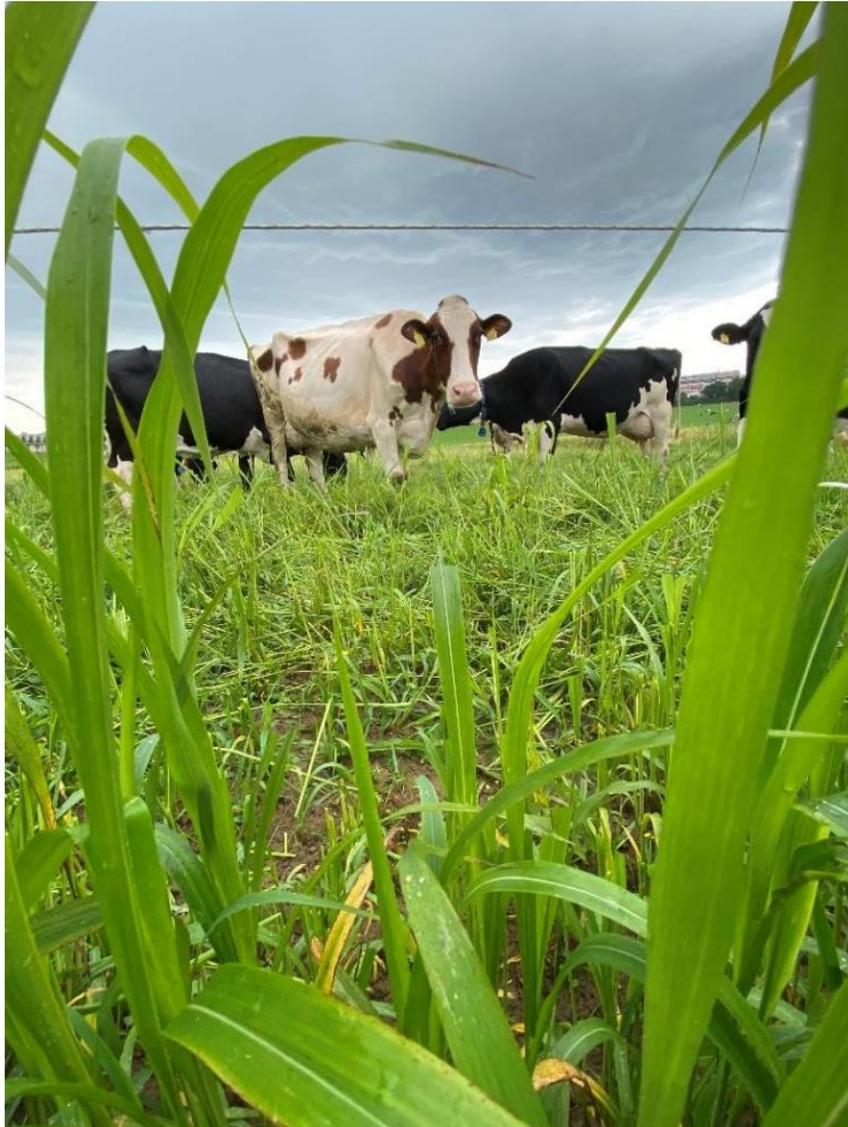




Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope



# Influence de l'affouragement des vaches avec du sorgho sur la qualité du Gruyère AOP

**Mini Sorgho Symposium  
Posieux, le 22.03.23**

John Haldemann

En collaboration avec Grangeneuve

Photo: Pierre Aeby, Grangeneuve



# But de l'essai

- Le but de l'essai est d'examiner l'impact d'un affouragement des vaches avec du sorgho sur la qualité du Gruyère AOP.

## Problématique

- Est-ce que le sorgho provoque une modification de la composition des acides gras saturés?
- Est-ce que les substance d'acide cyanhydrique ou de ses dérivés passent de la plante dans le lait respectivement dans le fromage?
- Si oui, influencent-ils la fabrication du Gruyère?
- Est-ce que l'affouragement des vaches avec du sorgho majoritairement influence négativement la qualité organoleptique du Gruyère?



# Propriétés du Sorgho et autres types de millets

+ Résiste à la chaleur

+ **Supporte des absences prolongées de précipitations.**

+ Besoin en eau 40% inférieur au maïs

+ Repousse après une coupe (contrairement au maïs)

+ Peu de ravageur (n'intéresse pas les sangliers), peu de maladie

+ ...

- Moins de rendement à l'hectare que le maïs

- risque d'intoxication à l'acide cyanhydrique des animaux si la plante < 60cm ;  
risque plus faible avec Herbe du Soudan que sorgho pur

- Sensible au froid

- ...



# Essai Grangeneuve-Liebefeld



**Herbe du Soudan** moins d'acide cyanhydrique que sorgho bicolore ou hybrides

*Photo: Pierre Aeby, Grangeneuve*





# Sorgho

- Variété utilisée: **Piper, de type Herbe du Soudan (pâture des 40 cm)**
- Surface: 3 parcelles (200 ares)
- Semis: 40 kg/ha
- Période :

1	5-13 juillet	lait pour fabrication de fromages les 13, 14 et 15 → <i>essai arrêté le 13.07. au soir</i>
2	<b>19-24 août</b>	<b>lait pour fabrication les 24, 25 et 26</b> → <b>Essai Liebefeld</b>
3	26-31 août	<i>tous les animaux ont été réunis sur la parcelle de sorgho « laiterie »</i>

Source: Pierre Aeby, Grangeneuve

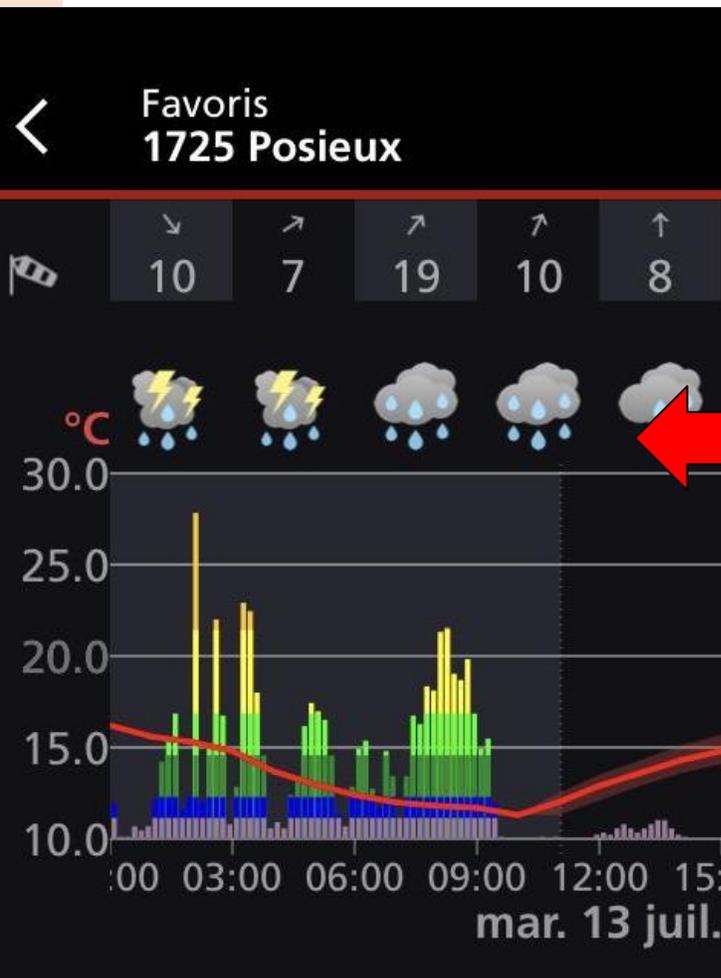


# Déroulement de l'essai: 1<sup>ère</sup> période

<b>Provenance</b>		<b>Grangeneuve</b>	<b>Grangeneuve</b>
<b>Fourrage (lot)</b>		<b>Normal</b>	<b>Sorgho</b>
<b>Lait</b>		<b>Lait soir et matin,</b>	<b>Lait soir et matin</b>
<b>Coupe</b>	<b>Date<sup>1</sup></b>		
1 <sup>ère</sup> coupe	mardi ex: 13.7.21	<b>1</b>	<b>2</b>
	jeudi ex: 15.7.21	<b>5</b>	<b>6</b>
2 <sup>e</sup> coupe	mardi ex: 3.8.21	<b>9</b>	<b>10</b>
	jeudi ex: 5.8.21	<b>13</b>	<b>14</b>



# Déroulement de l'essai: 1<sup>ère</sup> période



Provenance		Grangeneuve	Grangeneuve
Fourrage (lot)		Normal	Sorgho
Lait		Lait soir et matin,	Lait soir et matin
Coupe	Date <sup>1</sup>		
1 <sup>ère</sup> pâture	mardi ex: 13.7.21	1	2
	jeudi ex: 15.7.21	5	6
2 <sup>e</sup> pâture	mardi ex: 3.8.21	9	10
	jeudi ex: 5.8.21	13	14

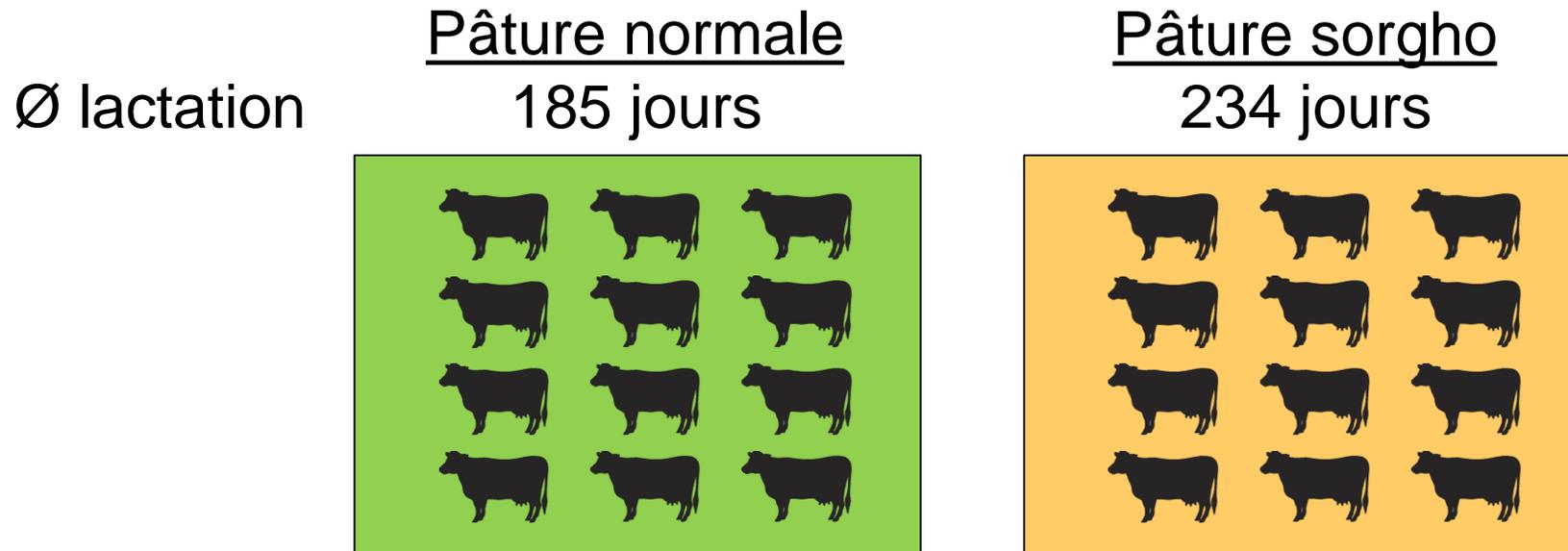




# Lots de vache 2<sup>e</sup> période

## Choix des vaches laitières de Grangeneuve

- Selon la teneur en cellules du lait, mais pas des performances ou stades de lactation.





# Valeurs nutritives des fourrages

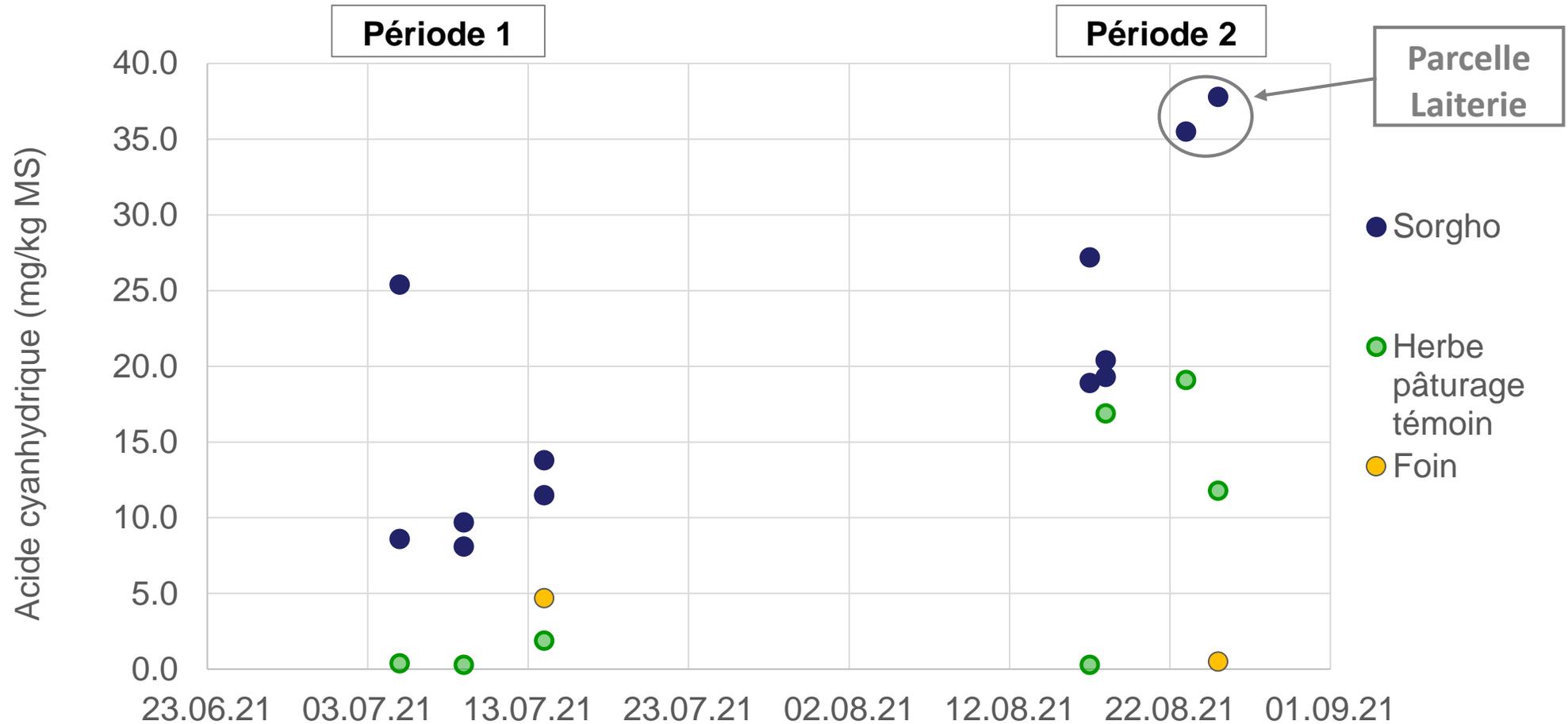
		Période 1 (05.07.21)			Période 2 (19.08.21)	
<i>Labo UFAG</i>		Herbe Treyfoliez4	Sorgho1A	Sorgho2A	Sorgho1B	Sorgho2B
Cendres	g/kg MS	95	111	108	89	82
MAT	g/kg MS	195	123	123	119	113
CB	g/kg MS	206	252	257	287	298
Sucres	g/kg MS	119	76	82	34	35
MOD	g/kg MS	637	571	570	558	549
PAIN	g/kg MS	108	83	83	81	78
PAIE	g/kg MS	126	78	78	75	74
NEL	MJ/kg MS	5.7	4.9	4.8	4.7	4.6
NEV	MJ/kg MS	5.7	4.7	4.7	4.5	4.4
PME	g/kg MS	77	71	71	69	68

matière azotée totale

Source: Pierre Aeby, Grangeneuve



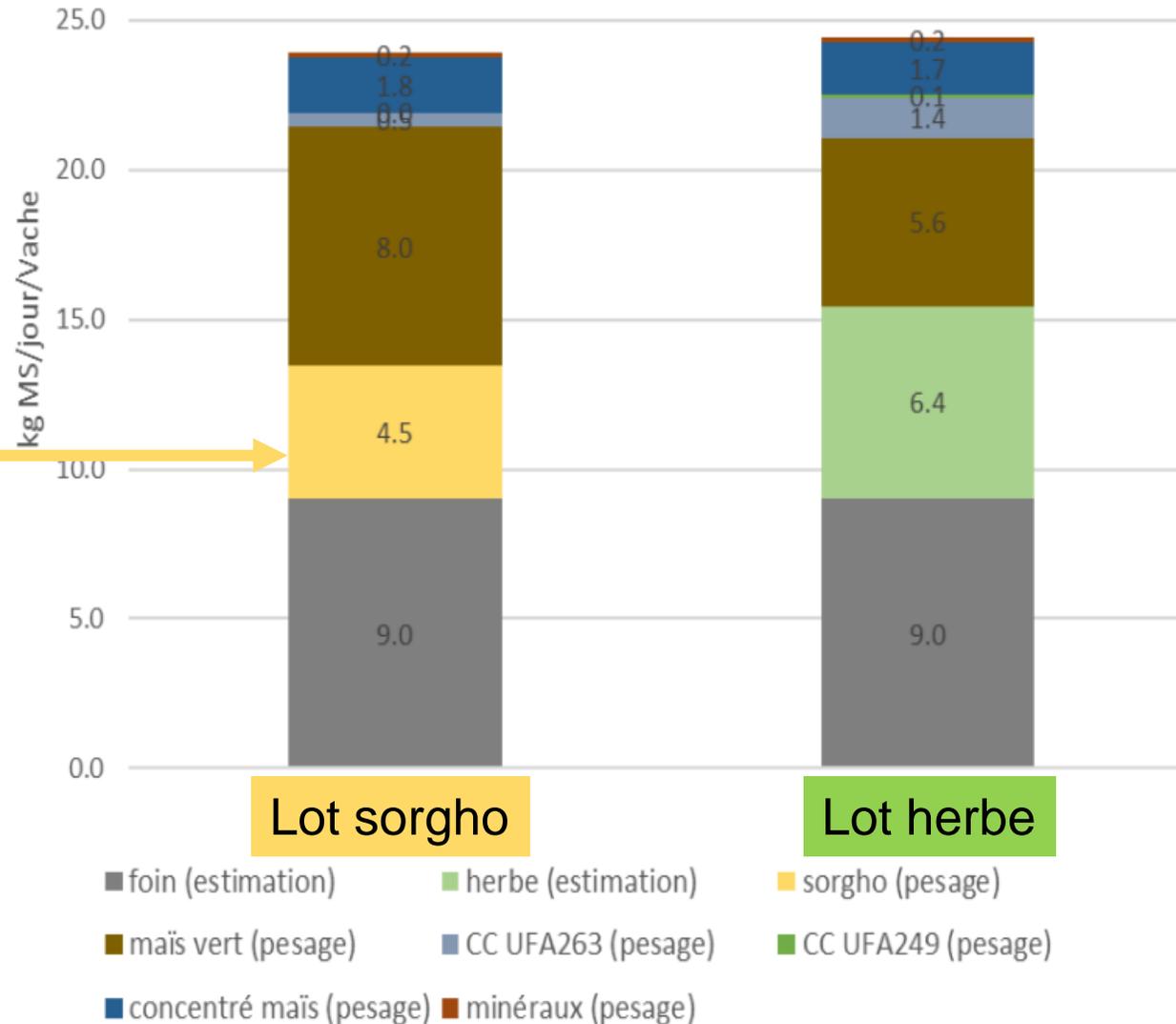
# Teneurs en acide cyanhydrique dans les fourrages





# Ration des 2 lots de vaches (matière sèche)

Sorgho  
18.8 %



Source: Pierre Aeby, Grangeneuve

Sorgho Gruyère  
John Haldema



# Poids des vaches et production laitière (période 2)

Période 2 – Moyenne du poids des vaches des 2 lots

Poids des vaches	groupe Sorgho	Groupe Herbe
moyenne des 5 jours précédant l'essai	671	656
moyenne des 8 jours de l'essai (19.08-26.08)	668	654
<b>Différence</b>	<b>-3</b>	<b>-2</b>

stable  
→

Production laitière	Groupe Sorgho	Groupe Herbe
moyenne des 5 jours précédant l'essai	20.20	22.06
moyenne des 8 jours de l'essai (19-26.08)	20.69	22.37

stable  
→

Source: Pierre Aeby, Grangeneuve



# Déroulement de l'essai: 2<sup>e</sup> coupe

- Fabrication de fromage à Liebefeld

Provenance		Grangeneuve	Grangeneuve
Fourrage (lot)		Normal	Sorgho
Lait		Lait soir et matin,	Lait soir et matin
2e coupe	mardi 24.08.21	1	2
	mercredi 25.08.21	3	4
	jeudi 26.08.21	5	6

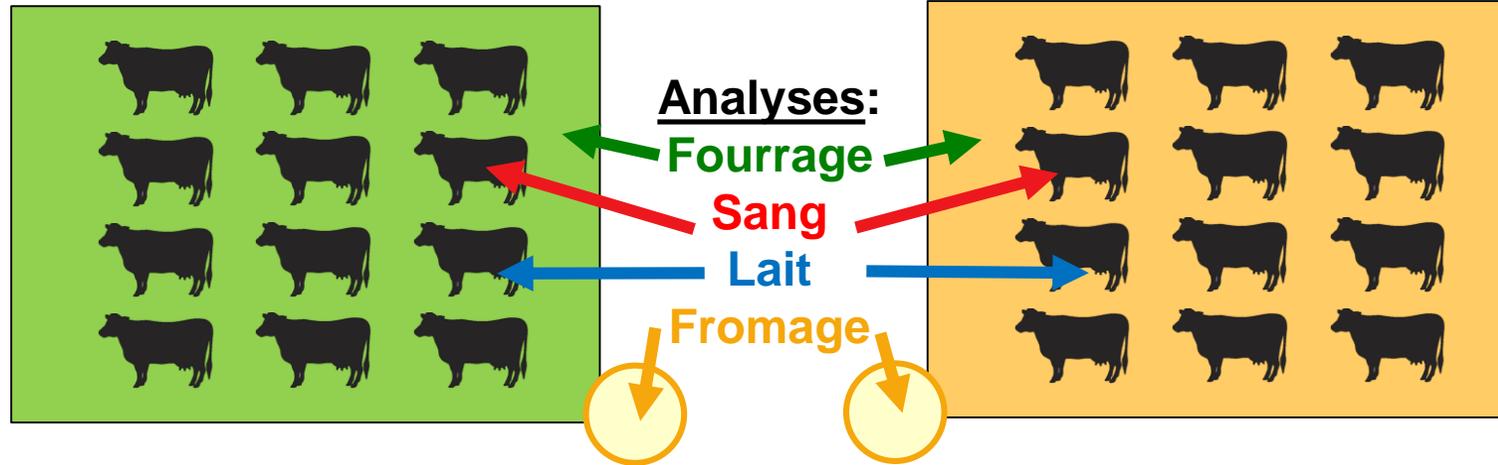


# Déroulement de l'essai et analyses

## Pâtûre normale

## Pâtûre sorgho

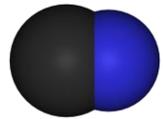
7 à 10 jours avant essai



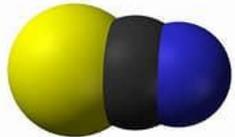
- Traite des 2 troupeaux
- Lait du soir refroidi et stocké à la fromagerie de Grangeneuve
- Transport du lait à Liebefeld
- Fabrication de fromage à pâte dure, affinage 9 mois
- Plus de 208 paramètres analysés



# Thiocyanate dans le lait et le sang



▪ Substance dangereuse pour la vache et év. le lait:  
→ **Le cyanure** → aucune stabilité, réagit instantanément



▪ Produit dérivé  
→ **Le thiocyanate** → plus stable que le cyanure mais se dégrade aussi

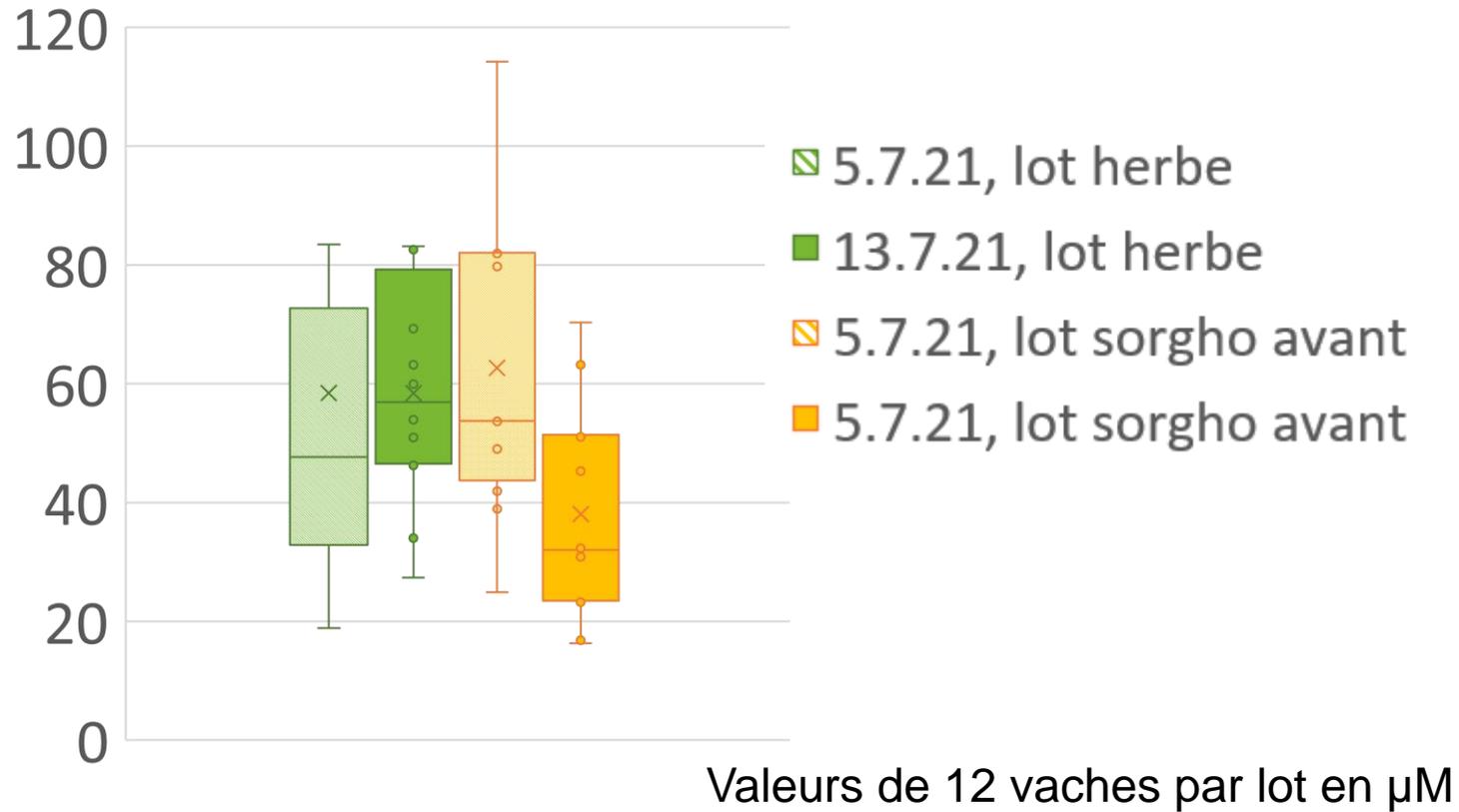




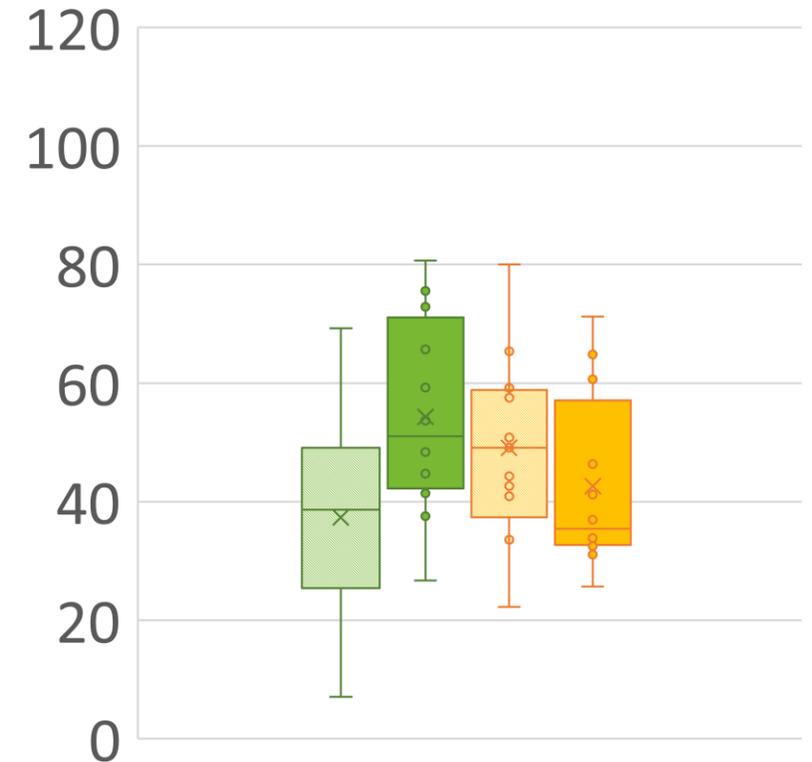
# Thiocyanate dans le lait et le sang

1<sup>ère</sup> période: juillet 2021

sang 



lait

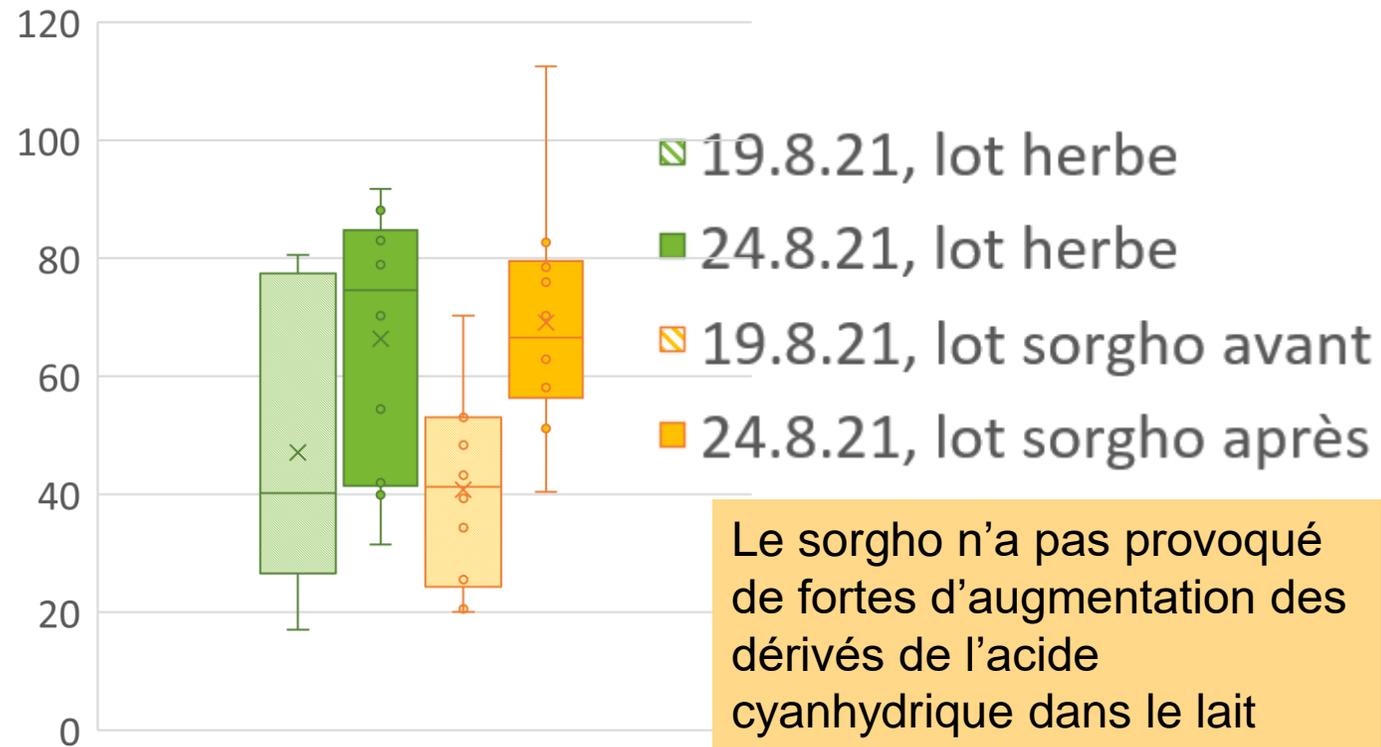




# Thiocyanate dans le lait et le sang

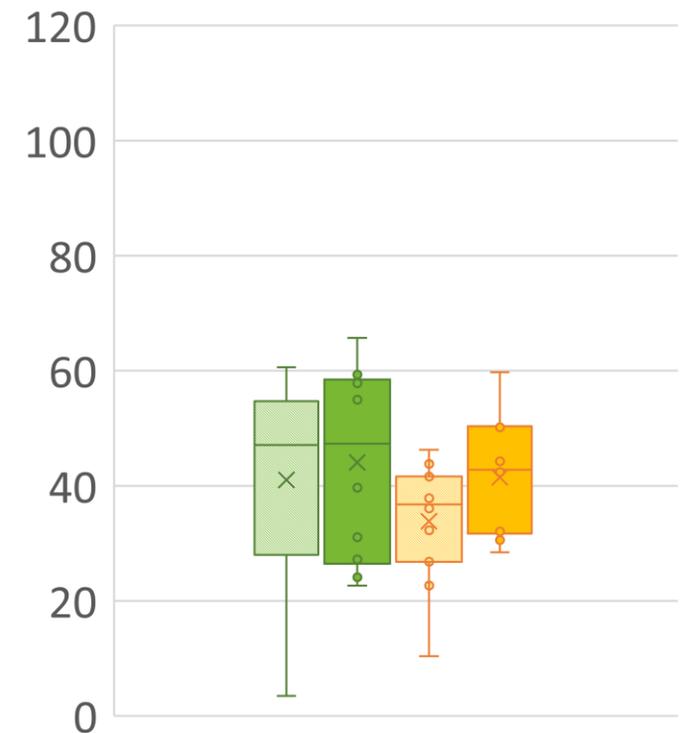
2<sup>e</sup> période: août 2021

sang 



Valeurs de 12 vaches par lot en µM

lait



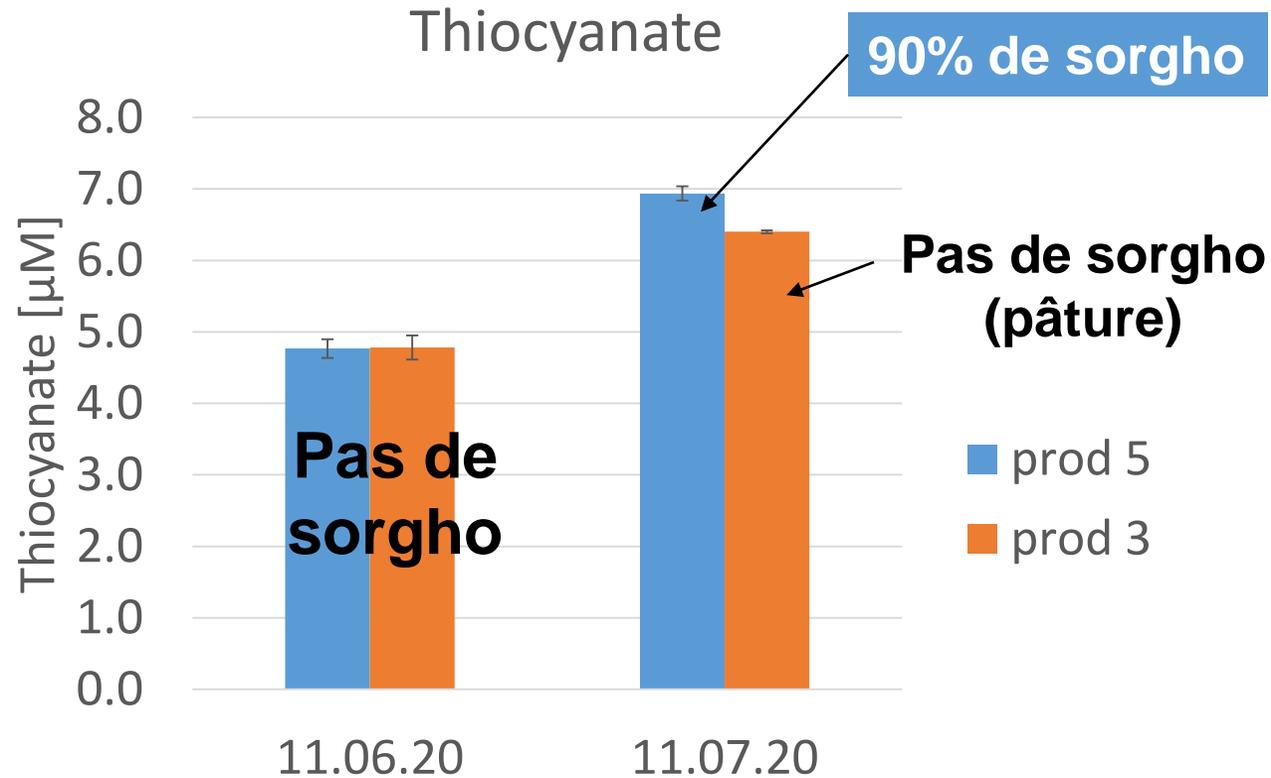


# Analyse du sang et du lait

- 1 année de recherche laboratoire
- Acide cyanhydrique → instable et rapidement transformé en thiocyanate dans le lait et le sang



# Influence du sorgho sur la teneur en thiocyanate du lait → autres producteurs en 2020



Un affouragement à 90 % de sorgho n'a pas fait augmenter significativement la valeur en thiocyanate

Attention valeurs plus faibles car les échantillons sont restés 2 ans au congélateur!!!



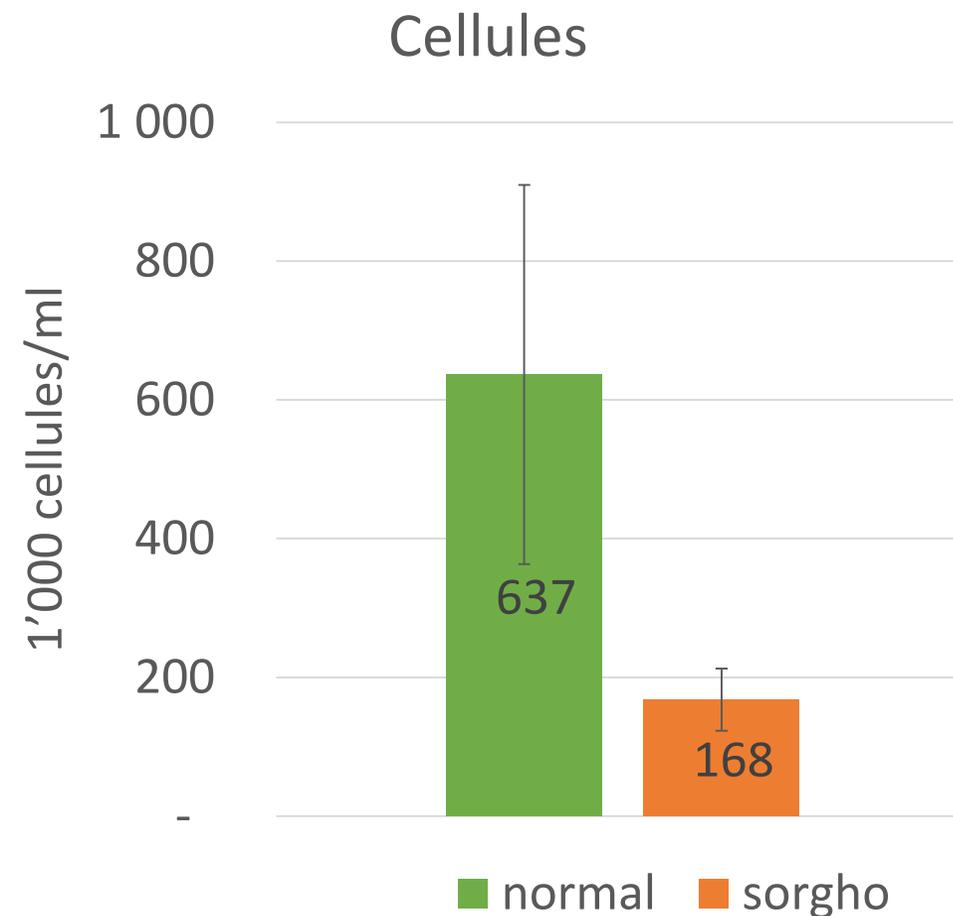
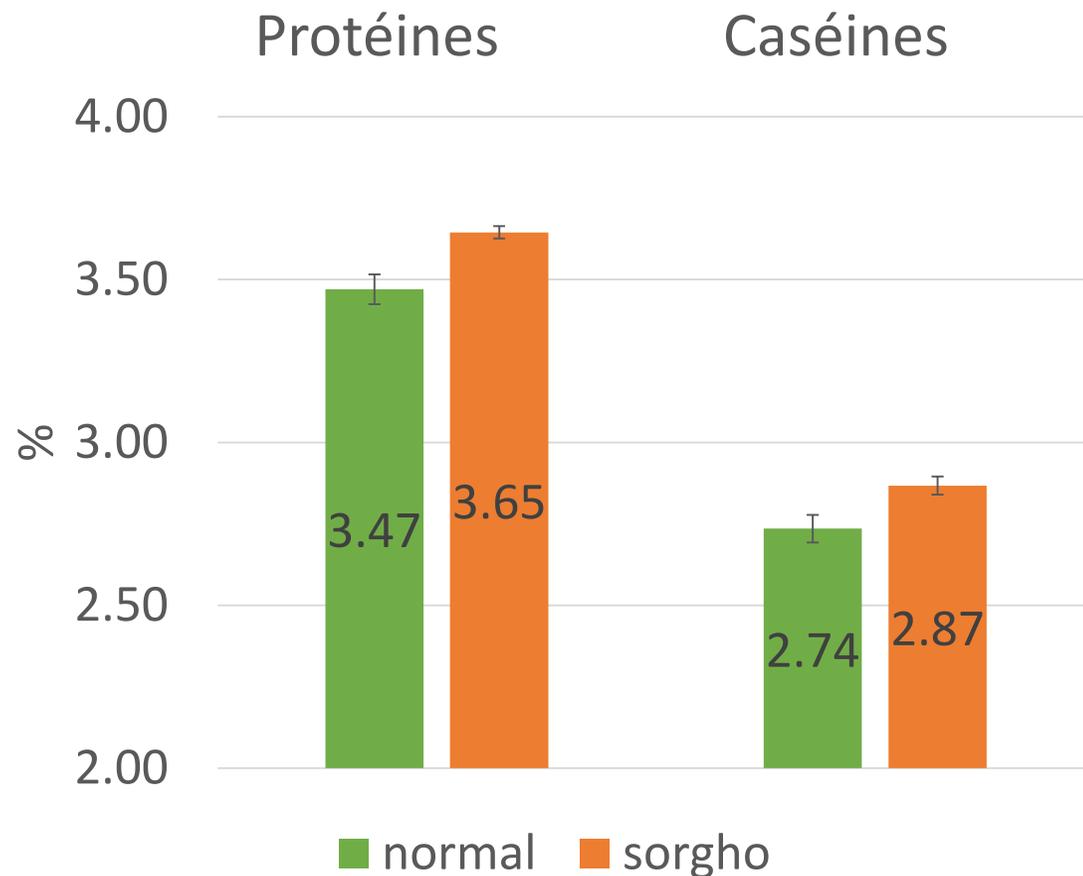
# Lait

			normal		sorgho		Test T	
			moyenne	écart-type	moyenne	écart-type		
Matière grasse	g/100g	lait	<b>3.94</b>	0.48	<b>3.79</b>	0.23	0.62	
Acides gras libres	mmol/10kg	lait	<b>1.20</b>	0.71	<b>0.65</b>	0.00	0.22	
<b>Protéines</b>	<b>g/100g</b>	<b>lait</b>	<b>3.47</b>	0.05	<b>3.65</b>	0.02	0.002	**
<b>Caséine</b>	<b>g/100g</b>	<b>lait</b>	<b>2.74</b>	0.04	<b>2.87</b>	0.03	0.003	**
<b>Cellules</b>	<b>k Cell/ml</b>	<b>lait</b>	<b>637</b>	273	<b>168</b>	45	0.04	*
Enterobactéries	UFC/g	lait	<b>80</b>	124	<b>140</b>	215	0.57	
G. aérob. Mésophiles	UFC/g	lait	<b>3'025</b>	3'924	<b>1'380</b>	1'725	0.66	
G. étrangers	UFC/g	lait	<b>76'175</b>	149'217	<b>79'570</b>	147'003	0.98	
Hétéroferm. fac.	UFC/g	lait	<b>5</b>	-	<b>6</b>	2	0.36	
Propioniques	UFC/g	lait	<b>10</b>	-	<b>&lt;10</b>	-		
Spores butyriques	Spor./l	lait	<b>57</b>	61	<b>98</b>	53	0.24	
<b>Spores: pré-lecture</b>	<b>Spor./l</b>	<b>lait</b>	<b>&lt;53</b>	-	<b>91</b>	29	0.003	**
Tolérant le sel	UFC/g	lait	<b>855</b>	435	<b>618</b>	432	0.37	

\* p<0.05=significatif; \*\* p<0.01=hautement significatif; \*\*\* p<0.001=très hautement significatif



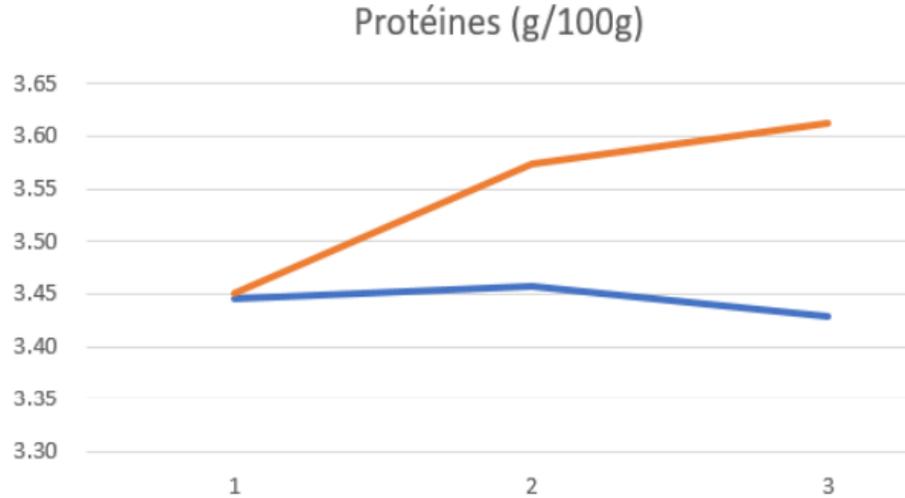
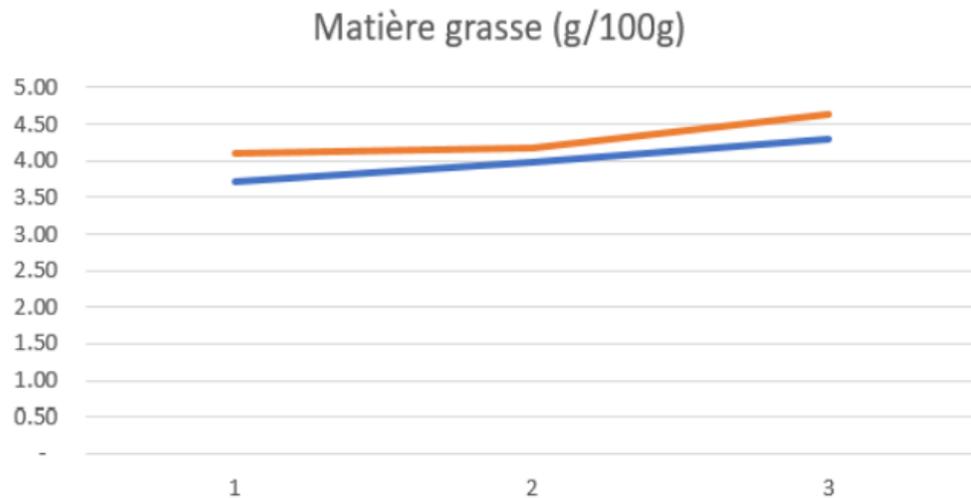
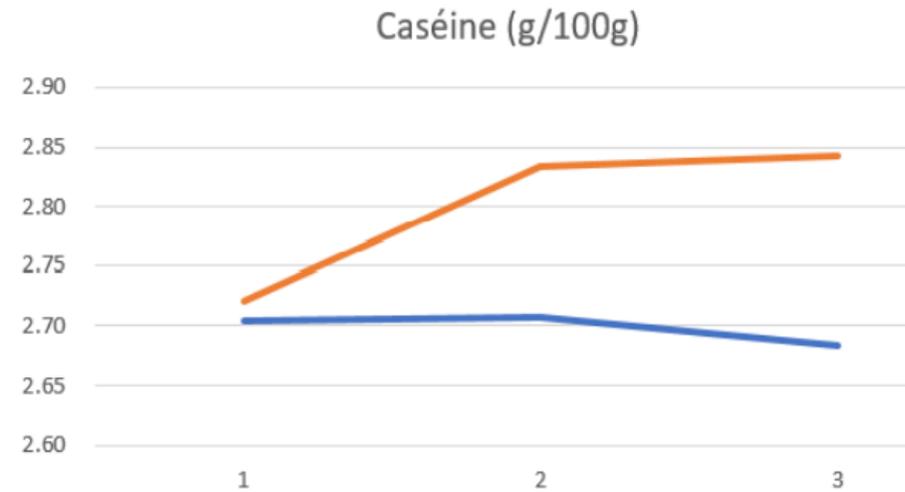
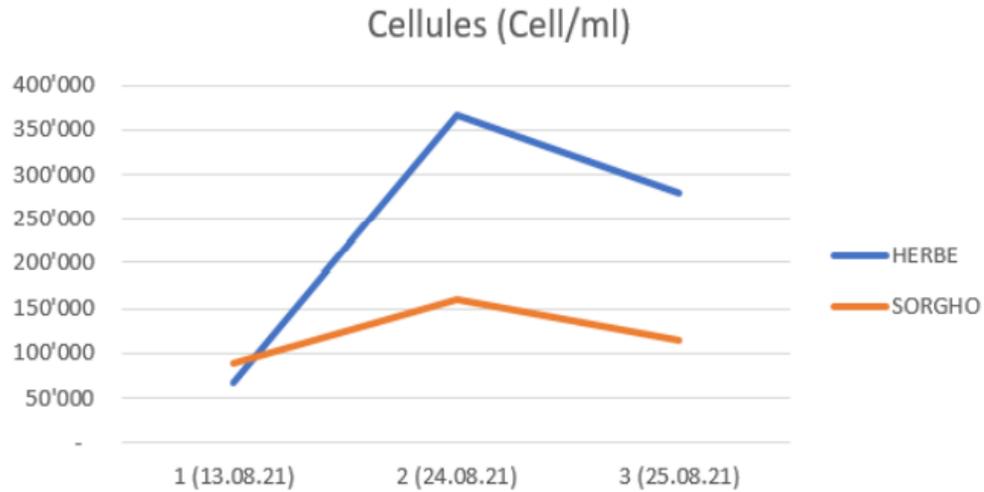
# Teneur du lait





# Cellules et teneurs du lait

Période 2 – Teneurs du lait des 2 lots avant (1) et pendant l'essai (2 et 3)





# Fromage à 24h

			normal		sorgho		Test T	
			moyenne	écart-type	moyenne	écart-type		
Teneur en eau	g/kg	24h	<b>376</b>	5	<b>383</b>	7	0.23	
Acide lactique D(-)	mmol/kg	24h	<b>87</b>	1	<b>85</b>	2	0.25	
Acide lactique L(+)	mmol/kg	24h	<b>63</b>	3	<b>67</b>	3	0.19	
Acide lactique Total	mmol/kg	24h	<b>150</b>	3	<b>152</b>	3	0.41	
Proportion de L(+)	%	24h	<b>42</b>	2	<b>44</b>	1	0.16	
Galactose	mmol/kg	24h	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0		
Valeur LAP	IU/kg	24h	<b>2.9</b>	0.8	<b>1.8</b>	0.5	0.14	
Citrate	mmol/kg	24h	<b>7.2</b>	0.8	<b>6.7</b>	0.3	0.37	
Valeur pH	-	24h	<b>5.21</b>	0.02	<b>5.23</b>	0.01	0.20	

\* p<0.05=significatif; \*\* p<0.01=hautement significatif; \*\*\* p<0.001=très hautement significatif



# Fromage à 9 mois

		normal		sorgho		Test T	
		moyenne	écart-type	moyenne	écart-type		
Teneur en eau	g/kg	359	2	352	1	0.02	*
NaCl	g/kg	25	3	22	2	0.17	
Matière grasse	g/kg	335	5	322	10	0.13	
Valeur pH	-	5.57	0.04	5.58	0.05	0.73	
Valeur OPA	mmol/kg	264	13	259	18	0.70	
Acide citrique	mmol/kg	7.3	0.9	6.9	0.4	0.6	
Acide formique	mmol/kg	0.7	0.1	0.6	0.0	0.24	
Acide acétique	mmol/kg	5.6	0.2	5.5	0.1	0.62	
Acide propionique	mmol/kg	0.1	0.0	0.0	0.0	0.21	
Acide i-butyrique	mmol/kg	0.2	0.1	0.1	0.0	0.22	
Acide n-butyrique	mmol/kg	0.7	0.1	0.5	0.0	0.06	
Acide i-valérique	mmol/kg	0.2	0.1	0.1	0.0	0.09	
Acide i-caproïque	mmol/kg	0.0	0.0	0.0	0.0		
Acide n-caproïque	mmol/kg	0.2	0.0	0.1	0.0	0.06	
Acides gras volatils totaux	mmol/kg	7.7	0.6	7.1	0.1	0.20	

GC

\* p<0.05=significatif; \*\* p<0.01=hautement significatif; \*\*\* p<0.001=très hautement significatif



# Fromage à 9 mois

acides  
aminés

		normal		sorgho		Test T
		moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Phosphosérine	mg/kg	25	6	23	3	0.68
Acide aspartique	mg/kg	579	21	531	22	0.05
Acide glutamique	mg/kg	5787	349	5883	499	0.80
Asparagine	mg/kg	1387	121	1410	140	0.84
Sérine	mg/kg	825	37	780	59	0.33
<b>Glutamine</b>	mg/kg	701	36	587	47	0.03*
<b>Histidine</b>	mg/kg	1223	21	985	97	0.05*
Glycine	mg/kg	573	43	563	54	0.81
Thréonine	mg/kg	872	61	831	34	0.38
Citrulline	mg/kg	875	58	805	62	0.23
<b>Arginine</b>	mg/kg	39	7	79	18	0.04*
Alanine	mg/kg	554	46	602	62	0.35
Acide $\gamma$ -aminobutyrique	mg/kg	231	181	97	50	0.33
Tyrosine	mg/kg	796	19	748	71	0.36
Acide $\alpha$ -aminobutyrique	mg/kg	10	6	6	1	0.37
Valine	mg/kg	2233	58	2160	193	0.58
Méthionine	mg/kg	901	59	935	34	0.44
Tryptophane	mg/kg	132	4	122	12	0.28
Phénylalanine	mg/kg	1917	67	1843	199	0.60
<b>Isoleucine</b>	mg/kg	1550	44	1333	86	0.03*
Ornithine	mg/kg	425	75	453	157	0.80
Leucine	mg/kg	3170	95	3073	313	0.65
Lysine	mg/kg	3467	131	3597	258	0.49
$\Sigma$ des acides aminés libres	mg/kg	28300	854	27467	2183	0.59
<b>Azote total</b>	g/kg	40.0	1.3	42.9	1.1	0.04*

\* p<0.05=significatif; \*\* p<0.01=hautement significatif; \*\*\* p<0.001=très hautement significatif



# Fromage à 9 mois

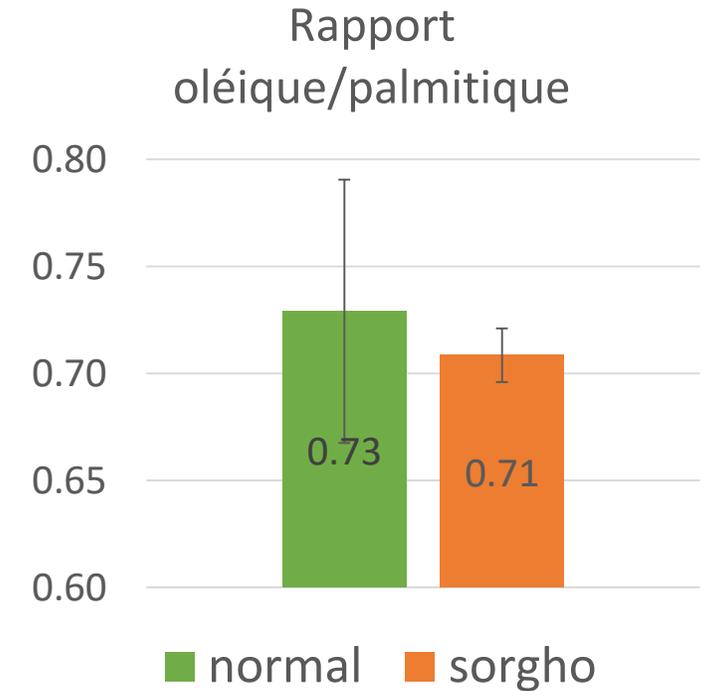
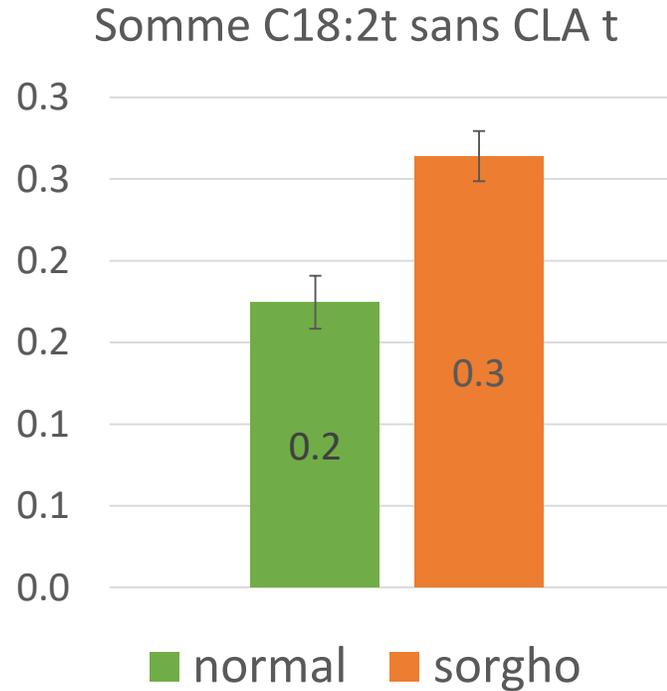
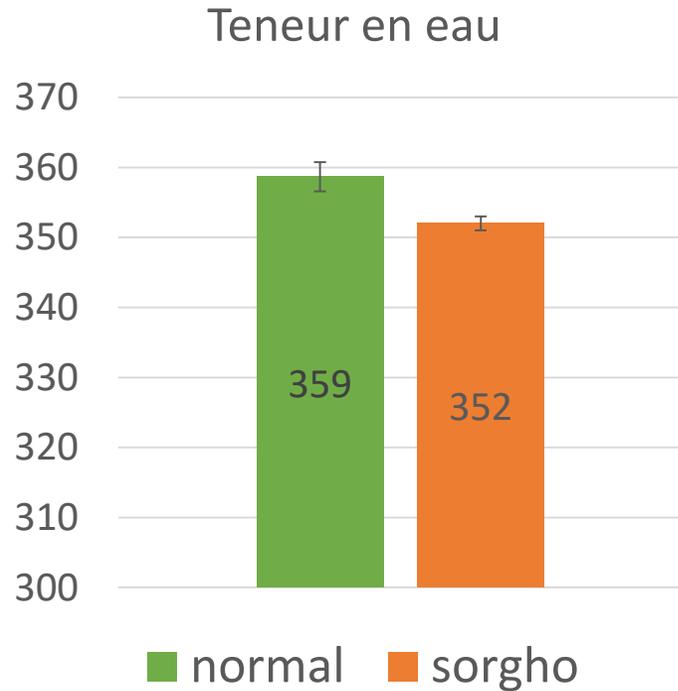
acides  
gras

		normal		sorgho		Test T	
		moyenne	écart-type	moyenne	écart-type		
Somme AG courte chaine	<i>g/100g MG</i>	8.5	0.3	9.0	0.3	0.15	
Somme AG moyenne chaine	<i>g/100g MG</i>	44.9	0.9	45.3	0.1	0.45	
Somme AG longue chaine	<i>g/100g MG</i>	33.9	2.0	33.0	0.6	0.49	
Somme AG saturés	<i>g/100g MG</i>	72.2	0.7	73.0	0.3	0.17	
n-C12, n-C14 & n-C16	<i>g/100g MG</i>	39.5	0.8	39.7	0.2	0.68	
Somme C18:1	<i>g/100g MG</i>	19.8	1.2	18.9	0.3	0.30	
Somme C18:2	<i>g/100g MG</i>	2.5	0.1	2.6	0.1	0.10	
Somme AG insaturés	<i>g/100g MG</i>	27.3	1.2	26.5	0.2	0.34	
Somme AG mono-insaturés	<i>g/100g MG</i>	23.7	1.2	22.7	0.2	0.27	
Somme AG poly-insaturés	<i>g/100g MG</i>	3.6	0.0	3.7	0.1	0.05	
Somme C18:1t	<i>g/100g MG</i>	2.5	0.2	2.8	0.1	0.06	
Somme C18:2t avec CLA t	<i>g/100g MG</i>	0.9	0.1	1.1	0.1	0.06	
Somme CLA	<i>g/100g MG</i>	0.8	0.1	0.9	0.1	0.12	
<b>Somme C18:2t sans CLA t</b>	<i>g/100g MG</i>	0.2	0.0	0.3	0.0	0.00	**
<b>Somme AG trans sans CLA t</b>	<i>g/100g MG</i>	2.8	0.2	3.2	0.1	0.04	*
<b>Somme AG trans avec CLA t</b>	<i>g/100g MG</i>	3.5	0.3	4.1	0.2	0.05	*
Somme Omega 3	<i>g/100g MG</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.85	
Somme Omega 6	<i>g/100g MG</i>	1.8	0.1	1.8	0.0	0.14	
Rapport oléique/palmitique		0.73	0.06	0.71	0.01	0.62	

\* p<0.05=significatif; \*\* p<0.01=hautement significatif; \*\*\* p<0.001=très hautement significatif



# Fromage à 9 mois





# Affinage fromage à 9 mois



Sorgho Gruyère | Grangeneuve 22.3.23  
John Haldemann



# Coupe des fromages

herbe

sorgho

1

2

3

4

5

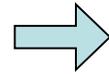
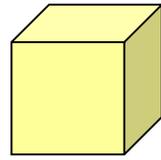
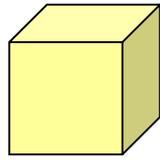
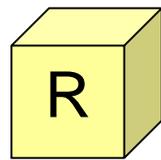
6





# Analyse sensorielle

## Test DUO-TRIO



Quel fromage est différent de la référence?

*Pas de différence significative*  
*Aucune incidence perceptible sur l'arôme du fromage!!!*

plus +  
ou  
moins -

brûlant
piquant
acidulé
salé
sucré
amer
animal
fruité
ferme
arôme foin
sablonneux
rance
mur
autre: _____
aucune idée



# Résultats analyses chimiques, microbiologiques et biochimiques

- Sur 208 paramètres d'analyse
  - 35 présentent une différence significative
- aucun va perturber la qualité du fromage



# Conclusions de Grangeneuve

- **2021 pas** à une année **favorable** au sorgho : températures fraîches et précipitations régulières
- Le **semis précoce a souffert du froid** durant la levée, et les désherbages mécaniques ont été compliqués.
- 1<sup>ère</sup> période: pâture extrêmement délicate dû à la pluie
- 2<sup>e</sup> période: Les vaches ont eu besoin de 2 repas pour « s'habituer » à consommer du sorgho
  - valeurs nutritives plutôt médiocres
  - MAIS pas d'influence sur les performances laitières (meilleure ingestion?, calcul?)
- **Aucun impact** positif ou négatif sur le **poids** des animaux
- Pas de teneurs en acide cyanhydrique ou thiocyanates élevées dans le sang et le lait
- Le sorgho reste un appoint précieux en fourrage vert en cas de météo chaude et sèche, mais il ne peut pas servir de pilier unique dans l'affouragement
- Les essais doivent être poursuivis.



# Conclusions Liebefeld

- Thiocyanate: peu stable dans le lait et le sang
  - Thiocyanate (acide cyanidrique) Pas de différence entre l'herbe et le sorgho
- Pas d'influence négative sur:
  - la qualité chimique et microbiologique du lait
  - la fabrication du fromage (coagulation, acidification, etc.)
  - les paramètres chimique et biochimique du fromage
  - les propriétés sensorielles du fromage

Suite:

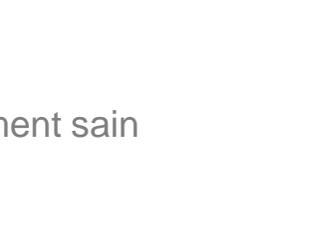
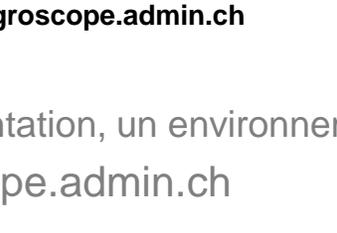
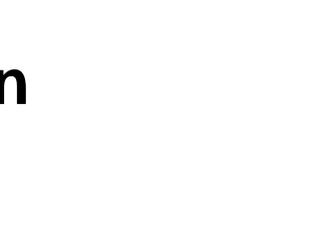
- Résultats analyses d'autres laits de vaches fourragées en partie au sorgho (2020, 2022)
- rapport final



# Questions, remarques



*Photo:  
Pierre Aeby  
Grangeneuve*



**Merci pour votre attention**

**John Haldemann**

[john.haldemann@agroscope.admin.ch](mailto:john.haldemann@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement sain

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

