

# Les 8<sup>es</sup> RENCONTRES DU FROMAGE FERMIER

.....  
Provence - Alpes - Côte d'Azur

**Mardi 14 octobre 2014**

**Carmejane**  
Le Chaffaut / Digne-les-Bains

## L'affinage des fromages à pâte lactique

*Antoine MICHEL (Actalia - Centre de Carmejane)*

*Sabrina RAYNAUD (Institut de l'Élevage)*

*Jean-Yves BLANCHIN (Institut de l'Élevage)*



Actions de diffusion régionale des filières d'élevage  
MAISON RÉGIONALE DE L'ÉLEVAGE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Avec le soutien financier



Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



FranceAgriMer

## Plan de l'intervention

1. Définition fromage lactique
2. Affinage, quelles étapes-clés ?
3. Locaux d'affinage
4. Equipements de climatisation
5. Etude LACTAFF : premiers résultats

idele.fr



1

## Qu'est-ce qu'un fromage lactique ?

- Le fromage lactique est issu d'une coagulation mixte : enzymatique (chymosine de la présure) et acide (produit par les bactéries lactiques du lactosérum ou des ferments)

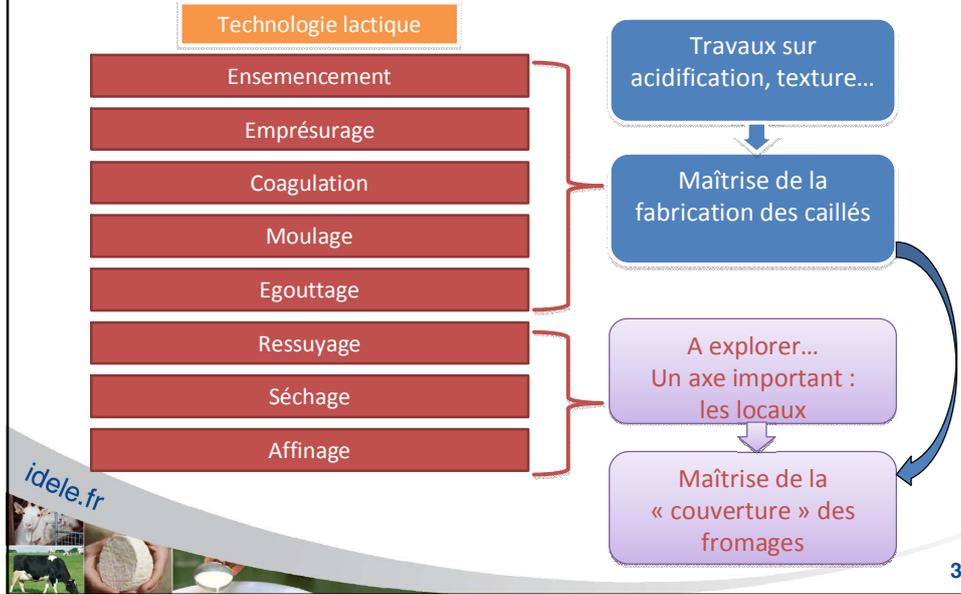
| Coagulation   | Affinage              | Famille                                      | Exemples<br>(V=Vache, B=Brebis, C=Chèvre)                                   |
|---|-----------------------|--|---|
| <b>Caillés lactiques</b><br>Coagulation lente spontanée | Sans croûte           | ► Pâtes lactiques fraîches                   | C • Rove des garrigues<br>B • Caillebotte d'aunis                           |
|   | (lait enrichi)        | ► Pâtes lactiques enrichies fraîches         | V • Saint-florentin • Fontainebleau<br>• Boursin • Tartare • Boursault      |
|   | Croûte fleurie        | ► Pâtes lactiques à croûte fleurie           | V • Chaource • Neufchâtel<br>• Sainte-maure • Selles sur Cher<br>• Pouligny |
|   | (lait enrichi)        | ► Pâtes lactiques enrichies à croûte fleurie | V • Brillat-savarin • Saint-félicien  |
|   | Croûte lavée ou mixte | ► Pâtes lactiques à croûte lavée             | V • Epoisses • Soumaintrain • Langres<br>C • Picodon dieulefit              |

Source : revue Profession Fromager, 2011



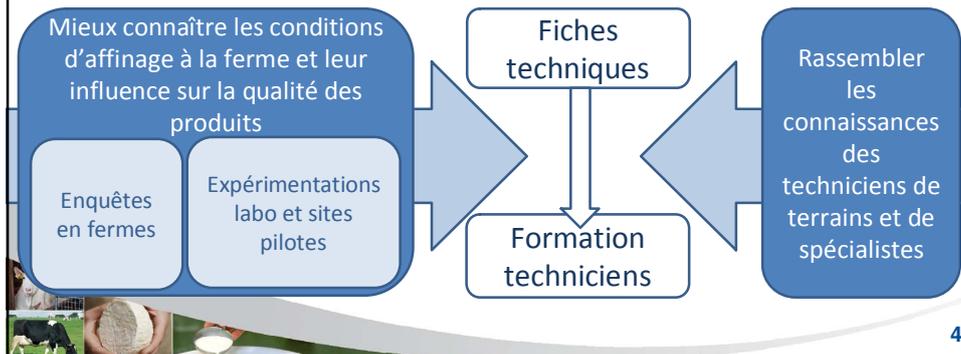
2

## Pourquoi travailler sur l'affinage ?



## LACTAFF 2012-2015 Qualité des fromages fermiers lactiques : locaux et maîtrise de l'affinage

Fournir des recommandations techniques et des valeurs de référence pour la conception, l'équipement des locaux et le pilotage de l'affinage





## Partenariat projet LACTAFF



avec le soutien financier :



Région

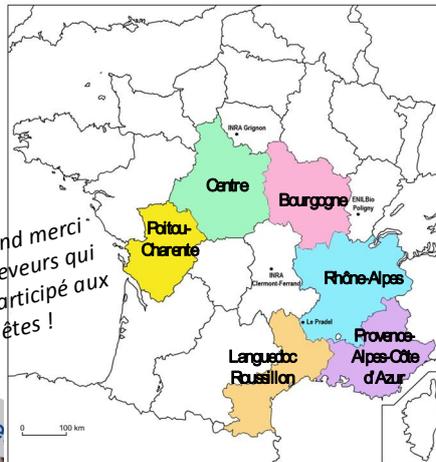
Provence-Alpes-Côte d'Azur

Et autres partenaires en région

idele.fr



## La diversité des fromages lactiques : enquêtes LACTAFF 49 fermes / 6 régions



Un grand merci  
aux éleveurs qui  
ont participé aux  
enquêtes !

idele



Palets/crottins  
fabriqués avec 0,5 à  
1,2 l de lait de chèvre  
par fromage, non  
cendrés, étudiés 14j  
après démoulage



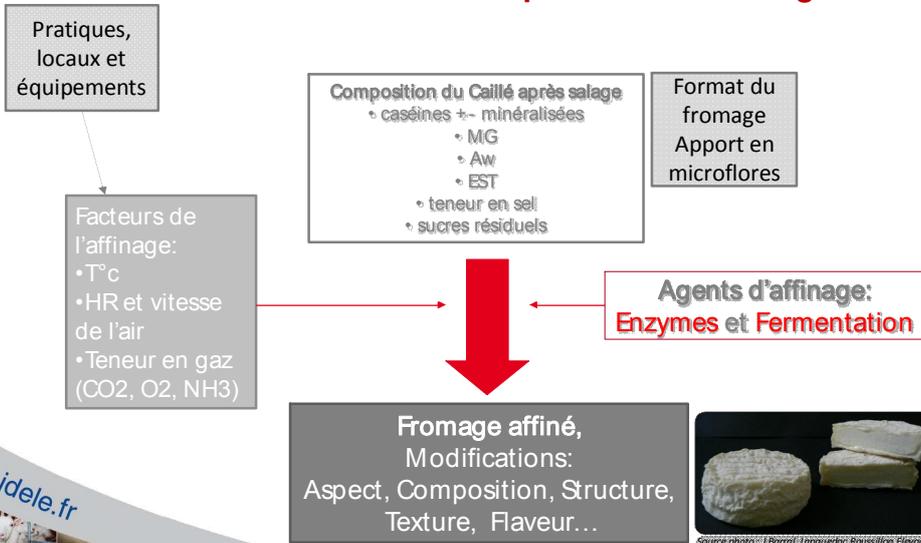
idele.fr



Source photo : G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne - M. Pétrier et V. Leroux, Centre Technique des Fromages Caprins de la région Centre  
J. Barrol, Languedoc Roussillon Elevage - M. Teinturier, ENILIA-ENSMIC Surgères - S. Morge, PEP caprins Rhône-Alpes



### Schématisation du processus d'affinage

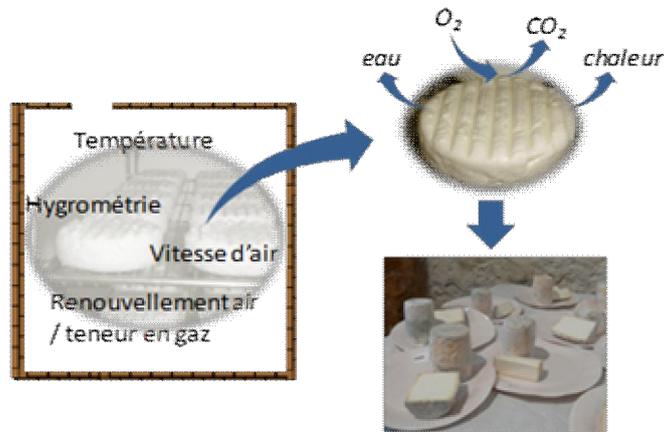


idele.fr



source photo : J. Barrol, Languedoc Roussillon Elevage

## Le fromage respire !



## Les locaux d'affinage



## Le ressuyage : le plus souvent en salle de fabrication

- ▶ Objectif :
- ▶ Complète l'égouttage
- ▶ Développement de la flore de surface et aromatique: levures et *Geotrichum* principalement pour désacidifier la surface du fromage

### Quelques paramètres recommandés :

- ▶ Durée : 1 à 2j en fonction du développement de la flore de surface
- ▶ Température : 18-20°C
- ▶ Humidité : 60 à 80% HR



Source photo : G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne  
M. Pétrier et V. Leroux, Centre Technique des Fromages  
Caprins de la région Centre

11

idele.fr



## Le séchoir



- ▶ Objectif : évacuer l'eau de façon homogène
- ▶ L'air, en balayant la surface du fromage va se charger de l'humidité en excès dans le fromage. Ainsi, pour qu'il y ait séchage, il faut que l'ambiance, donc l'air, puisse absorber l'eau du fromage.

### Quelques paramètres recommandés :

- ▶ hygrométrie 65 à 85%,
- ▶ température 12 à 18°C,
- ▶ coefficient de brassage de l'air 80-100 vol/H optimum 30-60 vol/H,
- ▶ vitesse de l'air à la surface des fromages 0,2 à 0,5m/s



idele.fr



12

## Le hâloir

Le hâloir est le plus souvent utilisé pour l'affinage des fromages à pâte molle type lactique.

▼ **Objectif** : cette pièce est particulièrement adaptée au développement des germes utiles à l'affinage, favorise la croissance des levures telles que les *Geotrichum*. La texture du fromage évolue et les arômes se développent.

↳ Limiter les pertes en eau.

Quelques paramètres recommandés :

- hygrométrie 85 à 95%,
- température 10-12°C,
- coefficient de brassage de l'air 20 à 30 vol/H
- ▼ vitesse de l'air à la surface des fromages 0,2m/s



Source photo : G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne 13

idele.fr



## La chambre froide

- ▼ **La chambre froide**, à froid positif, à pour but de stopper les réactions enzymatiques se déroulant dans le fromage
- ▼ Elle permet donc de garder du stock et de ralentir l'évolution du fromage

Quelques paramètres recommandés :

- ▼ hygrométrie > 95 %
- ▼ Température 0 à 4°C
- ▼ Coefficient de brassage de l'air > 30 vol/H
- ▼ Vitesse de l'air à la surface des fromages 0,2 m/s

idele.fr



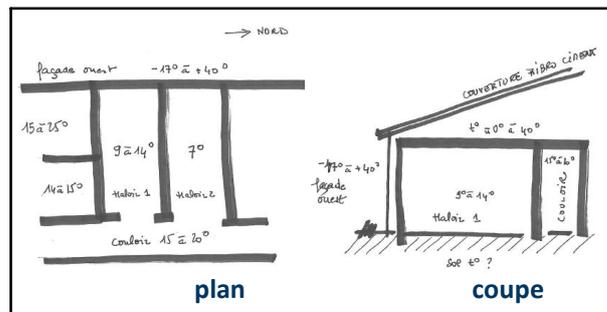
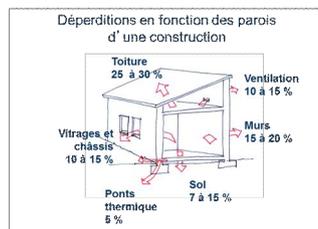
## Des choix à faire pour construire ?

L'isolation locaux « ressuyage, séchoir, hâloir » :

- ambiance à maîtriser : température, hygrométrie, vitesse d'air
- éviter les ponts thermiques
- adapter l'isolation aux besoins des différents locaux (prévoir une isolation plus efficace entre des locaux qui ont un différentiel de  $t^{\circ}$  de + 5°)



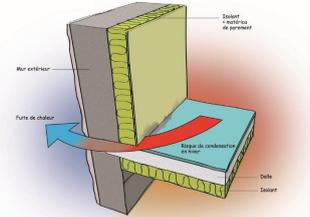
## Isoler : une nécessité pour gérer la température et l'hygrométrie



## Des risques de pont thermique

→ Éviter de créer des ponts thermiques, d'altérer les isolants lors de la mise en place des réseaux :

- air (ventilation, climatisation, chauffage),
- eau (eau froide et eau chaude, eaux usées),
- câblage électrique.



→ Des exemples :

- liaison dalle / mur,
- seuil de porte, encadrement de fenêtre,
- angle sortant du bâti...



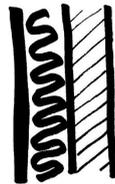
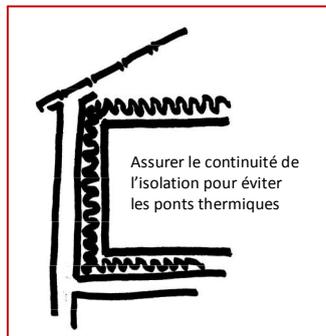
Source photo : G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne et S. Morge, PEP caprins Rhône-Alpes



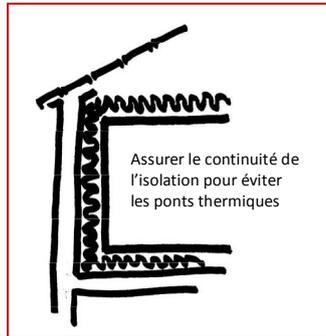
## Isoler des parois verticales

**Mur + isolant + contre-cloison :**  
Quels matériaux ? Quelles épaisseur ?

**Panneau sandwich**  
Quels matériaux ? Quelles épaisseur ?



## Isoler les plafonds et sols



### SOL

Carrelage ou résine +  
isolant + dalle  
Quels matériaux ?  
Quelles épaisseur ?



Autres solutions  
?

### PLAFOND

Panneau sandwich  
Quels matériaux ?  
Quelles épaisseur ?



Panneau + isolant côté  
combes  
Quels matériaux ?  
Quelles épaisseur ?



## La capacité hygroscopique des matériaux ?

Pour une cave des murs en brique peuvent être choisis pour leur capacité hygroscopique. En effet, ce matériau a la capacité d'absorber le surplus de vapeur d'eau quand l'air est trop humide et de le restituer lorsqu'il s'assèche.

| Paroi strictement étanche   | Paroi « respirante »   |
|---|--|
| Imperméable à l'air   | Permet des échanges gazeux   |
| Pas de régulation hygrométrique   | Régule l'humidité ambiante, l'absorbe et la restitue   |
| Nécessite une ventilation mécanique contrôlée / ouverture des portes suffit pour un petit local | Ventilation naturelle à travers les parois, à compléter une ventilation naturelle ou mécanique |



## Conception des locaux



?



idele.fr



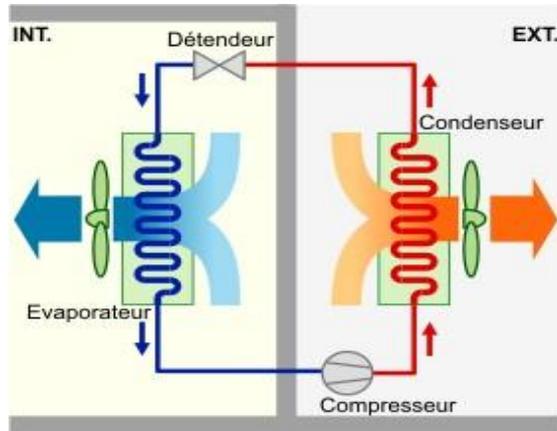
Source photo : G. Allut, Centre Fromager de Bourgogne  
M. Pétrier et V. Leroux, Centre Technique des Fromages  
Caprins de la région Centre

## Les équipements de climatisation

idele.fr



## Principe groupe froid



## Exemple d'un équipement de climatisation



Source photo : A. Michel, Actalia



## Les évaporateurs statiques



- ▶ L'air se refroidit au contact d'une surface froide
- ▶ Convection naturelle
- ▶ Taille importante
- ▶ Bonne inertie



## Les évaporateurs dynamiques



- ▶ Circulation d'air forcée
- ▶ Amélioration des performances
- ▶ Taille plus petite
- ▶ Brassage de l'air



## Comparatif des technologies

|           | Avantages   | Inconvénients  |
|-----------|---|--|
| Statique  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Facilité pour maintenir des hygrométrie supérieures à 95% en raison de le faible Delta t</li> <li>Pas de ventilation</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Encombrement</li> <li>Coût</li> <li>Difficulté à nettoyer</li> </ul>  |
| Dynamique | <ul style="list-style-type: none"> <li>Faible encombrement</li> <li>Coût inférieur à puissance égale</li> <li>Bon brassage de l'air</li> <li>Facile à nettoyer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tendance à assécher la surface des fromages</li> <li>Difficulté pour atteindre et maintenir 95% d'HR</li> </ul> |

### Valeur du Delta t en fonction de l'hygrométrie souhaitée

|           |           |           |            |            |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 90% = 5°C | 85% = 7°C | 80% = 9°C | 75% = 12°C | 70% = 16°C |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|

idele.fr



27

## A fournir au frigoriste pour une pièce donnée (liste non exhaustive...)

Plan global de la fromagerie :  
Agencement, volume, isolation...

Caractéristiques de l'ambiance recherchée :  
Température, humidité, brassage de l'air...



Schéma technologique et produit souhaité :  
Quantité de produits (poids et dimension du produit recherché), perte d'eau souhaitée, durée...

idele.fr



28

## Volume de l'équipement

- ▶ **Toutes les conditions présentées précédemment peuvent être reproduites dans des armoires spécifiques (armoire de séchage, armoire d'affinage).**
- ▶ **Avantages :**
  - Surface au sol plus faible
  - Volume utilisable à 90%
- ▶ **Inconvénients :**
  - Volume de stockage faible
  - Manque de modularité

idele.fr



29

## LACTAFF : premiers résultats des enquêtes en ferme

### Ont participé à cette action :

S. Raynaud, E. Doutart, J.-Y. Blanchin, C. Laitier, Y. Lefrileux, A. Aumasson, P. Montoya, L. Alaoui Sosse, Institut de l'Élevage

F. Blanchard et M. Lesty, FNEC-FNPL

G. Allut, N. Tautou, B. Roth, Centre Fromager de Bourgogne (CRAB)

J. Barral, Languedoc Roussillon Elevage

C. Bärtschi, consultante mycologue et laboratoire Conidia

A. Chabanon, FRESYCA

Y. Gaüzere, ENILBIO Poligny

A. Michel, C. Reynaud et E. Fatet, Actalia Carnejane, V. Enjalbert, M. Donneaud, MRE

S. Morge, PEP caprins Rhône-Alpes

M. Pétrier et V. Leroux, Centre Technique des Fromages Caprins de la région Centre

D. Picque, H. Guillemin, J. Bussière, INRA GMPA Grignon

M. Teinturier, P. Jean, ENILIA-ENSMIC Surgères

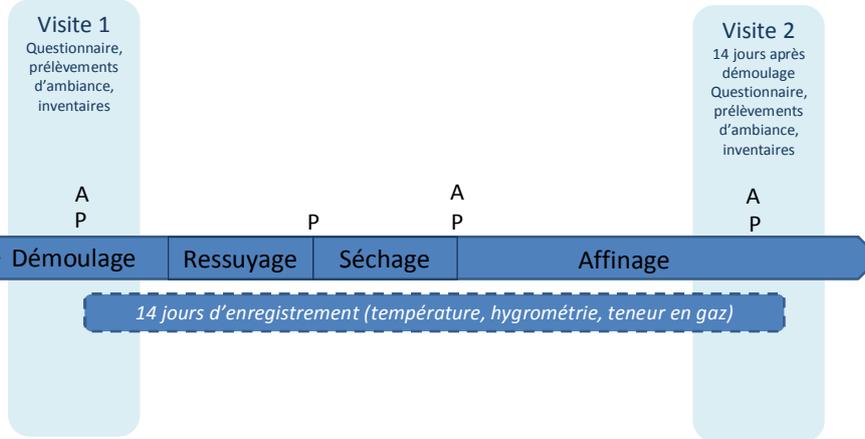
**Et de nombreux éleveurs !**

idele.fr



30

## Déroulement du suivi



idele.fr



P = Pesée  
A = Analyse physico-chimique

## SACHA

### Un prototype conçu par l'INRA pour la mesure des conditions d'ambiance

- Mesure en continu toutes les minutes la température, l'hygrométrie, la teneur en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>



Source photo : Mélissa Teinturier, ENILIA-ANSMIC Surgères

idele.fr



## Données issues des 49 enquêtes en ferme

- Le traitement des résultats n'est pas terminé
- A creuser : lien entre locaux / équipements et conditions d'ambiance
- Enquête sera répétée et approfondie dans 4 fermes
- Non étudié mais important : apport de microflores d'affinage par le lait, le lactosérum, le matériel... (75% des exploitations enquêtées utilisaient du lactosérum)

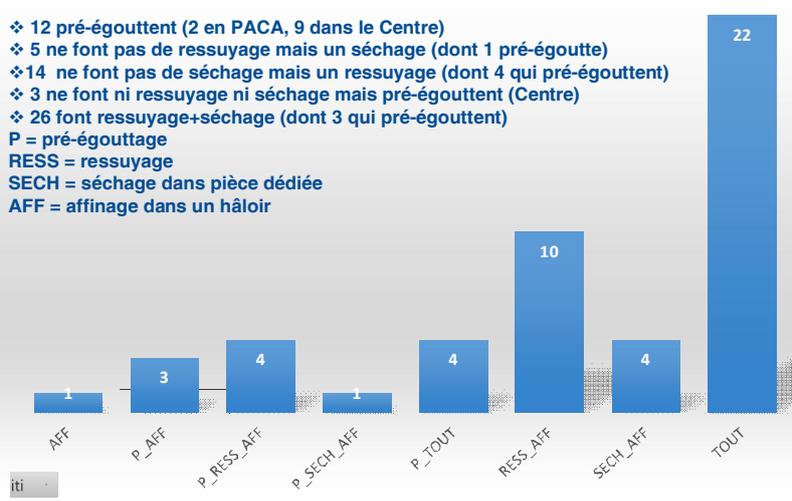
idele.fr



33

## Diversité des itinéraires technologiques (49 exploitations)

- ❖ 12 pré-égouttent (2 en PACA, 9 dans le Centre)
  - ❖ 5 ne font pas de ressuyage mais un séchage (dont 1 pré-égoutte)
  - ❖ 14 ne font pas de séchage mais un ressuyage (dont 4 qui pré-égouttent)
  - ❖ 3 ne font ni ressuyage ni séchage mais pré-égouttent (Centre)
  - ❖ 26 font ressuyage+séchage (dont 3 qui pré-égouttent)
- P = pré-égouttage  
 RESS = ressuyage  
 SECH = séchage dans pièce dédiée  
 AFF = affinage dans un hâloir



idele.fr



34

## Des durées variables pour chaque étape : exemple de deux régions

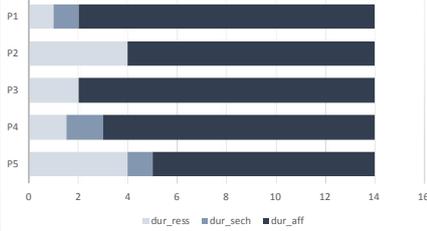
### PACA



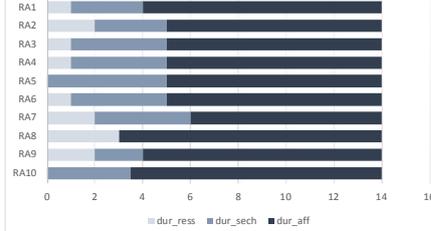
### Rhône-Alpes



DURÉES DE RESSUYAGE, SÉCHAGE, AFFINAGE (EN JOURS)

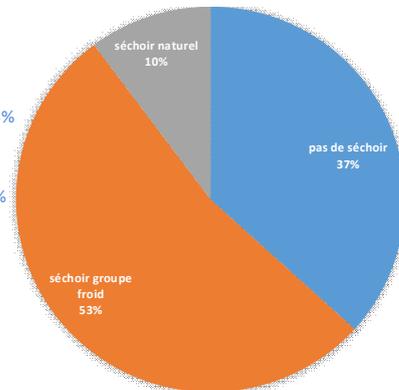
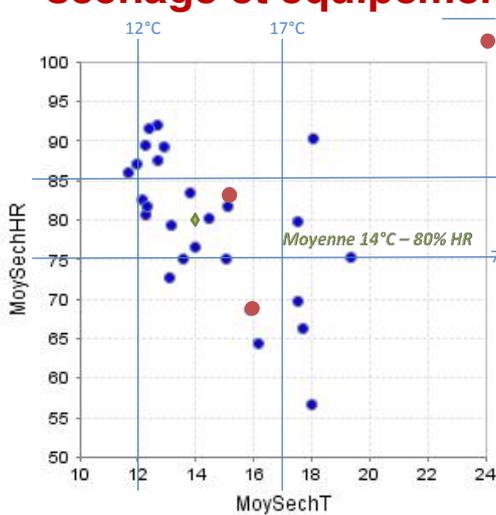


DURÉES DE RESSUYAGE, SÉCHAGE, AFFINAGE (EN JOURS)

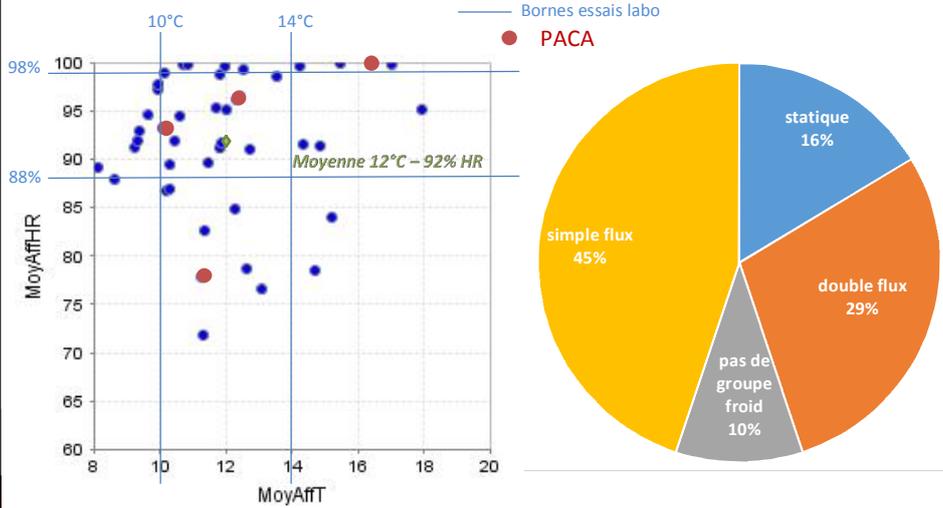


Non représentées : Poitou-Charentes, Languedoc Roussillon, Centre, Bourgogne

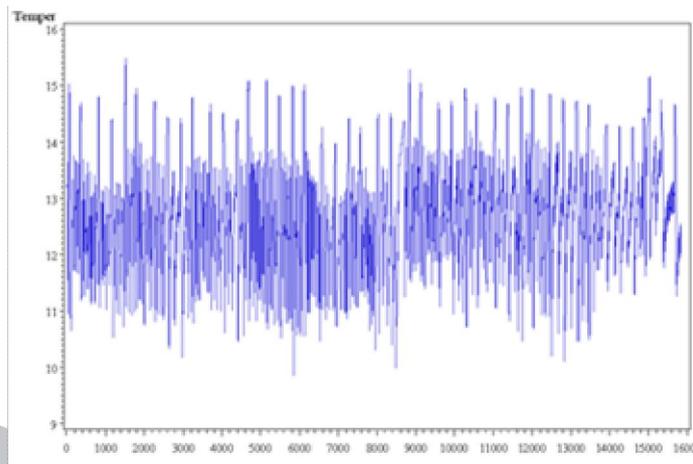
## Hygrométrie en fonction de la température au séchage et équipement (49 exploitations)



## Hygrométrie en fonction de la température en affinage et équipement (49 exploitations)

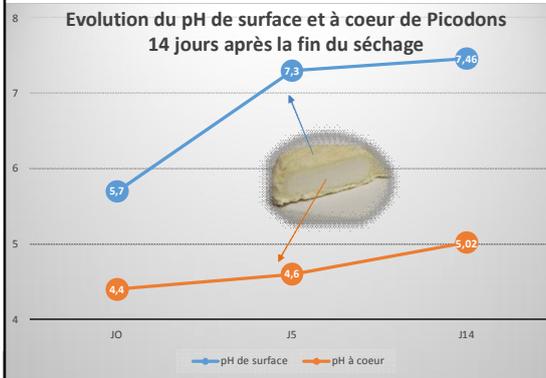


## Evolution de la température au hâloir toutes les minutes durant 11j dans une ferme

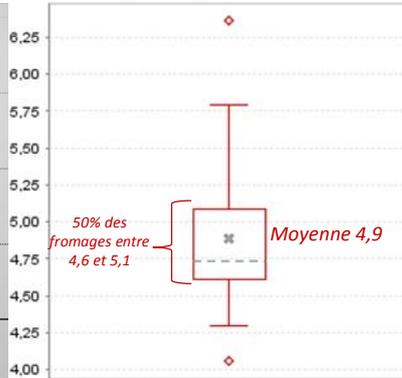


## Evolution du pH en cours d'affinage

Etude expérimentale



pH à cœur en fin d'affinage pour les 49 fermes



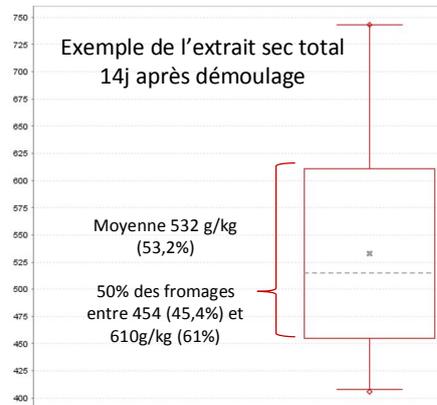
pH au démoulage en moyenne : 4,3

idele.fr



## Composition physico-chimique des fromages à 14j (49 exploitations)

- Une grande variabilité de tous les paramètres étudiés...
- La composition physico-chimique du fromage ne semble pas liée à son aspect à 14j

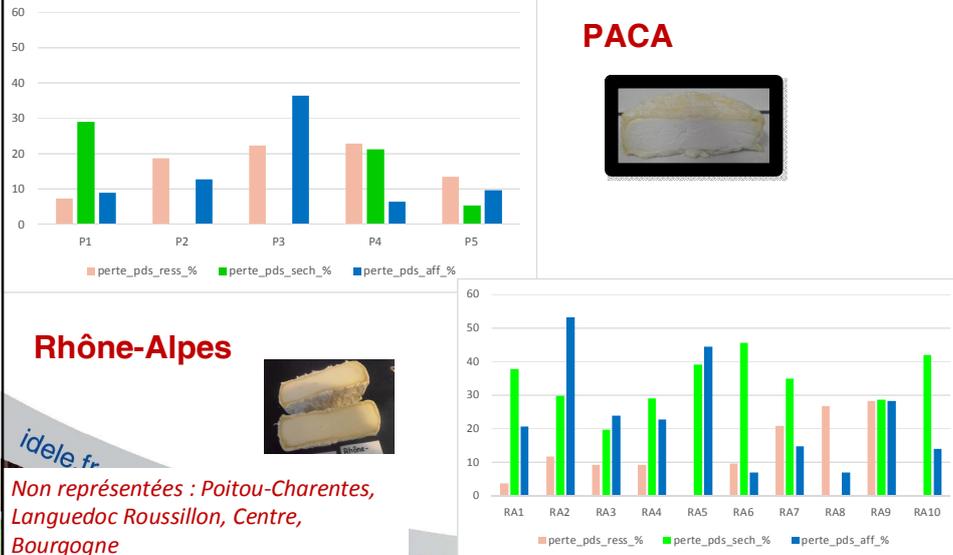


idele.fr



## Pertes de poids au cours du ressuyage, du séchage et de l'affinage (en % du poids du fromage au début de l'étape)

Exemple de deux régions



## Conclusion

- ▶ **Locaux, équipements et conduite de l'affinage sont à raisonner pour un produit de qualité**
- ▶ **Avoir des repères sur son affinage : acidités/pH, températures et pesées**
- ▶ **Le programme de recherche se termine fin 2015**  
→ **des fiches techniques seront disponibles**