COLLECTION
L'ESSENTIEL

ADAoPT

Alternatives au pâturage de vaches laitières lors de sécheresses estivales

Impact sur les performances et les qualités technologique et sensorielle de fromages au lait cru

L'augmentation des aléas climatiques, tels que les sécheresses, donne lieu à de nombreuses demandes de dérogations des AOP fromagères. Ainsi, les filières fromagères sous AOP se questionnent sur les leviers d'adaptation mobilisables au regard de leurs cahiers des charges et de l'impact sur les fromages. Afin d'apporter des éléments de réponse, une expérimentation en conditions contrôlées a été menée afin d'évaluer l'impact du remplacement du pâturage estival par du foin de prairie naturelle, du méteil affouragé en vert ou du foin de teff grass sur les qualités technologique et sensorielle des fromages au lait cru à pâte pressée non cuite (de type Laguiole) et à pâte molle (de type Camembert).

cnaol CONSEIL NATIONAL DES APPELLATIONS D'ORIGINE LAITIÈRES
réseau Fromages de Terroirs
INSTITUT DE L'ELEVAGE idele
INRAE
Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGRO-ALIMENTAIRE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE
Liberté Égalité Fraternité

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérimentation a été réalisée à la ferme expérimentale INRAE Herbipôle de Marcenat (Cantal), où les vaches laitières de race Montbéliardes et Prim'Holstein sont conduites en système bas intrant basé sur le pâturage. Du 26 août au 5 septembre 2024, quatre lots de 14 vaches ont pâturé, en journée (de 7h30 à 16h), une prairie naturelle (115 g MAT/kg MS). L'herbe ingérée au pâturage représentait environ 30 % de la ration. La nuit, chaque lot ingérait les 70 % restants : le lot « herbe pâturée » (PA) pâturait une autre parcelle de prairie naturelle (92 g MAT/kg MS) tandis que les trois autres lots ci-dessous, hébergés séparément en stabulation libre, recevaient respectivement les fourrages alternatifs suivants :

- Foin de prairie naturelle (FO) : 70 g MAT/kg MS,
- Méteil fourrager (ME) récolté tous les jours et affouragé en vert : 135 g MAT/kg MS,
- Foin de teff grass (TG) : 78 g MAT/kg MS.

La ration alimentaire a été complémentée avec 2 kg de concentré/vache/j à 167 g MAT/kg MS et l'utilisation d'auges peseuses a permis d'enregistrer les quantités de fourrages alternatifs ingérées par les vaches.

Le lait de chaque lot de vaches a été transformé en fromages selon une technologie de type pâte pressée non cuite (PPNC) et une de type pâte molle (PM). Au total, 24 fabrications ont été réalisées : 4 lots x 2 technologies x 3 répétitions.

Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur les laits individuels, les laits de cuve avant emprésurage et les fromages affinés. Les propriétés sensorielles des fromages affinés ont été évaluées par un jury de 10 experts entraînés notant l'intensité de 31 et 21 descripteurs, pour les PPNC et les PM respectivement.

Les données physico-chimiques des laits et des fromages correspondants ont été analysées avec des tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis et les données sensorielles avec un modèle linéaire incluant le lot comme facteur fixe et l'expert comme facteur aléatoire.

EFFET SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE ET LA COMPOSITION DES LAITS

La production laitière individuelle moyenne a été significativement plus élevée pour les vaches ME (16,1 kg/j) que pour les vaches FO et TG (respectivement 11,1 kg/j et 11,5 kg/j), tandis que celle des vaches PA a été intermédiaire (13,60 kg/j). L'évolution du poids et de l'état corporel des vaches au cours de l'essai n'a pas été significativement différente selon les lots.

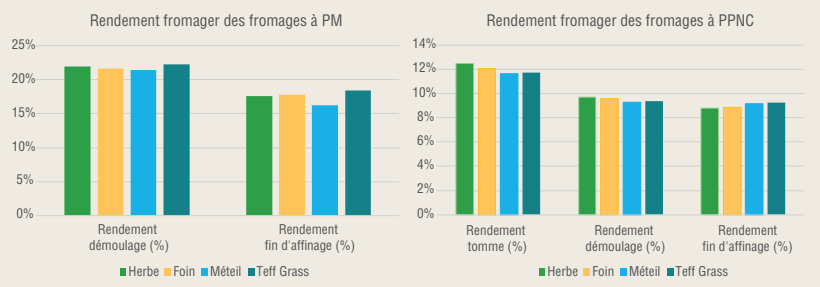
Les teneurs en protéines et en caséines des laits de cuve n'ont pas varié selon les lots (tableau 1). En revanche, le lait ME a présenté un taux butyreux significativement inférieur à celui du lait PA et des teneurs en lactose et en urée supérieures à celles du lait TG, en lien avec la MAT plus élevée du méteil et de ses teneurs faibles en fibres. Les cellules somatiques ont été plus élevées dans les laits FO et PA que dans le lait TG. Les laits du lot PA se sont différenciés de ceux des lots FO et TG par des proportions d'acides gras mono et poly-insaturés plus élevées, tandis que le lot ME présentait des valeurs intermédiaires. Les teneurs en oméga 3 ont été élevées quel que soit le lot.

Les rendements fromagers au démoulage et en fin d'affinage n'ont pas varié selon les lots (figure 1).

TAB. 1 : VALEURS MÉDIANES DES LAITS DE CUVE (TESTS DE KRUSKAL-WALLIS, α = 5%)

	Herbe pâturée	Foin de prairie naturelle	Méteil	Foin de teff grass	Probabilité
COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE					
Taux Butyreux (g/kg)	43,1[a]	41,4[ab]	36,8b	40,7[ab]	**0,020**
Taux Protéique (g/kg)	33,0	32,8	32,7	32,3	0,720
Lactose (g/kg)	46,7[ab]	46,1[ab]	47,4[a]	45,4[b]	**<0,001**
Urée (mg/L)	222[a]	203[ab]	235[a]	185[b]	**0,001**
Caséines (g/L)	27,3	27,0	27,2	26,5	0,405
Cellules somatiques (/mL)	118 500[a]	203 000[a]	83 000[ab]	53 000[b]	**0,002**
PROFILS D'ACIDES GRAS (AG) EN % DES AG TOTAUX					
AG saturés	66,5[a]	70,5[b]	69,5[ab]	71,0[b]	**<0,001**
AG mono-insaturés	27,9[a]	24,7[b]	25,5[ab]	24,3[b]	**<0,001**
AG poly-insaturés	4,6[a]	3,8[b]	4,0[ab]	3,8[b]	**0,002**
Oméga 3	1,09[a]	0,98[ab]	0,93[ab]	0,94[b]	**0,026**
Ratio oméga 6/ oméga 3	1,51[ab]	1,54[a]	1,69[a]	1,47[b]	**0,0257**

FIG. 1 : RENDEMENTS FROMAGERS (KG FROMAGE OBTENUS AVEC 100 KG DE LAIT) AU DÉMOULAGE ET EN FIN D'AFFINAGE POUR LES FABRICATIONS DE PÂTE MOLLE (PM) ET PÂTE PRESSÉE NON CUITE (PPNC)



COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE ET PROPRIÉTÉS SENSORIELLES DES FROMAGES

PÂTES PRESSÉES NON CUITES (PPNC)

Les caractéristiques physico-chimiques (pH, gras/sec, extrait sec, humidité de fromage dégraissé) des fromages PPNC n'ont pas varié significativement selon les lots. Sur le plan sensoriel, des différences notables ont été observées (tableau 2). Comme attendu, la couleur de la pâte des fromages issus des deux régimes avec du fourrage vert (PA et ME) a été jugée plus jaune que celle des fromages issus des deux régimes avec des fourrages secs (FO et TG). Sur le plan de la texture perçue au toucher (souple) ou en bouche, des goûts et des arômes, les fromages PA se différencient des trois autres lots : leur texture a été la plus souple, la moins ferme, la plus fondante et la plus grasse, ce qui est en accord avec leur profil en acides gras (plus d'acides gras insaturés) et les mesures instrumentales de l'élasticité de la pâte. Les fromages PA ont également présenté les goûts les plus prononcés et l'arôme le plus intense. Les fromages issus des lots recevant du foin de PN ou de TG ont été très proches au niveau de leur texture, de leur goût et de leurs arômes. La texture des fromages TG a été la moins souple au toucher. Les fromages ME se rapprochent plus des fromages foin (PN et TG) que des fromages PA, bien que le méteil ait été utilisé en vert. Ce sont les fromages dont la croute a été la moins homogène, avec les goûts et les arômes les moins prononcés.

TAB. 2 : CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES (MÉDIANES, TESTS DE KRUSKAL-WALLIS), ET PROPRIÉTÉS SENSORIELLES (MOYENNES AJUSTÉES, MODÈLE LINÉAIRE) DES FROMAGES PPNC

	Herbe pâturée	Foin de prairie naturelle	Méteil	Foin de teff grass	Probabilité
CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES					
pH	5,55	5,40	5,45	5,30	0,393
Gras/sec (%)	51,9	52,7	50,6	52,8	0,164
Extrait sec total (%)	60,9	61,6	61,2	62,5	0,135
Humidité fromage dégraissé (%)	77,6	78,3	76,9	78,1	0,168
Élasticité (MPa)	0,20[a]	0,24[ab]	0,23[ab]	0,28[b]	**0,043**
Protéolyse primaire (%)	17	16	17	16	0,711
Protéolyse secondaire (%)	39	40	43	43	0,365
PROPRIÉTÉS SENSORIELLES (NOTES DE 1 À 10)					
Couleur jaune de la pâte	5,6[b]	4,8[a]	5,5[b]	4,8[a]	**<0,001**
Couleur homogène de la croûte	7,0[b]	5,6[a]	4,9a	5,3[a]	**<0,001**
Souple	5,1[b]	4,2[ab]	4,2[ab]	3,5[a]	**0,003**
Fermeté	3,5[a]	4,6[b]	4,4[b]	4,6[b]	**0,002**
Fondant	5,7[b]	4,4[a]	4,7[a]	4,6[a]	**<0,001**
Collant	4,5[b]	4,1[ab]	3,7[a]	4,5[b]	**0,013**
Gras	5,6[b]	4,7[a]	5,1[ab]	5,1[ab]	**0,006**
Salé	5,8[b]	5,1[a]	5,0[a]	5,4[ba]	**0,001**
Acide	4,1[b]	3,7[ab]	3,2[a]	3,2[a]	**<0,001**
Amer	4,3[b]	4,2[ab]	3,7[ab]	3,5[a]	**0,035**
Intensité de l'arôme	5,9[b]	5,8[ab]	5,3[a]	5,6[ab]	**0,035**

PÂTES MOLLES (PM)

Les caractéristiques physico-chimiques des fromages PM ont globalement été similaires d'un lot à l'autre (tableau 3), à l'exception du gras/sec, numériquement plus faible dans les fromages ME. Sur le plan sensoriel, des différences notables entre lots ont été observées (tableau 2) mais elles sont de nature différente sur les PM, comparativement aux PPNC. Les fromages PA et ME ont eu des propriétés sensorielles similaires excepté la texture collante, plus marquée pour les fromages PA. Les fromages PA et ME se caractérisent par leur pâte jaune, coulante et peu ferme, leur faible amertume et acidité et leur faible odeur d'étable. À l'opposé, les fromages TG se distinguent des autres par une faible coloration jaune de la pâte, en accord avec la mesure de l'indice de couleur b, par une texture moins coulante au toucher, moins fondante et plus crayeuse en bouche, en accord avec les mesures rhéologiques ainsi que par leurs odeurs d'étable et odeurs végétales plus prononcées que pour les fromages ME et PA.

Que ce soit pour les fromages PPNC ou PM, nous n'avons pas observé de différences notables entre les lots de fromage, en ce qui concerne la microbiologie, la protéolyse ou les composés volatils aromatiques des fromages. Ces derniers ont varié d'un jour à l'autre mais ils n'ont pas été significativement différents selon les lots, à l'exception de l'octanoate d'éthyle, détecté dans les PPNC en quantités supérieures dans les fromages TG comparé aux ME.

TAB. 3 : CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES (MÉDIANES, TESTS DE KRUSKAL-WALLIS), ET PROPRIÉTÉS SENSORIELLES (MOYENNES AJUSTÉES, MODÈLE LINÉAIRE) DES FROMAGES PM

	Herbe pâturée	Foin de prairie naturelle	Méteil	Foin de teff grass	Probabilité
CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES					
pH	5.05	5,00	5,05	4,95	0,680
Gras/sec (%)	56,3	56,3	52,9	57,3	0,089
Extrait Sec Total (%)	39,2	38,4	38,9	39,0	0,424
Humidité Fromage Dégraissé (%)	77,6	78,3	76,9	78,1	0,168
Élasticité (MPa)	1,71	1,73	1,69	3,08	0,086
Protéolyse primaire (%)	35	44	37	38	0,691
Protéolyse secondaire (%)	36	36	34	38	0,228
Indice de couleur b (jaune)	16,7	16,5	16,14	13,10	0,063
PROPRIÉTÉS SENSORIELLES (NOTES DE 1 À 10)					
Couleur jaune de la pâte	$4,3^{b}$	$3,9^{b}$	$4,5^{b}$	$3,0^{a}$	**<0.001**
Homogénéité de la pâte	$6,0^{ab}$	$6,0^{ab}$	$5,8^{a}$	$6,9^{b}$	**0,017**
Coulant	$4,2^{b}$	$3,3^{ab}$	$4,2^{b}$	$2,3^{a}$	**<0,001**
Fermeté	$3,2^{a}$	$2,9^{a}$	$3,4^{ab}$	$4,3^{b}$	**0,007**
Fondant	$6,5^{b}$	$7,2^{b}$	$6,5^{b}$	$5,4^{a}$	**<0,001**
Crayeux	$3,2^{ab}$	$2,1^{a}$	$2,5^{a}$	$4,2^{b}$	**<0,001**
Collant	$4,5^{b}$	$4,1^{ab}$	$3,7^{a}$	$4,5^{b}$	**0,013**
Amer	$4,7^{a}$	$5,7^{b}$	$4,7^{a}$	$5,1^{b}$	**0,036**
Acide	$2,8^{ab}$	$3,3^{b}$	$2,7^{a}$	$3,2^{ab}$	**0,024**
Odeur d'étable	$2,7^{a}$	$3,3^{ab}$	$2,7^{a}$	$3,7^{b}$	**0,002**
Odeur végétale	$4,0^{ab}$	$4,3^{ab}$	$3,7^{a}$	$4,7^{b}$	**0,012**

CONCLUSION

Cette étude montre clairement que comparativement à l'herbe pâturée, les trois fourrages alternatifs testés ont un impact sur la production laitière des vaches, la composition du lait et les caractéristiques sensorielles des fromages.

Comparé à l'herbe pâturée, le méteil affouragé en vert dans la ration des vaches laitières a augmenté la production laitière ainsi que la teneur en urée du lait mais a diminué le taux butyreux. Son utilisation semble altérer la qualité sensorielle des fromages à pâte pressée non cuite qui ont été moins aromatiques et plus fermes que ceux issus de l'herbe pâturée. Concernant les pâtes molles, les fromages du lot méteil ont été significativement moins collants que les fromages issus de l'herbe pâturée.

L'introduction de foin de teff grass dans la ration des vaches laitières n'a eu aucune incidence, ni sur la production laitière, ni sur le profil en acides gras du lait comparativement à une ration à base de foin de prairie naturelle. Cependant, si elle n'a pas altéré les propriétés sensorielles des pâtes pressées non cuites, elle a conduit à des fromages à pâtes molles moins fondants, plus crayeux et moins jaunes que ceux issus du foin de prairie naturelle.

L'effet différent des fourrages alternatifs que nous avons mis en évidence dans cet essai selon le type de fromage considéré suggère que les résultats obtenus sur un type de fromage donné ne peuvent pas être extrapolés à tous les types de fromages. Il est ainsi primordial que les différentes filières fromagères puissent reproduire de tels essais au sein de leur zone de production.

Rédacteurs : Almance ROUSSET, Céline DELBES, Isabelle VERDIER-METZ et Bruno MARTIN (INRAE) • Cécile BORD (VetAgro Sup) • Matthieu BOUCHON (INRAE - Herbipôle)

Réalisation : beta pictoris • Mise en page : Florence Benoit (Institut de l'Élevage) • Crédits photos : Almance Rousset (INRAE) • Réf : 0026 315 005 • Juin 2026

Ces essais ont fait l'objet d'un financement par les fonds CASDAR ADAoPT.

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

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGRO-ALIMENTAIRE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE