



Le Picodon face au changement climatique Quelles conséquences, du fourrage au fromage ?

Hélène Le Chenadec, Fanny Albert, Faustine Noël et Claire Boyer (*Institut de l'Élevage*)



Changement climatique en zone AOP Picodon

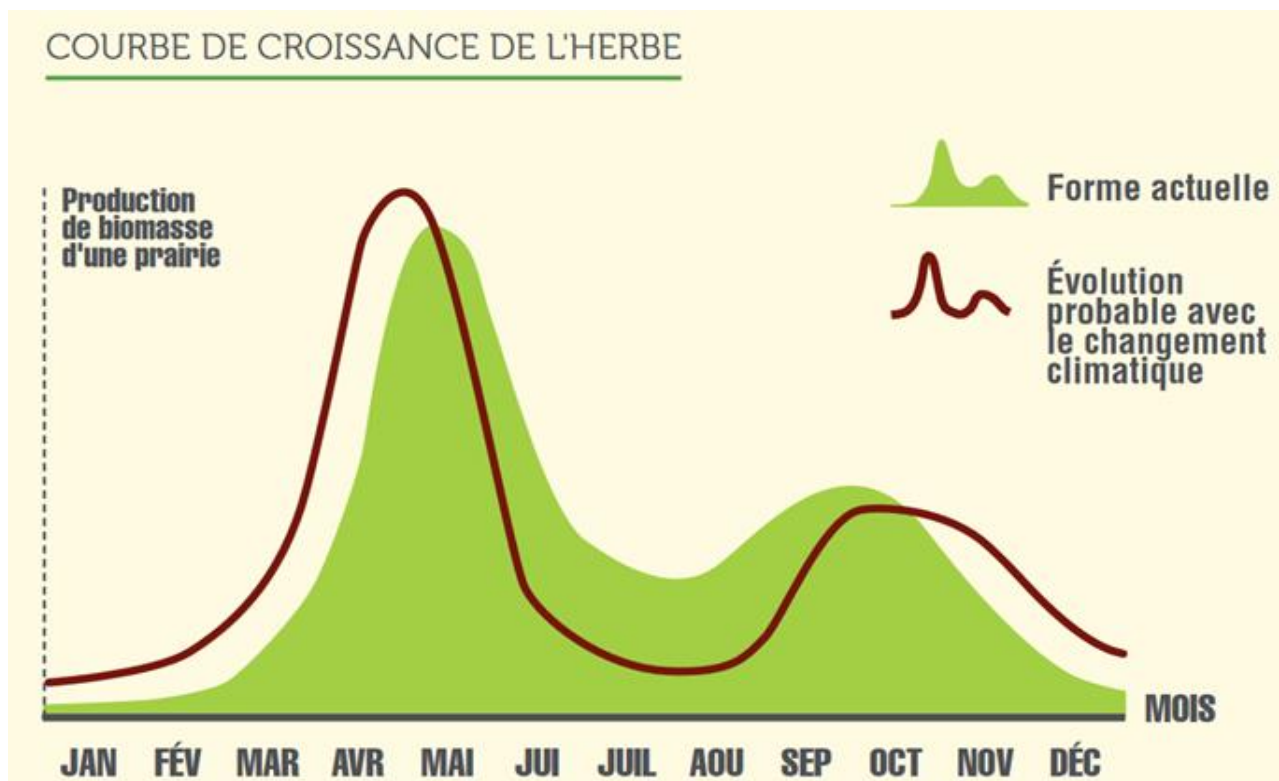


Un climat :

+ chaud

+ sec


= un déficit de fourrage en
été



source : IDELE, les chiffres clés des prairies et des parcours

Levier d'adaptation : Utilisation de nouvelles espèces fourragères estivales

Objectifs :

- Favoriser le pâturage estival = Maintien des systèmes pâturant
- Gagner en autonomie fourragère =  Les demandes de dérogations
- Répondre aux attentes de l'AOP = Respect du Cahier des charges et la demande des consommateurs

Enjeux :

- Mettre en place des espèces résistantes aux conditions chaudes et sèches



Quels impacts sur **l'identité des fromages** ?



Sont-elles **adaptées au terroir** ?

Des menus variés pour les chèvres



Rome



L'arbre comme ressource
fourragère en période
estivale



Nouvelles espèces
fourragères estivales et
indications géographiques



Accompagner les filières laitières en
AOP et IGP dans l'adaptation au
changement climatique



Du fourrage au fromage : une expertise développée de A à Z

Création d'un jury expert Picodon

Fourrage **essai**



Lot(s) **essai**

Fourrage **témoin**



Lot **témoin**



*Sous-lots
(pour analyse
statistique)*



*Transformation en
technologie lactique*



Analyses
fourrages

Suivi des
performances
zotechniques et
composition du lait

Analyses physico-
chimiques fines du lait
(fractions azotées, profils
acides gras, minéraux...)

Analyses physico-
chimiques fines du
fromage Picodon AOP,
rhéologie, couleur..

Analyse sensorielle
(conso, mise en place
d'un jury expert par
labo Idele)

La part des fourrages dans la ration

Essais sur une durée de 15 jours en moyenne

> 50 % de la ration

Au pâturage

65 %



Mûrier



Sorgho

75 %

Témoin



Luzerne

100 % de la ration



Chicorée



Plantain

A l'auge

60 %



Frêne



La Chicorée et le Plantain associés à du Trèfle représentent près de 60 % du mélange de la parcelle



Quelques infos sur la partie végétale



Quelle ressource **a la meilleure valeur alimentaire** *(en Matière Azotée Totale)* ?



La Luzerne



Le Sorgho



Le Plantain



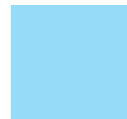
Quelques infos sur la partie végétale



Quelle ressource **a la meilleure valeur alimentaire** *(en Matière Azotée Totale)* ?



La Luzerne




Le Sorgho



Le Plantain

Les valeurs alimentaires de ces espèces

Fourrage 	Foin de luzerne 1 ^{ère} Coupe	Foin de luzerne 2 ^{ème} Coupe	Luzerne verte 2 ^{ème} Pousse	Luzerne verte 3 ^{ème} Pousse
MAT (%)	14	15	20	18
Digestibilité MO (%)	49	57	76	70



Fourrage	Feuille de Frêne	Feuille de Mûrier	Chicorée 4 ^{ème} pousse	Plantain 4 ^{ème} Pousse	Sorgho 1 ^{ère} Pousse
MAT (%)	13,5	14	14,6	16	10
Digestibilité MO (%)	59	90	75	79	74



↙
Valeur des
feuilles + élevées



Effets des différentes espèces fourragères sur la production et la qualité du lait





Quel impact sur la production laitière ?



Des différences **de production laitière** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, le lot Témoin (Luzerne) produit + à chaque essai



Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur la production laitière ?



Des différences **de production laitière** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, le lot Témoin (Luzerne) produit + à chaque essai




Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur la production laitière ?

Fourrage 	Foin de luzerne 1 ^{ère} Coupe	Foin de luzerne 2 ^{ème} Coupe	Luzerne verte 2 ^{ème} Pousse	Luzerne verte 3 ^{ème} Pousse
PL (en Kg)	3	3,4	4,5	4,4



Fourrage	Feuille de Frêne	Feuille de Mûrier	Chicorée 4 ^{ème} pousse	Plantain 4 ^{ème} Pousse	Sorgho 1 ^{ère} Pousse
PL (en Kg)	3,3	3,4	4,3	4,5	3,7



Ingestion plus forte
(apport feuille =
stimulation à l'auge)



- de MAT



Ingestion plus faible
(encombrement)
et - de MAT



Quel impact sur le Taux Butyreux ?



Des différences **de taux butyreux** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Mûrier (*car + riche en MG*)



Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur le Taux Butyreux ?



Des différences **de taux butyreux** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Mûrier (*car + riche en MG*)




Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur le Taux Butyreux ?

Fourrage 	Foin de luzerne 1 ^{ère} Coupe	Foin de luzerne 2 ^{ème} Coupe	Luzerne verte 2 ^{ème} Pousse	Luzerne verte 3 ^{ème} Pousse
Taux Butyreux (en g/kg de lait)	35	30	33,5	29



Fourrage	Feuille de Frêne	Feuille de Mûrier	Chicorée 4 ^{ème} pousse	Plantain 4 ^{ème} Pousse	Sorgho 1 ^{ère} Pousse
Taux Butyreux (en g/kg de lait)	34	39	36	33,5	33



Effet dilution

+ de MG

Valeur énergétique
+ importante

Effet dilution





Quel impact sur le Taux Protéique ?



Des différences **de taux protéique** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Mûrier



Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



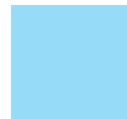
Quel impact sur le Taux Protéique ?



Des différences **de taux protéique** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Mûrier




Oui, mais les effets (+ / -) varient suivant les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur le Taux Protéique ?

Fourrage 	Foin de luzerne 1 ^{ère} Coupe	Foin de luzerne 2 ^{ème} Coupe	Luzerne verte 2 ^{ème} Pousse	Luzerne verte 3 ^{ème} Pousse
Taux Protéique (en g/kg de lait)	35	30	32,5	32,5



Fourrage	Feuille de Frêne	Feuille de Mûrier	Chicorée 4 ^{ème} pousse	Plantain 4 ^{ème} Pousse	Sorgho 1 ^{ère} Pousse
Taux Protéique (en g/kg de lait)	35	32	32,5	32,5	31,5



→ - d'énergie



Quel impact sur le Taux d'Urée ?



Des différences **de taux d'urée** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Sorgho (*car le plus faible en MAT*)



Oui, il diminue pour toutes les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur le Taux d'Urée ?



Des différences **de taux d'urée** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, seulement avec le lot Sorgho (*car le plus faible en MAT*)




Oui, il diminue pour toutes les espèces testées



Non, il n'y a pas de différences à chaque essai



Quel impact sur le Taux d'Urée ?

Fourrage 	Foin de luzerne 1 ^{ère} Coupe	Foin de luzerne 2 ^{ème} Coupe	Luzerne verte 2 ^{ème} Pousse	Luzerne verte 3 ^{ème} Pousse	
Taux d'Urée (en mg/L de lait)	525	450	500	580	
	↕	↕	↕	↕	
Fourrage	Feuille de Frêne	Feuille de Mûrier	Chicorée 4 ^{ème} pousse	Plantain 4 ^{ème} Pousse	Sorgho 1 ^{ère} Pousse
Taux d'Urée (en mg/L de lait)	365	300	300	350	435



Meilleure utilisation de l'azote dans le rumen =
- de gaspillage d'azote

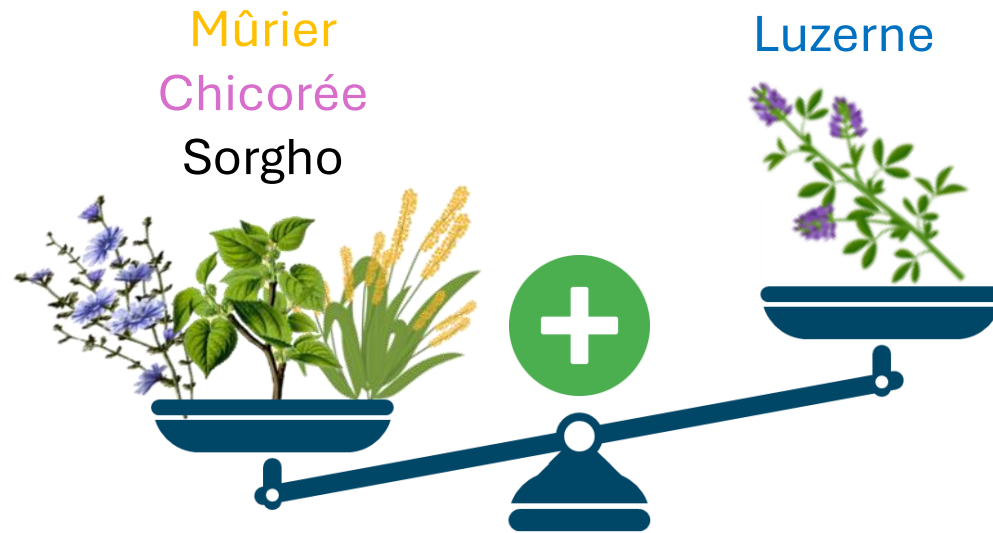


Comment s'adapter dans la fromagerie ?

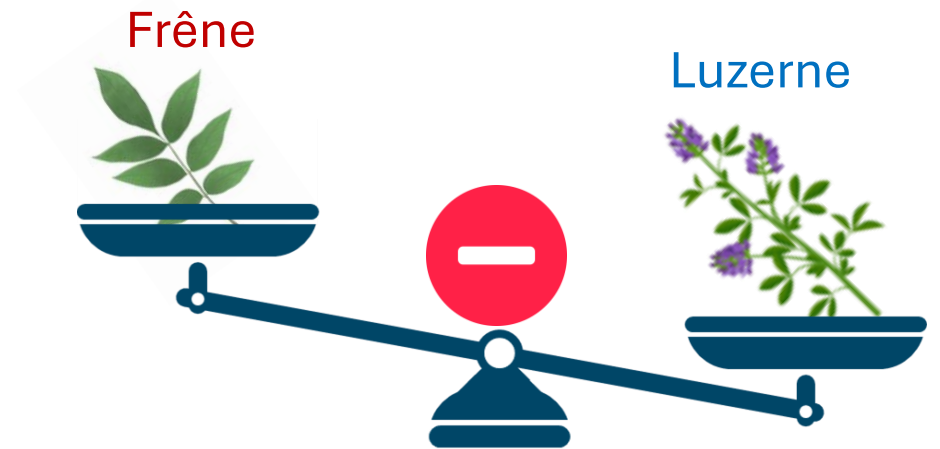
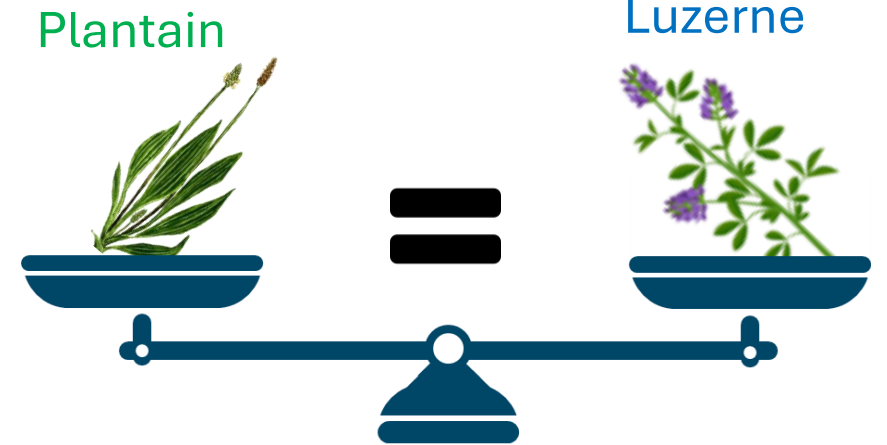




Rappel - Impact sur le Taux Butyreux



+ 3 à + 9 g/kg de lait





Quels impacts d'une augmentation du TB ?



Sans changer de paramètres en fromagerie, selon vous, y a-t-il des modifications visibles en fabrication lactique ?



Non, il n'y a pas de modifications visibles en fabrication lactique



Oui, il y a des modifications visibles en fabrication lactique



Quels impacts d'une augmentation du TB ?



Sans changer de paramètres en fromagerie, selon vous, y a-t-il des modifications visibles en fabrication lactique ?



Non, il n'y a pas de modifications visibles en fabrication lactique



Oui, il y a des modifications visibles en fabrication lactique



Quels impacts d'une augmentation du TB ?



Selon vous, quels sont les principaux impacts observés en fromagerie ?



Poids et/ou nombre de fromages (rendement fromager)



Odeur du caillé



Texture du caillé



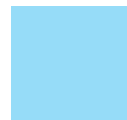
Quels impacts d'une augmentation du TB ?



Selon vous, quels sont les principaux impacts observés en fromagerie ?



Poids et/ou nombre de fromages (rendement fromager)



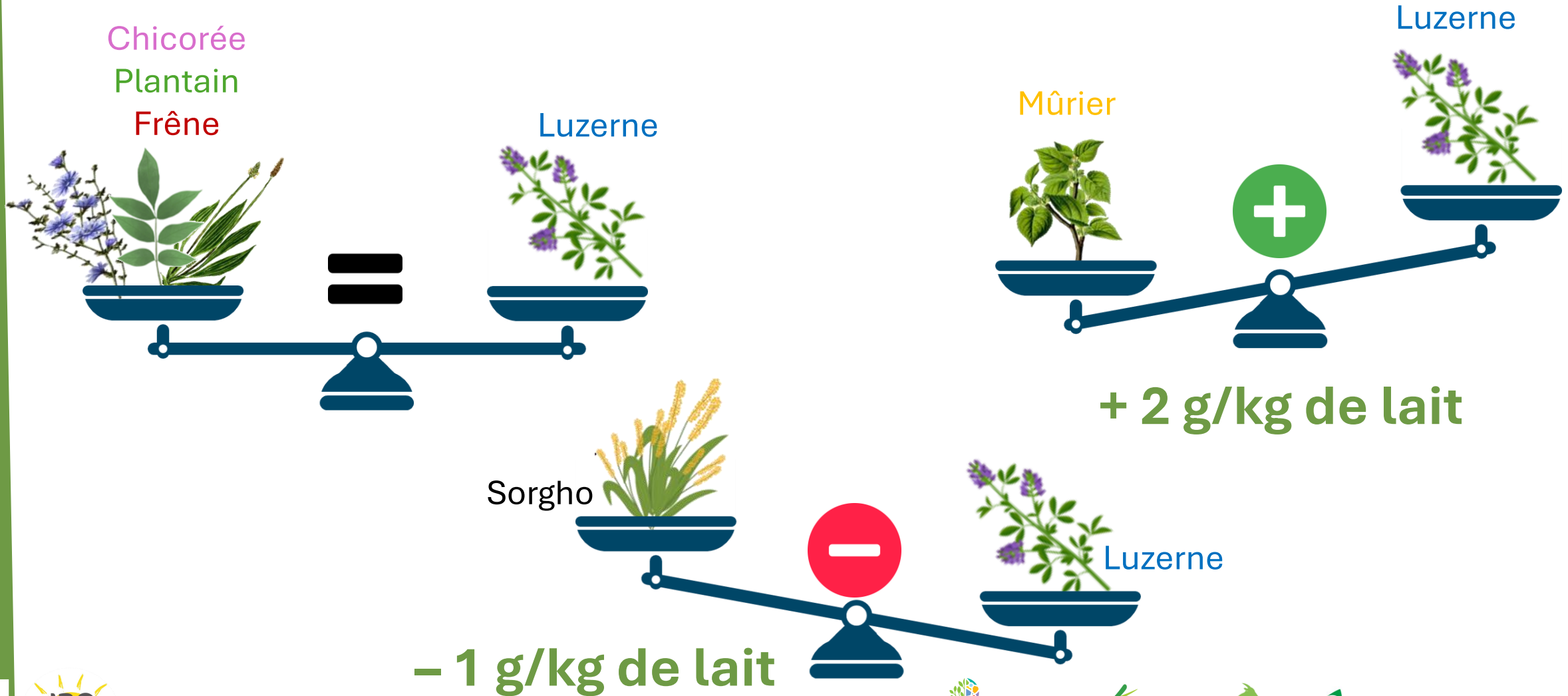
Odeur du caillé



Texture du caillé



Rappel - Impact sur le Taux Protéique





Quels impacts d'une augmentation du TP ?



Sans changer de paramètres en fromagerie, selon vous, y a-t-il des modifications visibles en fabrication lactique ?



Non, il n'y a pas de modifications visibles en fabrication lactique



Oui, il y a des modifications visibles en fabrication lactique



Quels impacts d'une augmentation du TP ?



Sans changer de paramètres en fromagerie, selon vous, y a-t-il des modifications visibles en fabrication lactique ?



Non, il n'y a pas de modifications visibles en fabrication lactique



Oui, il y a des modifications visibles en fabrication lactique



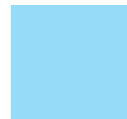
Quels impacts d'une augmentation du TP ?



Selon vous, quels sont les principaux impacts observés en fromagerie ?



Poids et/ou nombre de fromages (rendement fromager)



Aspect et odeur du lactosérum



Texture du caillé



Quels impacts d'une augmentation du TP ?



Selon vous, quels sont les principaux impacts observés en fromagerie ?



Poids et/ou nombre de fromages (rendement fromager)

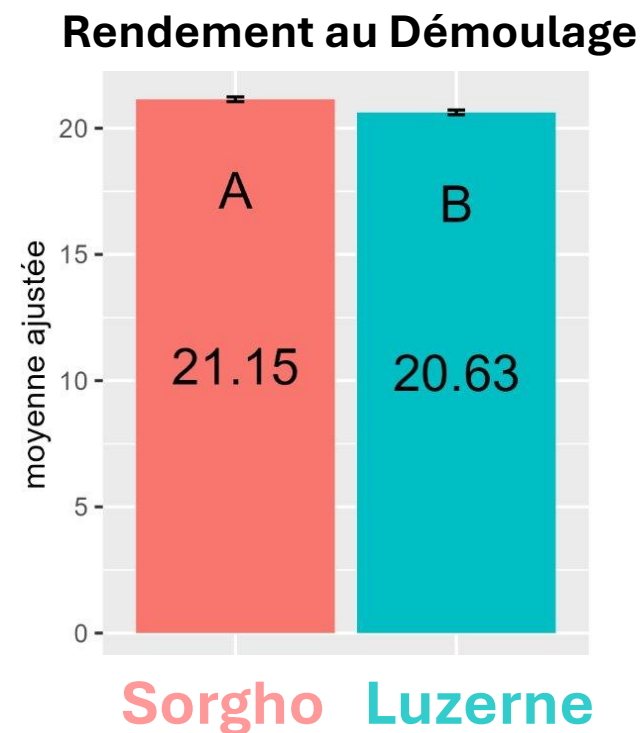
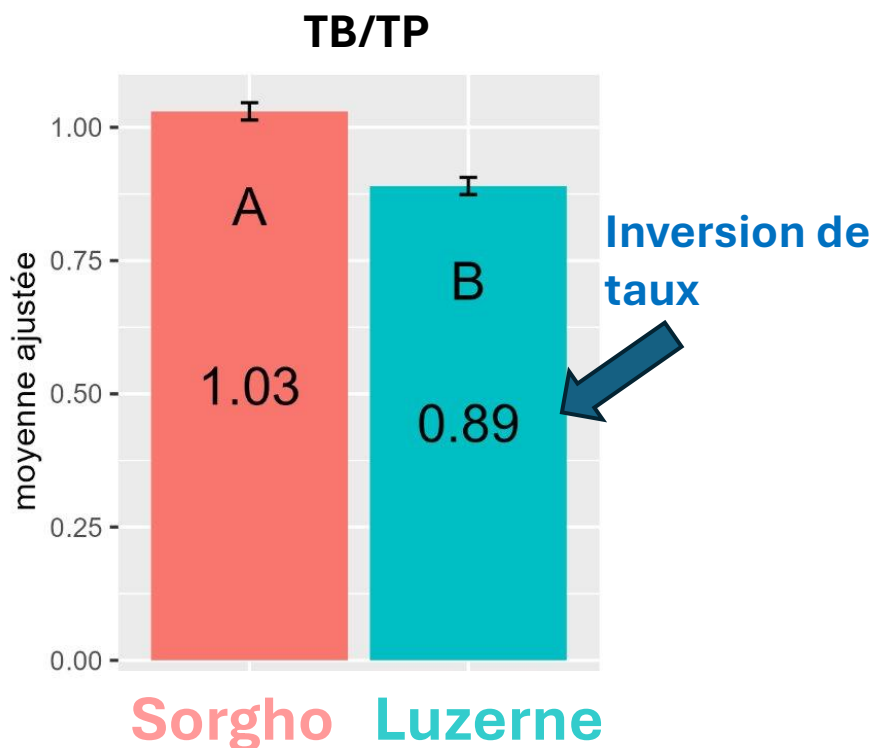


Aspect et odeur du lactosérum



Texture du caillé

Du TB/TP au rendement fromager



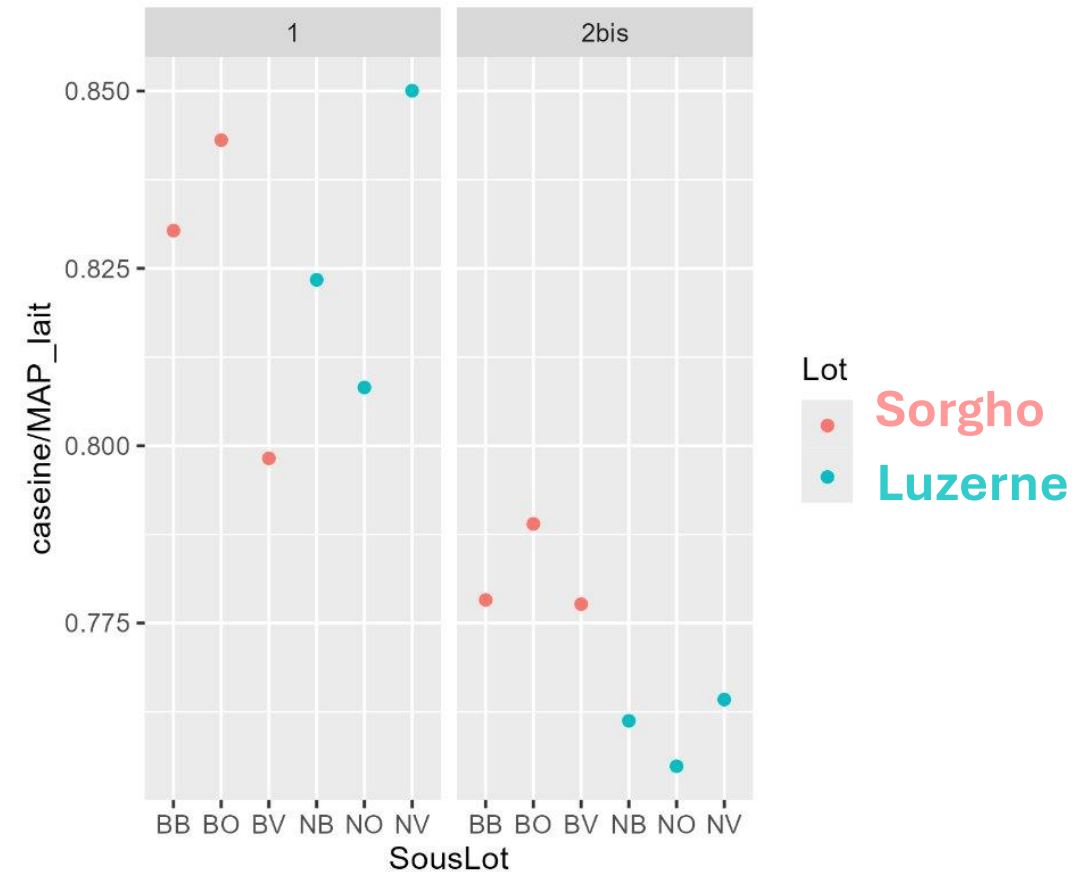
- Plus le TB/TP est élevé, plus le rendement au démoulage est élevé
- En inversion de taux, difficultés d'égouttages

Composition des protéines et rendement



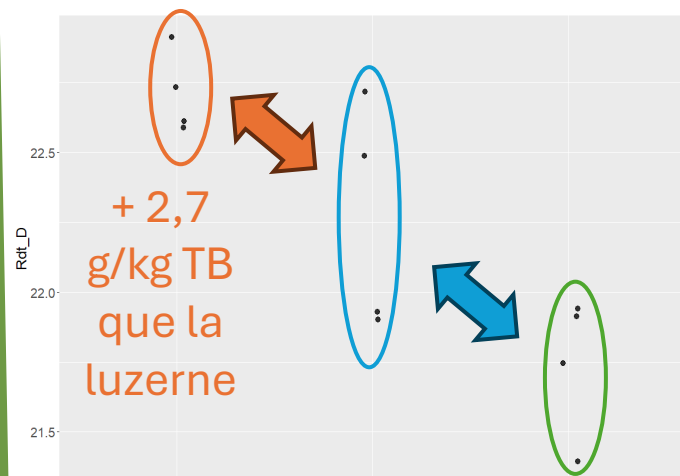
- 2 types de protéines principales :
 - Les **caséines** → dans le fromage = contribuent au **rendement**
 - Les protéines sériques → évacuées dans le petit lait
- Peuvent varier en fonction des plantes et de leur stade
- Peut jouer sur le rendement au démoulage

Ratio caséines / protéines du lait



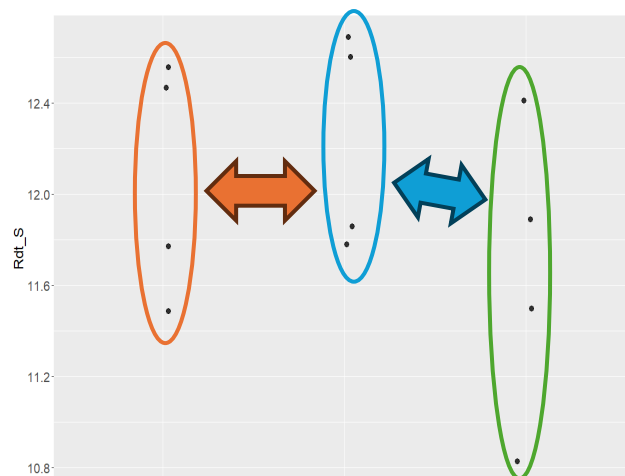
Qui de l'alimentation et de l'affinage aura le plus d'impact sur les rendements ?

Rendement au Démoulage



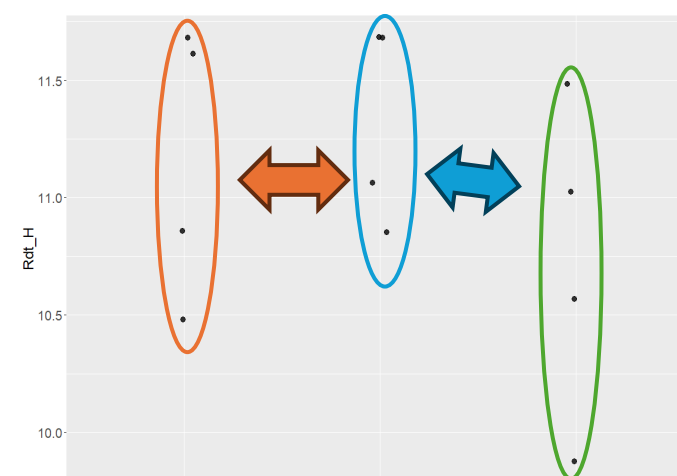
Chicorée Plantain Luzerne

Fin de séchage



Chicorée Plantain Luzerne

Sortie de hâloir



Chicorée Plantain Luzerne

- Des effets de l'alimentation qui s'estompent dès la sortie du séchoir

→ Bien adapter ses conditions d'affinage (température, vitesse de l'air, durées de séchage et d'affinage en hâloir)

Attendu en Picodon AOP (*fromage sec*) :

- **Ressuyage** à 20°C
- **Séchage** mini 24h à 23°C maxi, à 0,2 m/s
- **Affinage** mini 8jr à 12°C mini



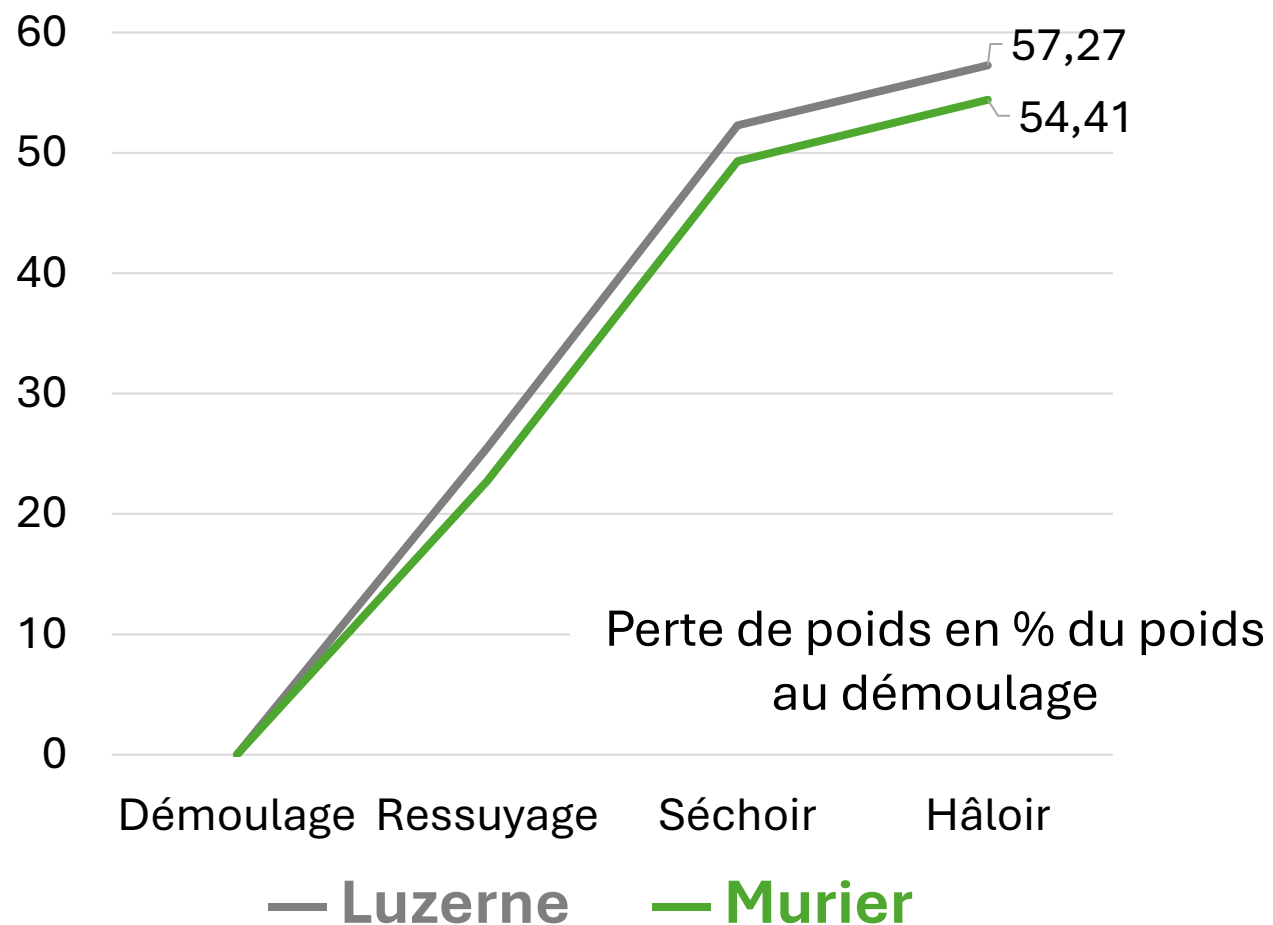


TB/TP et égouttage

	Taux butyreux	Taux protéique
	<i>en moyenne pour les chèvres du lot mûrier</i>	
2021	+ 9,0 g/kg	+ 2,0 g/kg
2022	+ 9,6 g/kg	+ 1,5 g/kg

TB / TP 2021 : 1,15
 2022 : 1,22

■ **Vigilance** lors de l'égouttage





Un rendement à optimiser ?

	2021			2022		
	Lot Témoin (moyenne)	Lot Mûrier (moyenne)	Différence M-T	Lot Témoin (moyenne)	Lot Mûrier (moyenne)	Différence M-T
Rdt au démoulage (kg/100kg de lait)	20,08	22,17	2,09	20,22	21,11	0,89
Nb de fromages fabriqués pour 100 kg de lait	153,82	165,37	11,55	150,85	156,33	5,48
Rdt théorique d'après le TB et le TP (kg/100kg de lait)	20,92	23,59	2,66	20,68	23,43	2,75
Écart entre le Rdt théorique et le Rdt au démoulage	0,84	1,42	0,58	0,46	2,32	1,86

- Hypothèse : perte de matière dans le lactosérum



Rendement fromager



En cas de variation du rendement fromager, comment réagissez-vous en fromagerie ?



Aucune modification en fromagerie



Variation du nombre de moules et/ou du poids des fromages



Variation de la durée - T° aux étapes : ressuyage / séchage / affinage



Rendement fromager



De quelle(s) information(s) avez-vous besoin pour calculer votre rendement fromager ?



Objectif du poids de fromage au démoulage



Poids obtenu de fromage au démoulage



Poids de lait



Rendement fromager

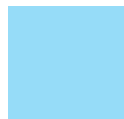


De quelle(s) information(s) avez-vous besoin pour calculer votre rendement fromager ?

Toutes !



Objectif du poids de fromage au démoulage



Poids obtenu de fromage au démoulage



Poids de lait

Et d'une balance !





Rappel - Impact sur l'Urée

- Des variations de 300 à 580 mg/L de lait dans nos essais

Chicorée

Plantain

Frêne

Sorgho

Mûrier



Luzerne



– 200 à – 145 mg/L de lait



Quels impacts de l'Urée ?



Dans nos essais, le taux d'urée a-t-il un impact sur la fabrication de fromage lactique ?



Non



Oui



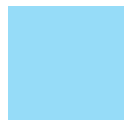
Quels impacts de l'Urée ?



Dans nos essais, le taux d'urée a-t-il un impact sur la fabrication de fromage lactique ?



Non



Oui

Urée et transformation fromagère

- Des variations dans nos essais → pas d'impact observé sur les fromages de technologie lactique de chèvre,
- Précédentes études lactiques de chèvre, pas d'impact au-delà de 600 mg/l
- Seuil au-delà desquels il peut y avoir un impact en transformation :
 - + de 450mg/ L en PPNC lait de vache
- Vigilance pour d'autres technos !
 - En technologie pâtes pressées → des effets perceptibles dès **450 mg/L** (acidification + lente, effet tampon)



Que retenir du fourrage au fromage en sortie de hâloir ?



Production + ou =
TB + (mûrier) ou **-** (frêne)
TP + (mûrier) ou **=** (frêne)
Urée - gaspillée

Témoin =
foin de luzerne



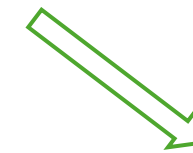
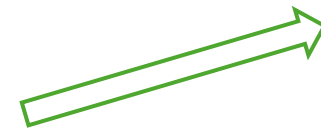
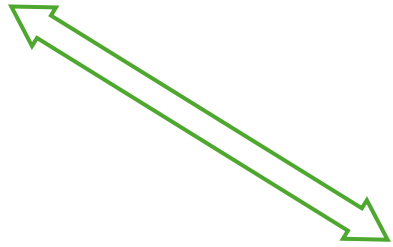
Impacts sur

- le **TB/TP**
- la qualité des protéines : proportion de **caséines**
- **Rendement au démoulage**



Importance des

- **Conditions de fabrication** (températures, acidification)
- **Conditions d'affinage** (durée, vitesse d'aération)
- **Effet des fourrages lissés** sur les rendements



Production = ou -
TB = ou **+** (chicorée)
TP = ou **-** (sorgho)
Urée - gaspillée

Témoin =
luzerne pâturée



Dégustation



Fromages qui conservent leur typicité ?

Quels effets sur la qualité sensorielle ?



D'après-vous, quel paramètre aura le plus d'impact sur la qualité sensorielle des fromages lactiques ?



L'alimentation



Les paramètres de fabrications (température, acidification)



Les conditions d'affinage (ressuyage, séchage, affinage)

Quels effets sur la qualité sensorielle ?



D'après-vous, quel paramètre aura le plus d'impact sur la qualité sensorielle des fromages lactiques ?



L'alimentation



Les paramètres de fabrications (température, acidification)



Les conditions d'affinage (ressuyage, séchage, affinage)

Quelles conséquences lors de la dégustation ?



Matériels et Méthodes des tests sensoriels

→ Jury Expert

Dégustations des Picodons entre 14 et 18 jours d'affinage réalisées au laboratoire IDELE à Villers-Bocage (14)

28 descripteurs à noter par juge →



Aspect

- Croute, Sous-croute, Cœur

Odeur

- Chèvre, Champignon, Lait

Texture au Couteau

- Fermeté, Friabilité, Collant

Texture en Bouche

- Fermeté, Collant, Granuleux, Crémeux

Goût

- Intensité globale, Acide, Amer, Salé, Chèvre, Champignon, Piquant, Persistance en bouche

Quels effets sur la qualité sensorielle ?



D'après vous, est-ce que les 5 espèces fourragères amènent des différences sensorielles sur les fromages lactiques de chèvre Picodon?



Oui, sur la texture



Oui, sur l'aspect extérieur et le goût



Non, aucun effet

Quels effets sur la qualité sensorielle ?



D'après vous, est-ce que les 5 espèces fourragères amènent des différences sensorielles sur les fromages lactiques de chèvre Picodon?



Oui, sur la texture



Oui, sur l'aspect extérieur et le goût



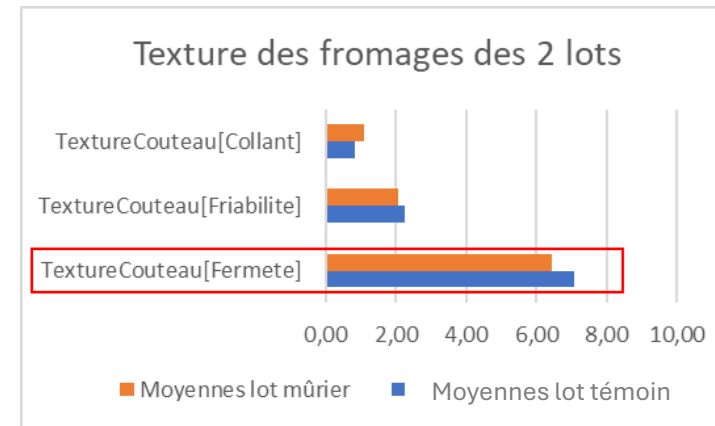
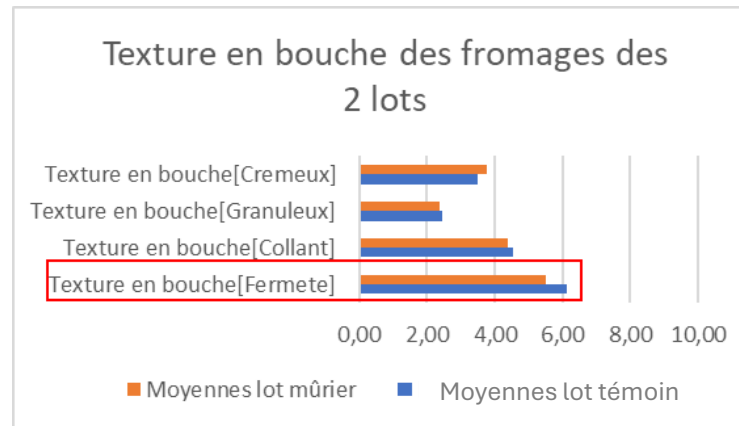
Non, aucun effet



Caractérisation sensorielle

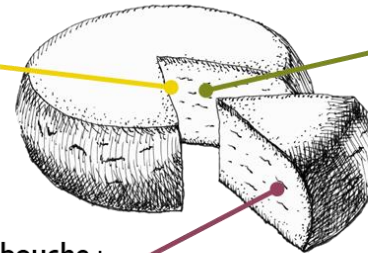
→ Comparaison **Mûrier** / Luzerne :

Sur les 28 descripteurs étudiés et notés sur 10 : **Pas de grandes différences observées** entre les fromages des 2 lots



 Descripteur avec une différence entre les lots > à 0,3 point

Moins de fermeté au couteau :
-0,7 points en moyenne pour le lot mûrier



Un aspect du cœur des fromages moins sec :
+0,6 points en moyenne pour le lot mûrier

Des fromages moins fermes en bouche :
-0,4 points en moyenne pour le lot mûrier

Caractérisation sensorielle : conclusion

De légers écarts peuvent être perçus par le panel expert, MAIS

Pas de différences significatives entre les lots peu importe l'espèce fourragère testée !

→ A voir si le consommateur lambda perçoit une différence lors de la consommation ou non !



Matériels et Méthodes des tests sensoriels

→ Test Triangulaire

Les consommateurs ont dégusté 1 assiette de 3 morceaux de Picodons et devaient « **trouver le fromage différent sur les 3** ».

Chaque consommateur avait un ordre de présentation différent des morceaux de fromages.

Assiette : **2 Expé** / **1 Témoin** **OU** Assiette : **1 Expé** / **2 Témoin**





Test triangulaire



Des **préférences** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, le lot Mûrier est meilleur



Oui, le lot Sorgho est meilleur



Non, tous les Picodons sont bons

A vous de déguster !

Dégustation de Picodon :

3 morceaux différents

→ lequel vous préférez ?

→ vote à la fourchette





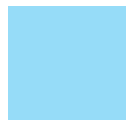
Test triangulaire



Des **préférences** ont-elles été observées par rapport au lot Témoin ?



Oui, le lot Mûrier est meilleur



Oui, le lot Sorgho est meilleur



Non, tous les Picodons sont bons



Que retenir des conséquences sur la dégustation?



Notation
panel expert



Pas de différence sur les caractéristiques sensorielles

Dégustation
consommateur



Pas de différence d'appréciation

Des fromages qui conservent leur typicité et toujours aussi appréciés des consommateurs



Remerciement



- A toute l'équipe du Pradel et aux stagiaires qui ont mené à bien ces essais
- A tous les partenaires et financeurs de ces différents projets :



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



PÔLES D'EXPÉRIMENTATIONS PARTENARIALES
POUR L'INNOVATION ET LE TRANSFERT
VERS LES AGRICULTEURS D'Auvergne-Rhône-Alpes

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

Liberté
Égalité
Fraternité



**PRÉFÈTE
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES**

Liberté
Égalité
Fraternité

**Fondation
de
France**



Association Nationale Interprofessionnelle Caprine

Action financée par l'Etat dans
le cadre de la programmation
Massif central 2021-2027