Processus de séchage au four
- Processus d'extraction
- Méthode titrimétrique
- Mesure des pertes diélectriques
- Transmission radioactive





Exemples

Décembre 2021



testo 606-2 - Hygromètre pour l'humidité de l'air et des...

Réf. 0560 6062

CHF 193.00

avec TVA CHF 207.85

- ✓ Mesure d'humidité du bois, des murs, du plâtre et d'autres matériaux au moyen d'aiguilles d...
- ✓ Surveiller l'environnement de stockage et de séchage au moyen de mesures de l'humidité relative...

Décembre 2021



testo 616 - Hygromètre pour l'humidité des matériaux

Réf. 0560 6160

CHF 315.00

avec TVA CHF 339.25

- ✓ Mesure fiable de l'humidité du bois et de l'humidité dans les murs, chapes et bien plus encore
- ✓ Mesure précise, sans aucun endommagement, jusqu'à 5 cm de la surface des matériaux

🇨🇭 Mesurer l'humidité d'un tablard à fromage

L'humidité dans un tablard est hétérogène

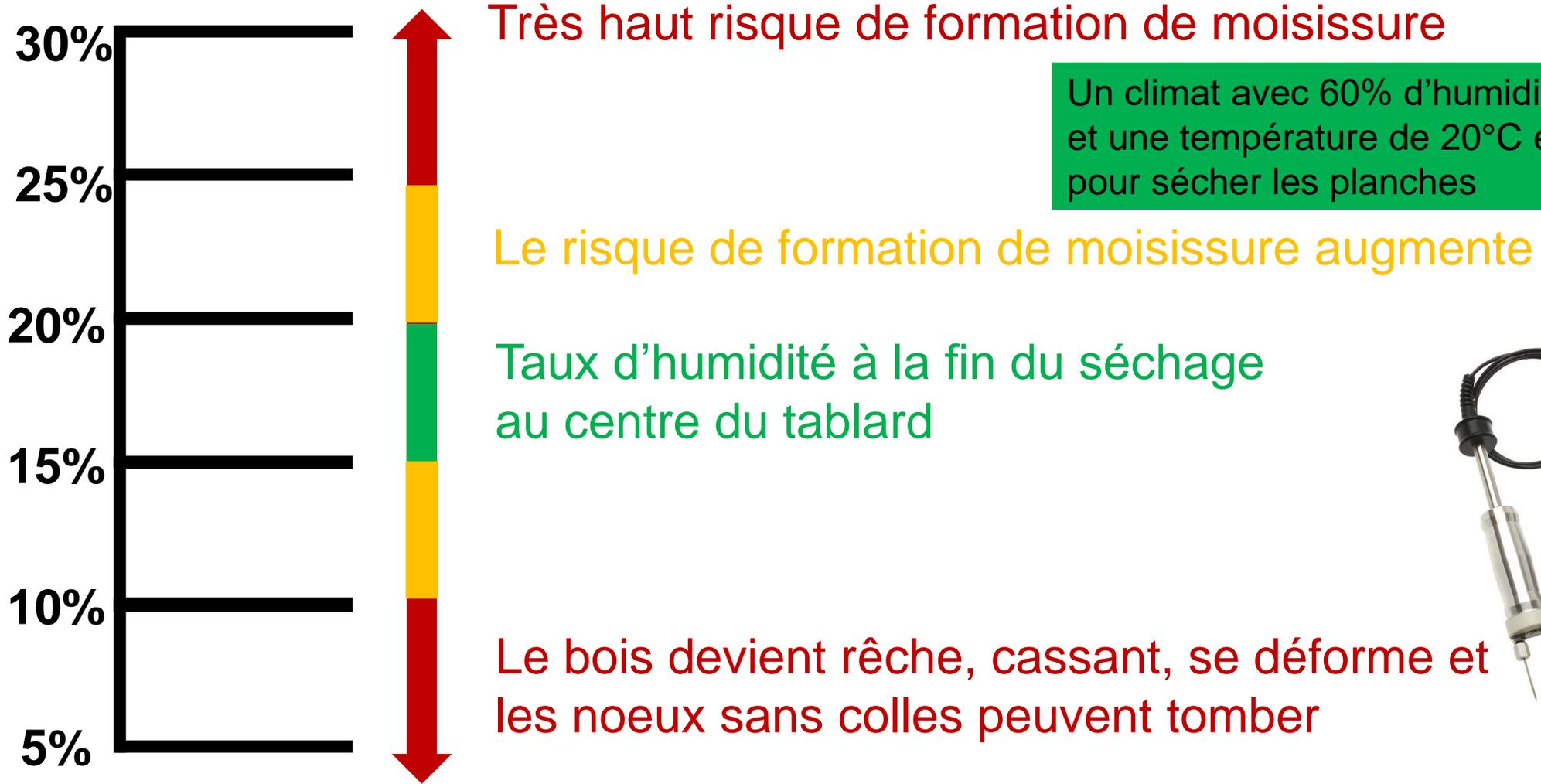
La capacité d'absorption d'un tablard dépend de plusieurs facteurs:

- la densité du bois
- l'âge du tablard
- l'épaisseur du tablard
- la quantité de nœuds etc.



Un tablard sèche du bord vers le centre

🇨🇭 Sécher les tablards – quel est le bon taux humidité?



Un climat avec 60% d'humidité relative et une température de 20 C est idéal pour sécher les planches





Le séchage de tablards au soleil

- Le rayonnement ultraviolet (**UV**) à un effet de désinfection sur les tablards à fromage.
- Les planches à l'extérieur peuvent être contaminés par des **salmonelles** via des excréments d'oiseau de l'air ou du sol et par des **Listeria** via le sol.
- Attention, un séchage trop rapide déforme les planches.





Lampes UV

A éviter!!!

Les lampes UV peuvent provoquer des cancers cutanés tels que le mélanome, provoquer un vieillissement prématuré de la peau, des coup de soleil et des cataractes.





Conclusion

- Une **scierie expérimenté** assure une bonne qualité de tablard
- Un nouveau tablard n'est **pas stérile**
- L'implantation et l'entretien du **biofilm** sur les tablards est important pour le pilotage de l'affinage
- **L'humidité des tablards** joue un rôle essentiel dans la formation de la morge
- Un **dessèchement du fromage** durant les premières semaines favorise l'implantation de **moisissures**



Remerciements

René Lüönd

Betschart AG Holz und Elektro

Hauptstrasse 107

6436 Muotathal

Markus Hirsbrunner

Hirsbrunner Holzbau AG

Horben

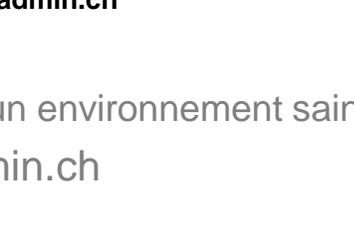
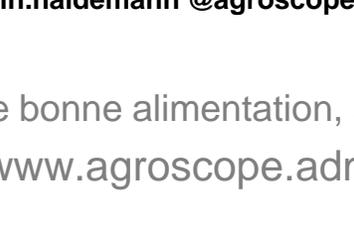
3537 Eggwil

Florian Yerly

Yerly bois SA

Chemin de la Scierie 2

1733 Treyvaux



Merci pour votre attention

John Haldemann

john.haldemann @agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain
www.agroscope.admin.ch