

Les 9^{es} RENCONTRES DU FROMAGE FERMIER

Provence - Alpes - Côte d'Azur

Jeudi 6 octobre 2016

Carmejane

Le Chaffaut / Digne-les-Bains

**Agir sur la dynamique des flores
lactiques pour améliorer la texture
des fromages à caillé doux**

• *Henri TONGLET (Actalia – Centre de Carmejane)*



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

LACTIDOUX



Amélioration du défaut de cœur dur/crayeux en technologie caillé doux (Banon AOP)



Etude réalisée pour la MRE PACA

Avec le soutien financier de la région PACA et de FranceAgriMer



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

CONTEXTE ET OBJECTIFS



Cœur dur/crayeux : problème le plus fréquemment rencontré dans l'AOP Banon

Origine principale : Manque de maîtrise de l'acidification des fromages, lui-même lié à un mauvais « pilotage » des flores lactiques (celles du lait cru et celles apportées par des ferments) durant la fabrication.

→ Phénomène de post-acidification

Très probablement en lien avec l'évolution de la qualité des laits :

Les laits de chèvre à moins de 10 000 germes/ml sont de plus en plus fréquents !

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

CONTEXTE ET OBJECTIFS



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

CONTEXTE ET OBJECTIFS



OBJECTIF = adapter des leviers technologiques permettant de réduire ce phénomène de post-acidification :

- Rééquilibrer la flore bactérienne entre mésophiles et thermophiles
- Limiter l'action de l'acidification bactérienne en installant des flores d'affinage consommatrices de lactose, et permettre une augmentation du pH à cœur du fromage

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PROCEDE DE FABRICATION TYPE



⇒ Peu ou pas de maturation
⇒ Ensemencement facultatif, généralement mésophile + flores
⇒ Température : 30-35°C

⇒ 20 à 35 ml / 100 litres
⇒ Temps de durcissement : 2 à 3 fois le temps de prise

⇒ Taille grain de maïs / noisette

⇒ Brassages courts

⇒ Objectif pH au démoulage : 4,80 - 5,00

⇒ 15 jours minimum après moulage (dont 10 jours sous feuilles minimum)

⇒ 8 – 14°C / HR > 80%

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASES DE L'ETUDE



2^{ème} semestre 2014

PHASE 1 : Test d'un ensemencement contrôlé en *Streptococcus thermophilus*

2^{ème} semestre 2015

PHASE 2 : Test d'un ensemencement complémentaire en levures d'affinage

⇒ Comparaison de fabrications essais et témoins, sur les plans technologiques, microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I



Test d'un ensemencement contrôlé en *Streptococcus thermophilus* pour jouer sur le rapport streptocoques / lactocoques

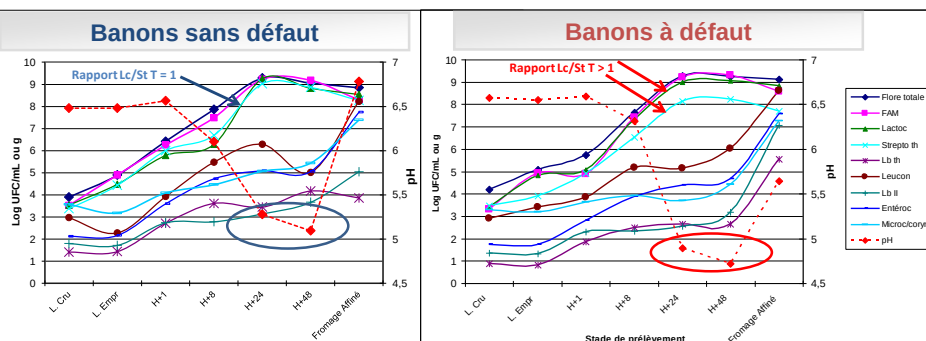
- Quel impact sur la cinétique d'acidification ?
- Quel impact de le produit fini ?

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

Un constat réalisé en 2013 lors de l'étude sur les *Staph*



⚠ pH à J+1 et J+2

⚠ Dynamique flores lactiques mésophiles / streptocoques thermophiles

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

OBJECTIFS DE LA PHASE I



Sur des Banons à défaut :

- Modifier la cinétique d'acidification en jouant sur le rapport streptocoques thermophiles / flores lactiques mésophiles

objectif = se calquer sur les courbes types des fabrications sans défaut, à savoir :

- rapport Lactocoques/Strepto ≈ 1 depuis l'emprésurage jusqu'à J+1
- lactocoques et streptocoques à J+1 $\approx 10^9$ UFC/mL
- pH à 8h=6,10 , pH à J+1 et J+2 >5,00

- Mesurer l'impact de ces modifications sur la texture des Banons

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

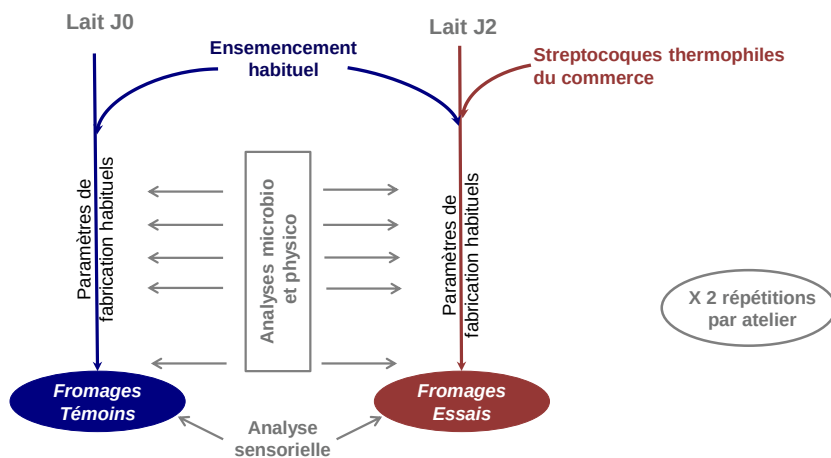
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

DISPOSITIF EXPERIMENTAL



3 ateliers fabriquant du Banon



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

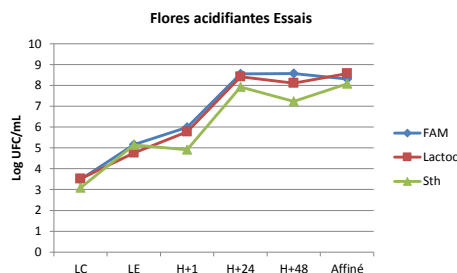
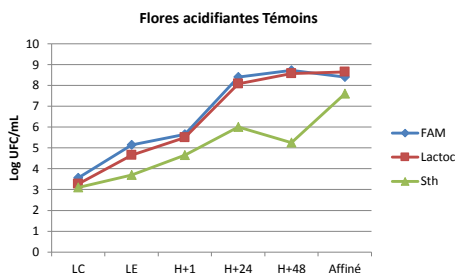
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

RESULTATS



Dynamique des populations microbiennes



FAM : flores acidifiantes mésophiles, Lactoc=lactocoques, Sth=Streptocoques thermophiles, LC=lait cru, LE=lait emprésuré

L'ensemencement en Streptocoques du commerce a bien permis de créer un différentiel de populations à partir de l'emprésurage et jusqu'à J+2

... mais nb de Strepto à J+1 dans les fabrications essais plus faible que celui des flores mésophiles (alors que l'objectif était un rapport de 1/1)

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

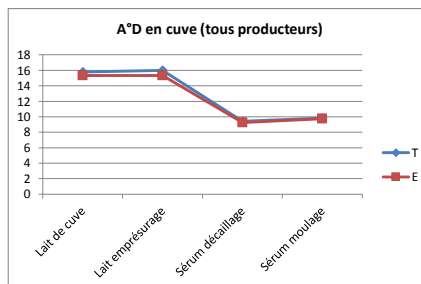
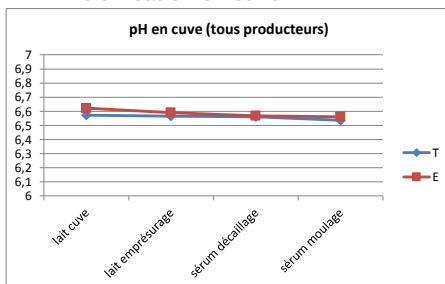
PHASE I

RESULTATS



Cinétique d'acidification

Acidification en cuve



Absence de maturation et durée de travail en cuve courte

→ les Streptocoques thermophiles n'ont pas le temps de créer un différentiel d'acidification avant le moulage

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

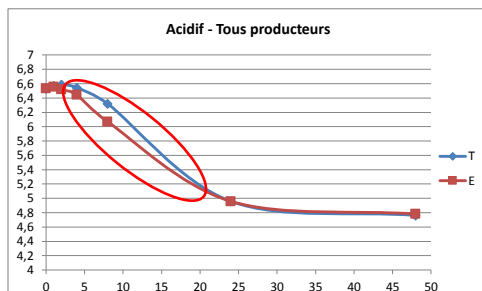
PHASE I

RESULTATS



Cinétique d'acidification

▪ Acidification en moules



- Différentiel de cinétique d'acidification entre 2 et 8 h après moulage (*mais non significatif*)
- Jusqu'à H+8 : valeurs conformes aux objectifs
- Par contre, aucune différence sur les pH à J+1 et J+2

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

RESULTATS



Analyses physico-chimiques

▪ Laits de fabrication

	Témoins	Essais	Différence stat
TB (g/Kg)	33,40	31,32	non
TP (g/Kg)	31,73	31,90	non
TB/TP	1,06	0,99	non
Cellules	1 649 667	1 353 500	non

Un producteur en inversion de taux systématique qui fait baisser les moyennes de TB et TB/TP

▪ Caillé à Moulage +1h

	Témoins	Essais	Différence stat
Extrait Sec Total (g/100g)	31,20	31,81	non
Matière Grasse (g/100g)	14,04	13,71	non
HFD (%)	79,94	78,92	non
H/ESD	4,07	3,87	non

HFD = Humidité du Fromage Dégraissé

H/ESD=Humidité/Extrait Sec Dégraissé

Pas de différence de niveau d'égouttage entre témoins et essais

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

RESULTATS



Analyses physico-chimiques

▪ Fromages à J+1

	Témoins	Essais	Différence stat
Extrait Sec Total (g/100g)	40,92	41,57	non
Matière Grasse (g/100g)	19,38	19,79	non
G/S (%)	47,09	47,44	non
HFD (g/100g)	73,15	72,80	non
H/ESD	2,78	2,69	non
Calcium (mg/100g)	528,3	534,8	non
Ca/ESD (%)	2,44	2,45	non

▪ Pas de différence de niveau d'égouttage

▪ Aucune différence de niveau de minéralisation du caillé

▪ Fromages affinés

	Témoins	Essais	Différence stat
Extrait Sec Total (g/100g)	48,49	49,41	non
Matière Grasse (g/100g)	24,54	25,94	non
G/S (%)	50,62	52,53	non
HFD (g/100g)	68,25	68,26	non
H/ESD	2,16	2,18	non
Calcium (mg/100g)	546,8	534,3	non
Ca/ESD (%)	2,26	2,27	non
Taux de sel (g/100g)	0,718	0,625	non
Sel/eau (%)	1,18	1,26	non

▪ Aucune différence significative de composition des fromages affinés

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

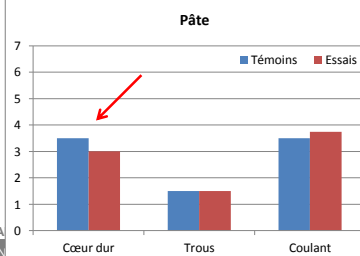
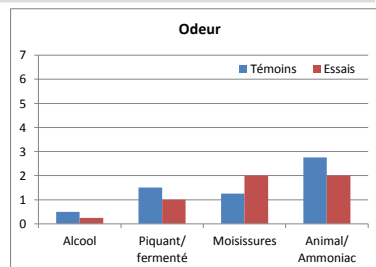
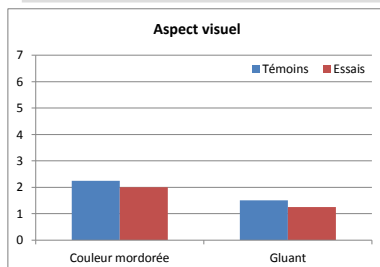
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE I

RESULTATS



Caractéristiques sensorielles



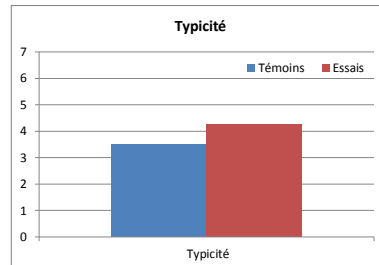
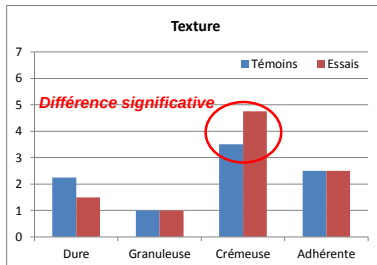
ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

SENSORIEL

PHASE I

CARACTERISTIQUES SENSORIELLES



ACTALIA
CECALAIT

ESSAI



IMENTAIRE
OVATION - PROD

ESSAI



ALIMENTS - SE

ESSAI

PHASE I

CONCLUSIONS



- Léger effet positif des Streptocoques sur la texture

Mais...

- Trop peu de répétitions pour que cela ressorte nettement
- Expression des streptocoques insuffisante pour créer des écarts de pH à J+1, composition physico-chimique, etc

Explications possibles :

- Souche de strepto utilisée (souche très lente)
- Températures en cuve et en moules insuffisantes

Suites à donner

- poursuivre le travail sur les streptocoques thermophiles : test nouvelle souche, travail à plus haute température,...
- Test de nouveaux leviers : ex : levures

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II



Test d'un ensemencement contrôlé en levures pour réguler la neutralisation du caillé doux



- Quel impact sur la cinétique d'acidification ?
- Quel impact de le produit fini ?

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II



CHOIX DES LEVURES

Au début de l'affinage des fromages à pâte molle, les levures telles que *Kluyveromyces lactis* et *Candida utilis*, contribuent fortement à la consommation des sucres résiduels :

- *Kluyveromyces lactis* : capacité à consommer le lactose rapidement
 - *Candida utilis* : pouvoir de neutralisation important
- Limitent le phénomène de post-acidification
- Capacité de consommer les lactates et produire des substances basiques (ammoniac) → Remontée du pH.

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

OBJECTIFS DE LA PHASE II



Sur des Banons à défaut :

- Accélérer la neutralisation du caillé en augmentant la population et l'activité des levures.

objectif = avoir une remontée du pH rapide après démoulage et une composition du caillé moins déminéralisé à l'affinage.

- pH à J+1 et J+2 >5,00

- Mesurer l'impact de ces modifications sur la texture des Banons

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

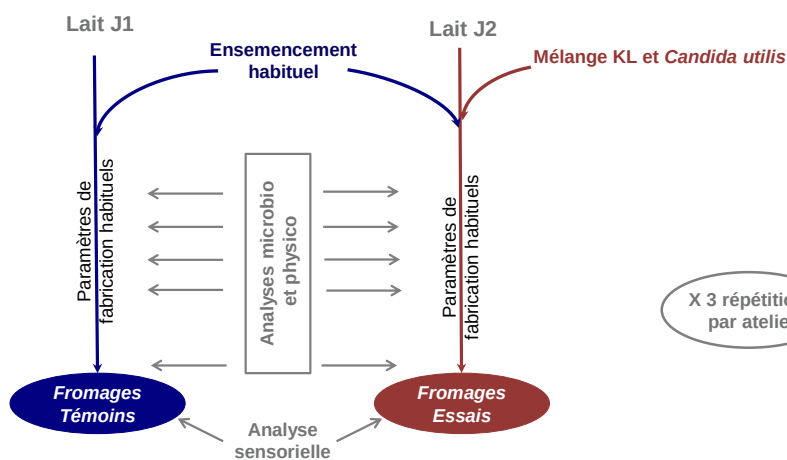
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

DISPOSITIF EXPERIMENTAL



3 ateliers fabriquant du Banon



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

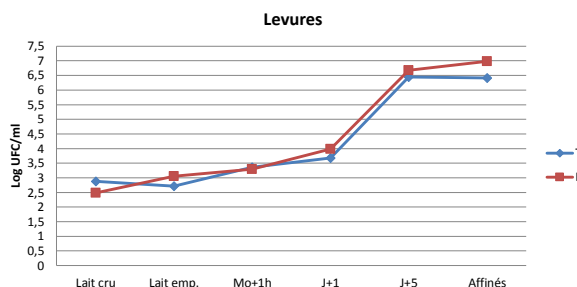
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Dynamique des populations microbiennes



L'ensemencement contrôlé en levures a bien permis de créer un différentiel de populations, plus marqué à partir du stade démoulage et ce jusqu'au produit affiné

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

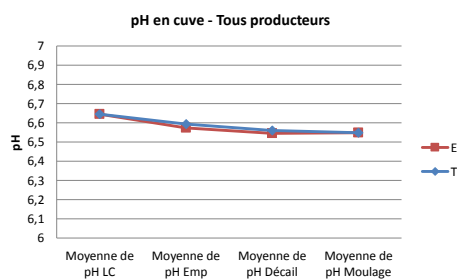
PHASE II

RESULTATS



Cinétique d'acidification

Acidification en cuve



Absence de maturation et durée de travail en cuve courte

→ les levures n'ont pas le temps de créer un différentiel d'acidification visible

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

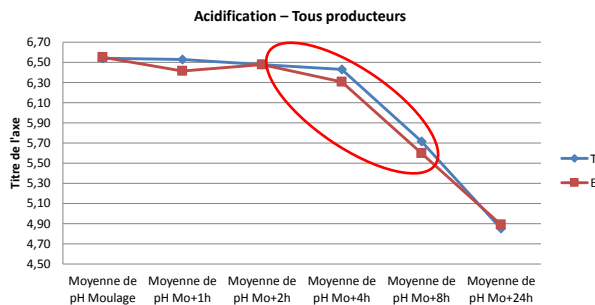
PHASE II

RESULTATS



Cinétique d'acidification

Acidification en moule



- Léger différentiel de cinétique d'acidification entre 2 et 8 h après moulage (*non significatif*)
- Jusqu'à Mo+8h : valeurs conformes aux objectifs
- Aucune différence sur les pH à J+1

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

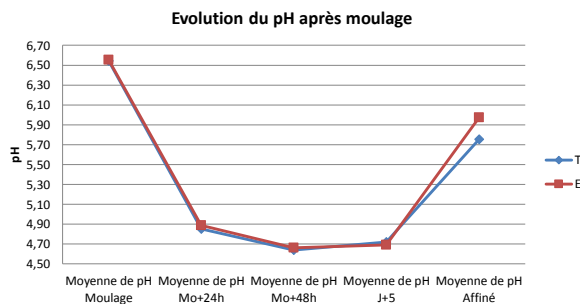
PHASE II

RESULTATS



Cinétique d'acidification

Affinage



- Remontée de pH plus importante en fin d'affinage (*mais non significatif*)
- Jusqu'à J+5 et la mise sous feuille : pas de différentiel de pH

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Analyses des laits de fabrication

■ Physico-chimie

	en g/kg	Suivi 1		Suivi 2		Suivi 3	
		Témoins	Essai	Témoins	Essai	Témoins	Essai
Producteur 1	Taux butyreux	34,3	28,7	34,8	36	32,8	33,4
	Taux protéique	29,6	29,9	28,1	28,8	28,8	28,7
	TB/TP	1,16	0,96	1,24	1,25	1,14	1,16
Producteur 2	Taux butyreux	38,5	36,7	38,4	36,5		
	Taux protéique	29,5	29,4	29,6	29		
	TB/TP	1,31	1,25	1,30	1,26		
Producteur 3	Taux butyreux	29,6	30,2	32,1		33,6	
	Taux protéique	28,2	27,6	28,3		29,9	
	TB/TP	1,05	1,09	1,13		1,12	

Un producteur en inversion de taux sur 1 fabrication

■ Microbiologie

log UFC/ml	Fabrications témoins		Fabrications essais		P Student
	Moy	ET	Moy	ET	
GT	4,28	0,40	4,31	0,61	NS
Coli totaux	1,63	0,79	1,78	1,14	NS
Levures	2,88	0,52	2,49	0,51	NS

Pas de problème au niveau des flores.

Equilibre entre témoins et essais.

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Analyses physico-chimiques

■ Caillé à Mo+1H et J+1

Tous producteurs		Témoins	Essais	P Student
		Moyenne	Moyenne	
Mo+1h	EST (g/100g)	31,91	32,35	NS
	MG (g/100g)	14,16	14,16	NS
	G/S (%)	44,29	43,52	NS
	HFD (g/100g)	79,23	78,75	NS
	H/ESD	3,96	3,77	NS
J+1	EST (g/100g)	44,12	44,41	NS
	MG (g/100g)	20,81	20,97	NS
	G/S (%)	47,04	47,13	NS
	HFD (g/100g)	70,57	70,29	NS
	H/ESD	2,40	2,39	NS

HFD = Humidité du Fromage Dégraissé

H/ESD=Humidité/Extrait Sec Dégraissé

Pas de différence de niveau d'égouttage entre témoins et essais

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Analyses physico-chimiques

▪ Fromages affinés

	Témoins	Essais	P Student
	Moyenne	Moyenne	
Extrait Sec Total (g/100g)	50,31	50,99	NS
Matière Grasse (g/100g)	25,50	25,66	NS
G/S (%)	50,68	50,29	NS
HFD (g/100g)	66,70	65,86	NS
H/ESD	2,01	1,95	NS
Calcium (mg/100g)	455,13	463,50	NS
Lactates L (mg/100g)	71,88	69,00	NS

Aucune différence significative
sur la composition physico-
chimique des fromages affinés

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

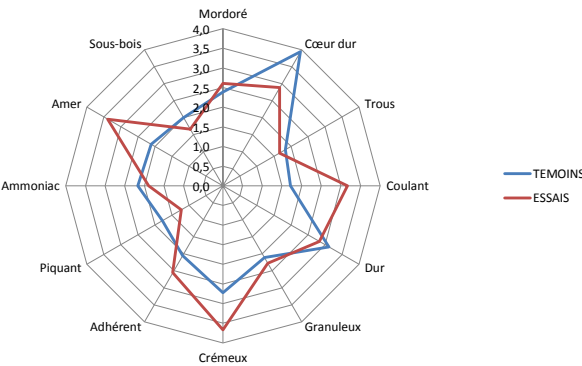
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Caractéristiques sensorielles



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

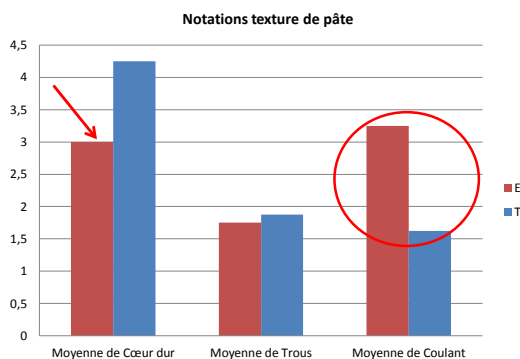
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

RESULTATS



Caractéristiques sensorielles



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

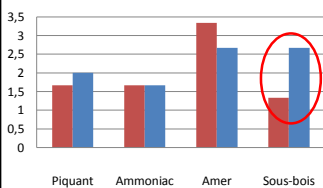
CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

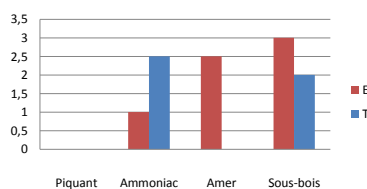
CARACTERISTIQUES SENSORIELLES – Distinctions particulières



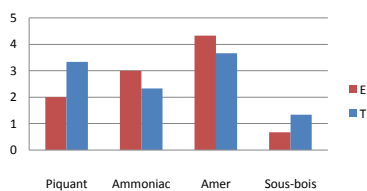
Notations saveurs et arômes - Producteur 1



Notations saveurs et arômes - Producteur 2



Notations saveurs et arômes - Producteur 3



ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL

PHASE II

CONCLUSIONS



- Pas d'effet remarquablement notable de la part des levures

Mais...

- Trop de variations dans les ateliers et les conditions d'affinage pour une expression lissée
- Expression des levures tardives, mais visible sur les critères organoleptiques plutôt que texture.

Explications possibles :

- Conditions d'affinage

Suites à donner

- Etudier l'impact des conditions d'affinage : températures, hygrométrie, durée...
- Tester d'abord en conditions contrôlées

ACTALIA - CENTRE D'EXPERTISE AGROALIMENTAIRE

CECALAIT - CONTRÔLE ET QUALITÉ - INNOVATION - PRODUITS LAITIERS - SÉCURITÉ DES ALIMENTS - SENSORIEL