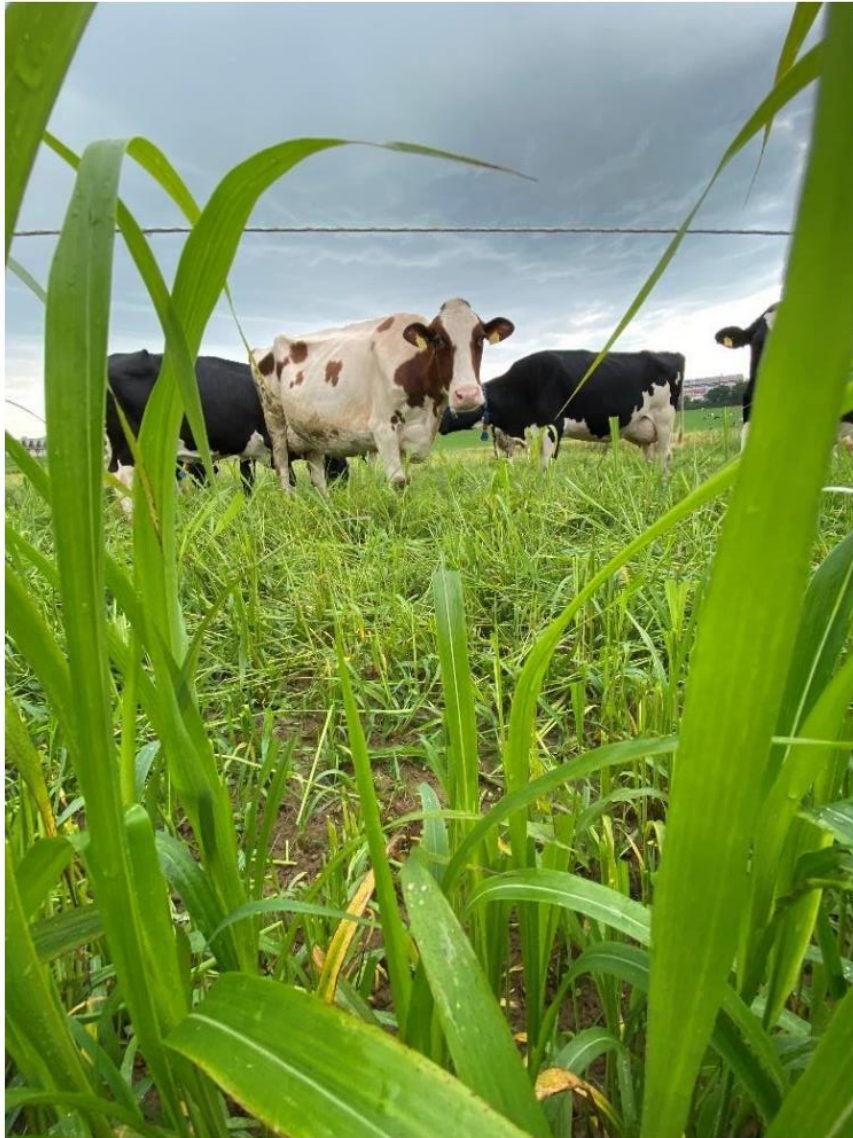




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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	19-24 août	lait pour fabrication les 24, 25 et 26 → Essai Liebefeld
3	26-31 août	<i>tous les animaux ont été réunis sur la parcelle de sorgho « laiterie »</i>

Source: Pierre Aeby, Grangeneuve

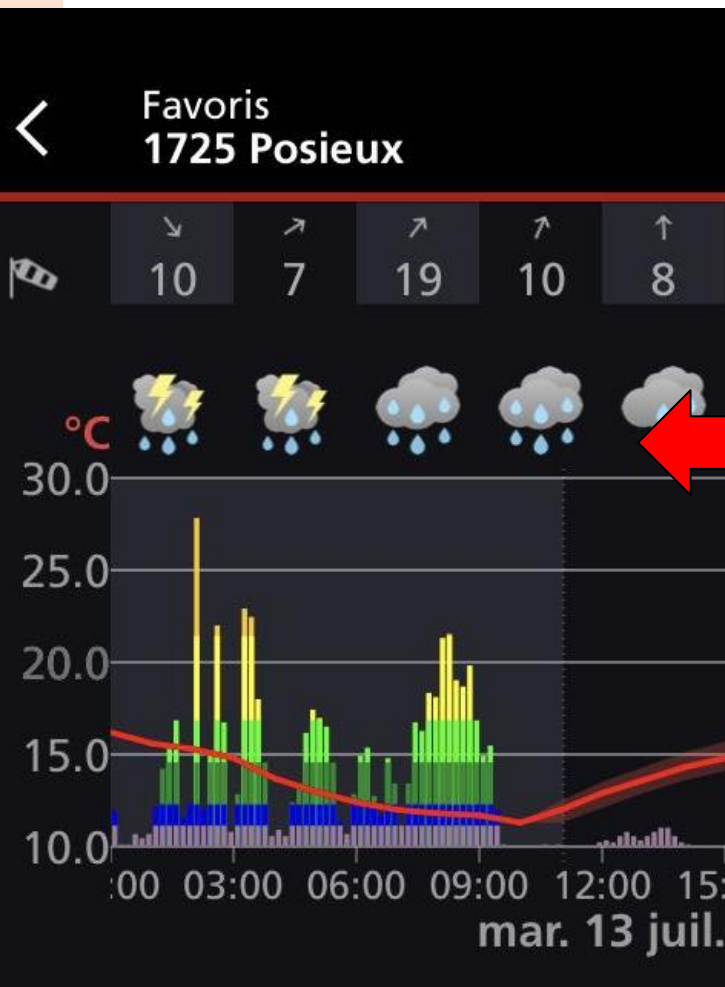


Déroulement de l'essai: 1^{ère} période

Provenance		Grangeneuve	Grangeneuve
Fourrage (lot)		Normal	Sorgho
Lait		Lait soir et matin,	Lait soir et matin
Coupe	Date¹		
1 ^{ère} coupe	mardi ex: 13.7.21	1	2
	jeudi ex: 15.7.21	5	6
2 ^e coupe	mardi ex: 3.8.21	9	10
	jeudi ex: 5.8.21	13	14



Déroulement de l'essai: 1^{ère} période



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

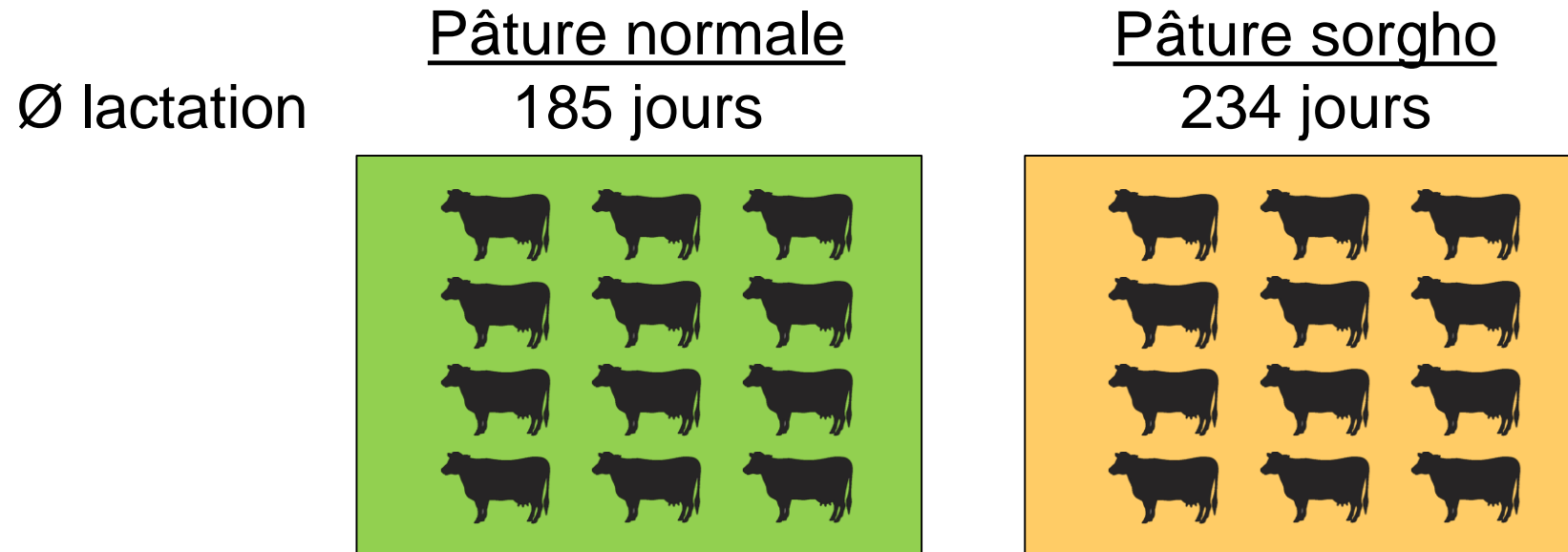




Lots de vache 2^e période

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

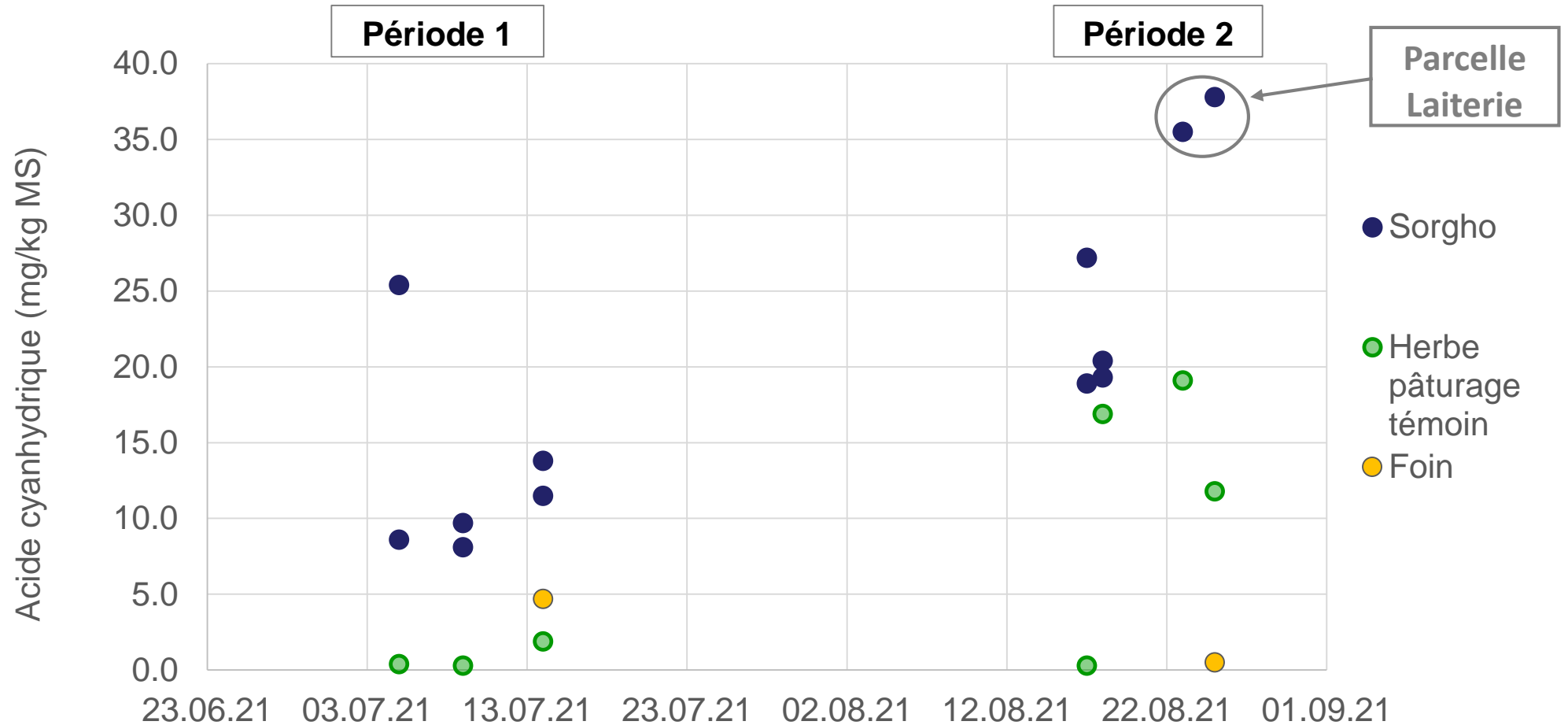
		Période 1 (05.07.21)			Période 2 (19.08.21)	
<i>Labo UFAG</i>		Herbe Treyfoliez4	Sorgho1A	Sorgho2A	Sorgho1B	Sorgho2B
Cendres	g/kg MS	95	111	108	89	82
MAT	g/kg MS	195	123	123	119	113
CB	g/kg MS	206	252	257	287	298
Sucres	g/kg MS	119	76	82	34	35
MOD	g/kg MS	637	571	570	558	549
PAIN	g/kg MS	108	83	83	81	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

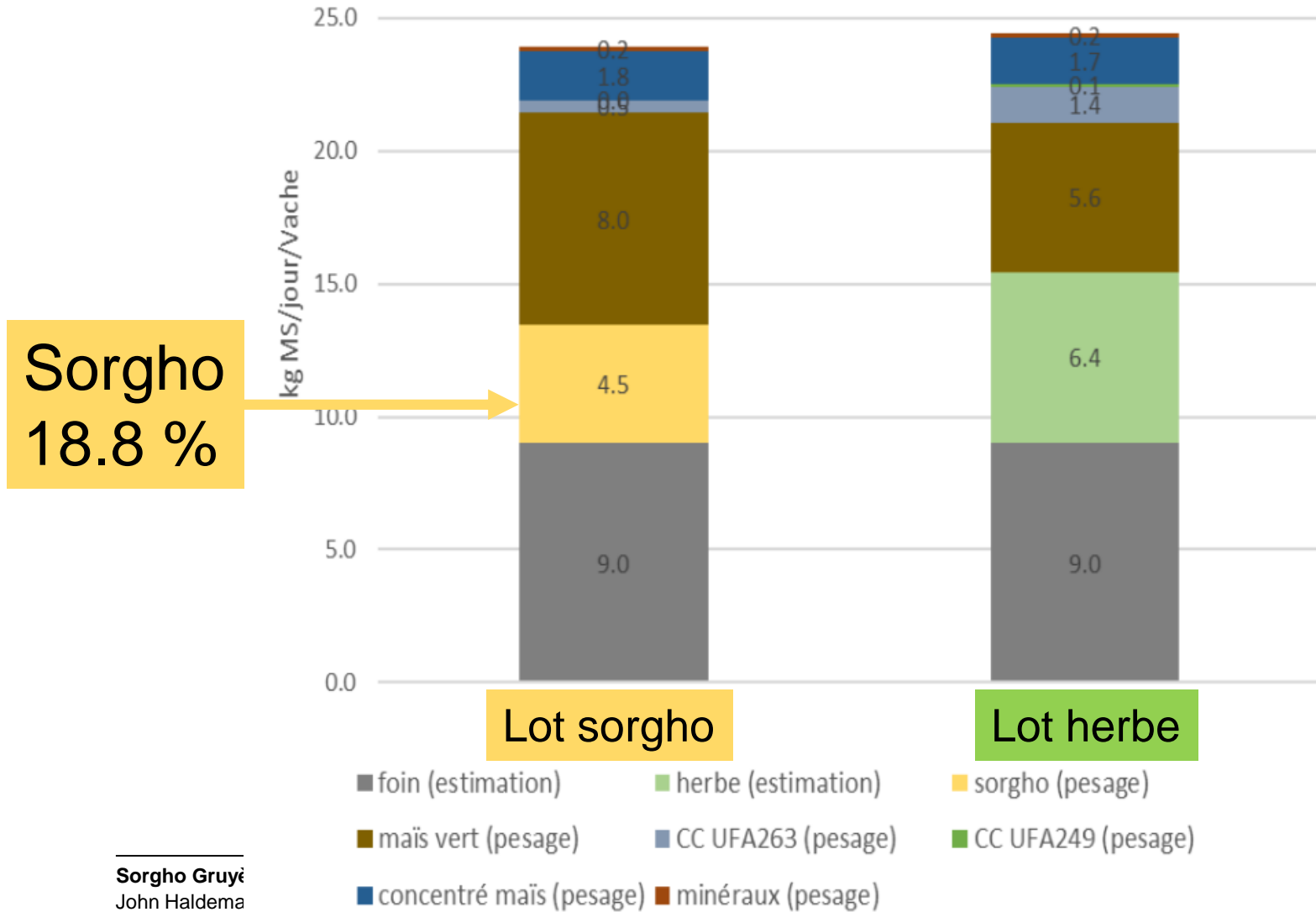


Teneurs en acide cyanhydrique dans les fourrages





Ration des 2 lots de vaches (matière sèche)



Sorgho Gruyère
John Haldema

Source: Pierre Aeby, Grangeneuve



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
Différence	-3	-2

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^e 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

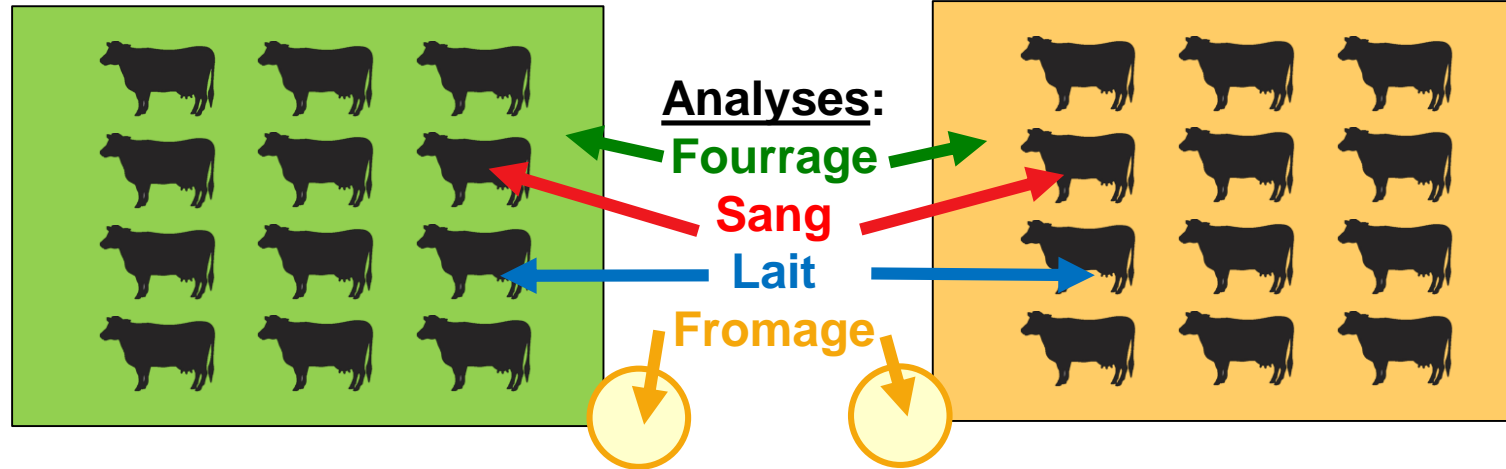


Déroulement de l'essai et analyses

Pâture normale

Pâture sorgho

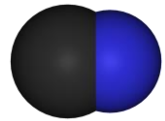
7 à 10 jours avant essai



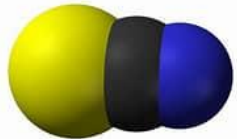
- Traite des 2 troupeaux
- Lait du soir refroidi et stocké à la fromagerie de Grangeneuve
- Transport du lait à Liebefeld
- Fabrication de fromage à pâte dure, affinage 9 mois
- Plus de 208 paramètres analysés



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

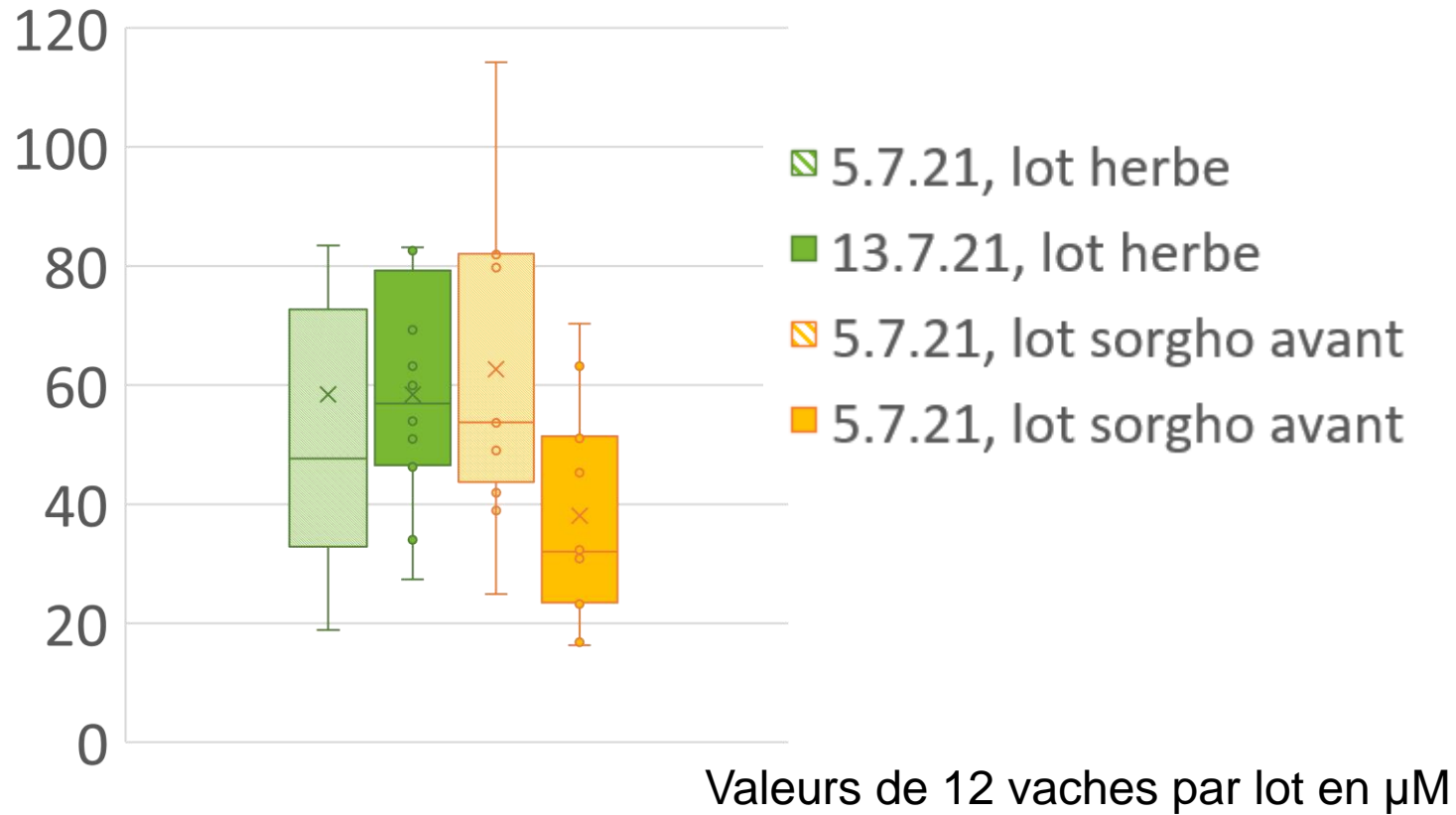




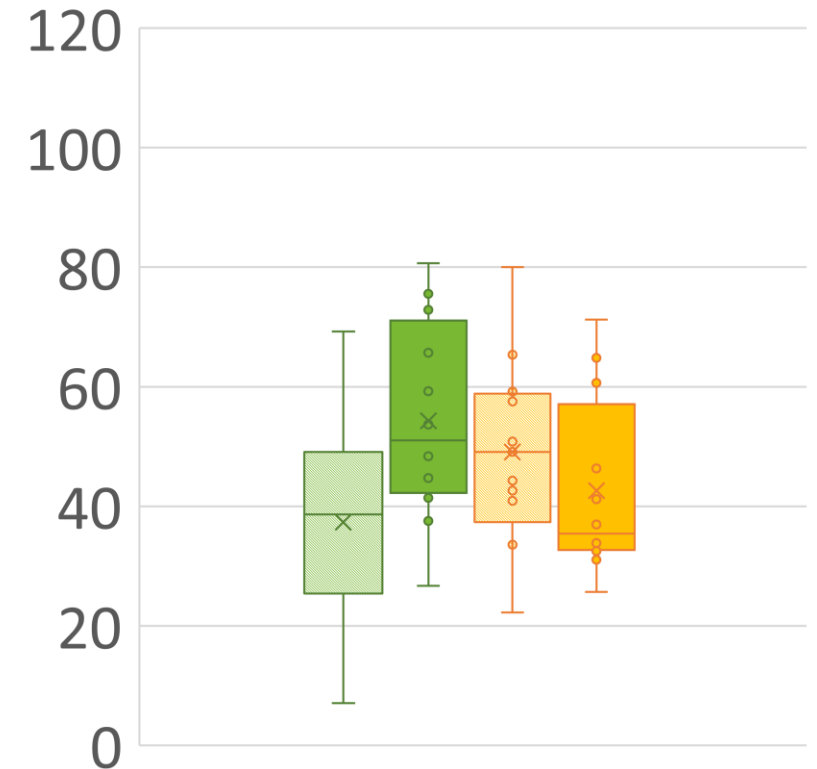
Thiocyanate dans le lait et le sang

1^{ère} période: juillet 2021

sang 



lait

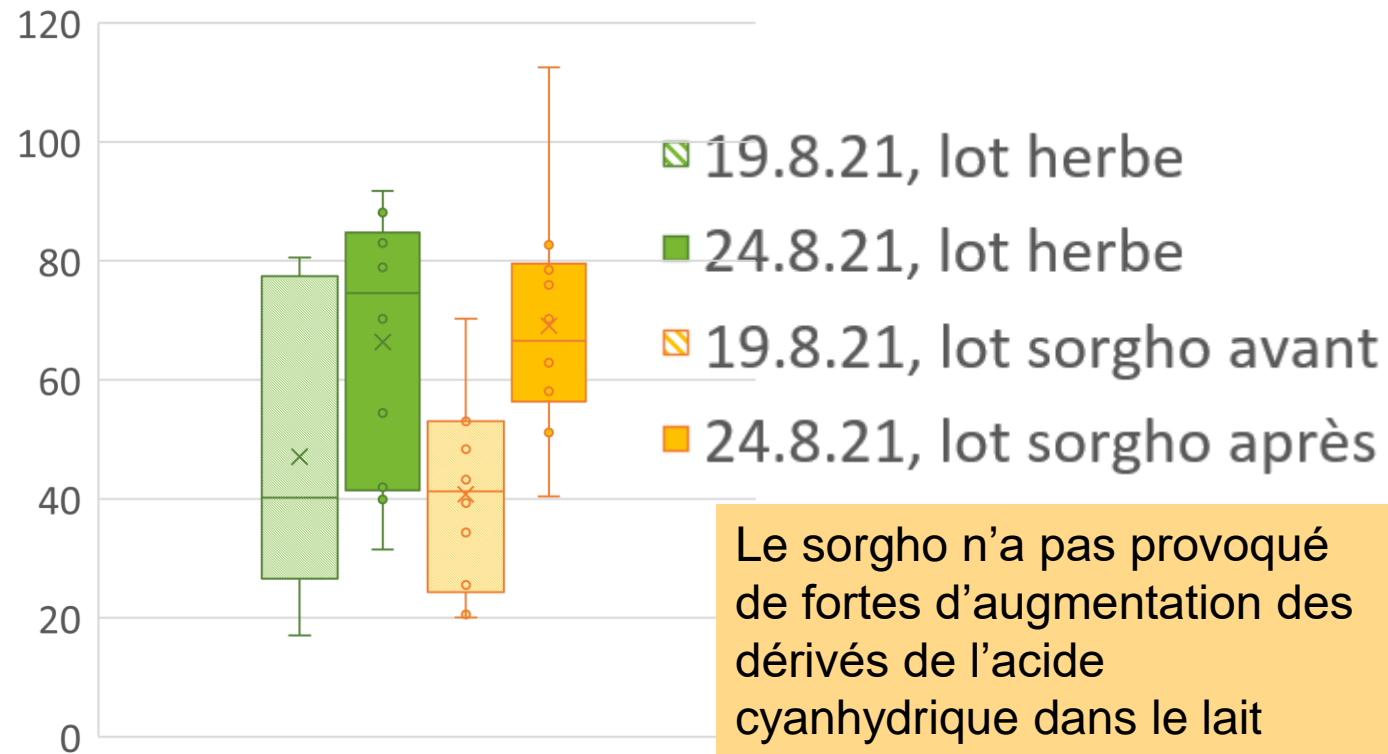




Thiocyanate dans le lait et le sang

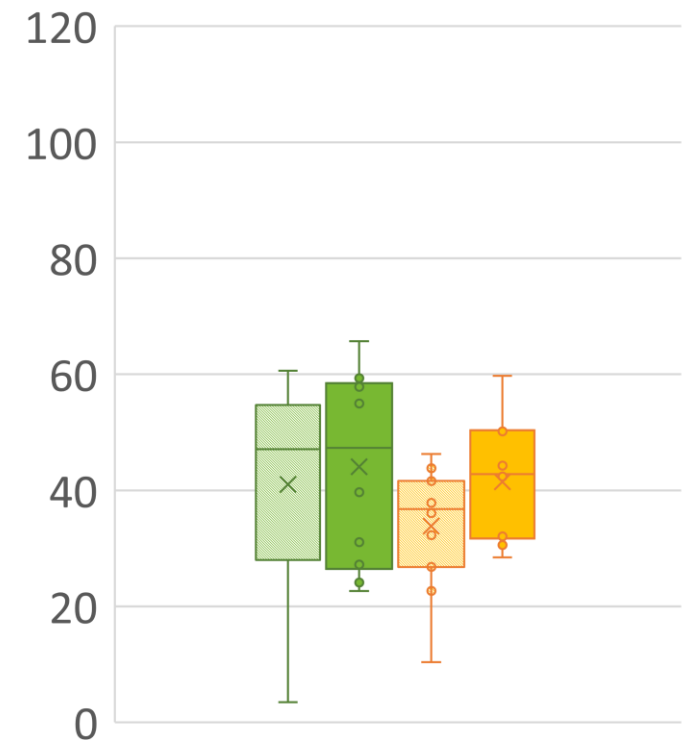
2^e période: août 2021

sang 



Valeurs de 12 vaches par lot en µM

lait



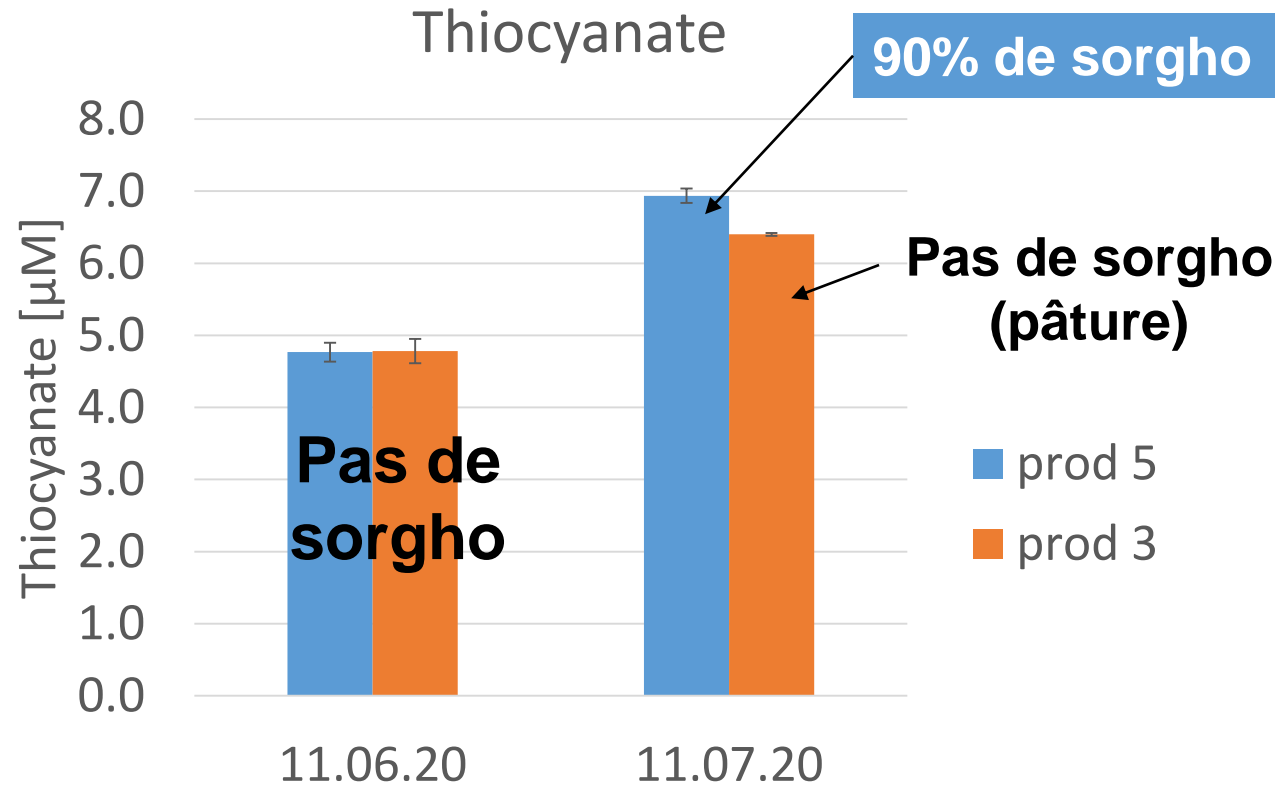


Analyse du sang et du lait

- 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!!!



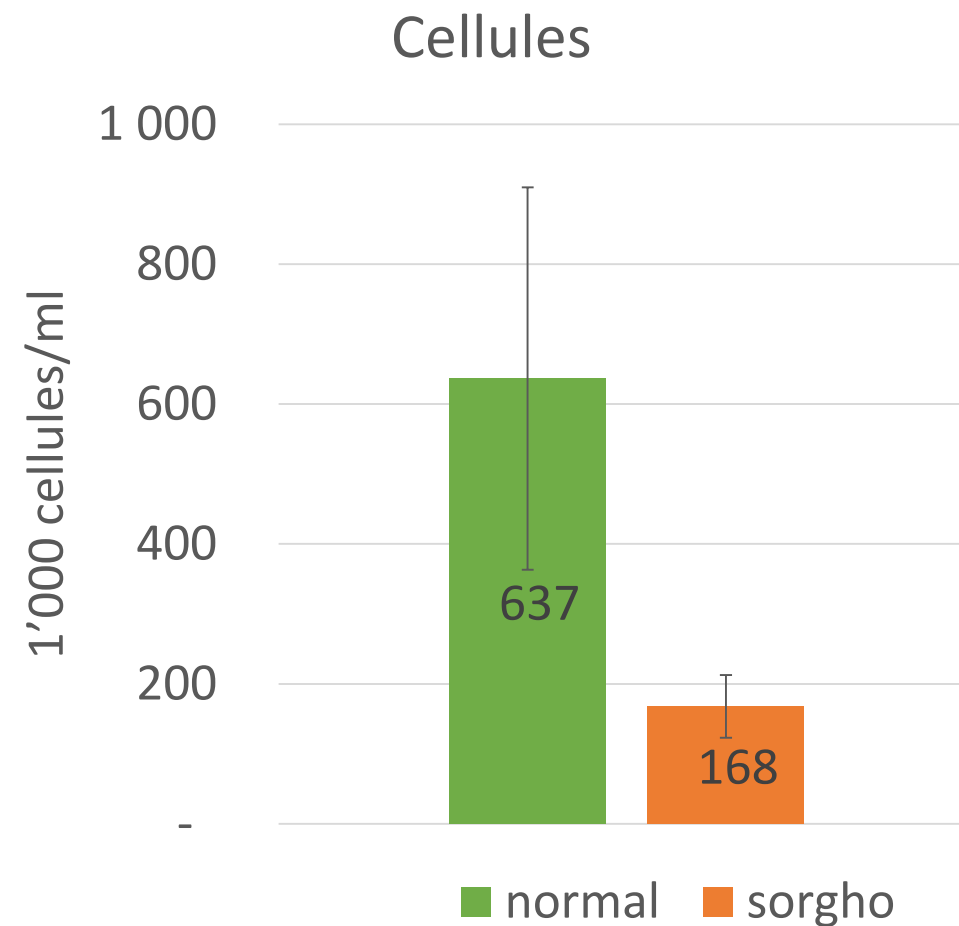
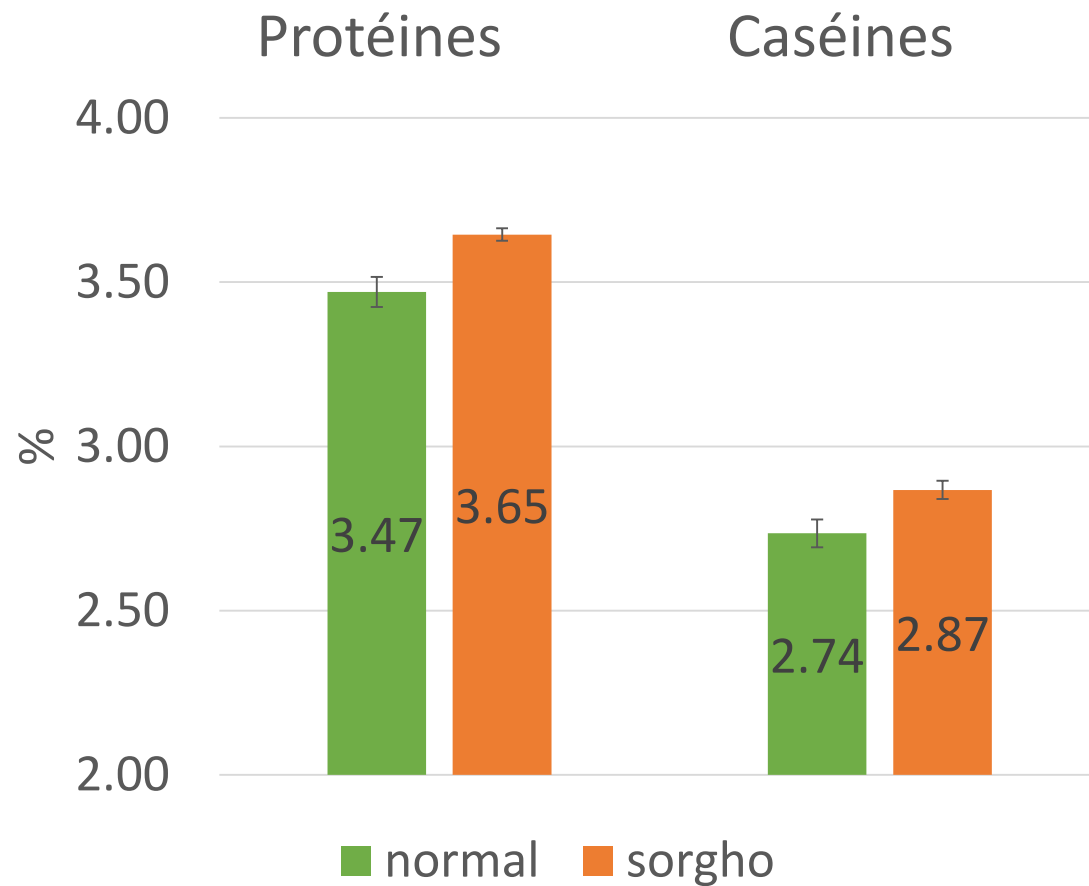
Lait

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

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



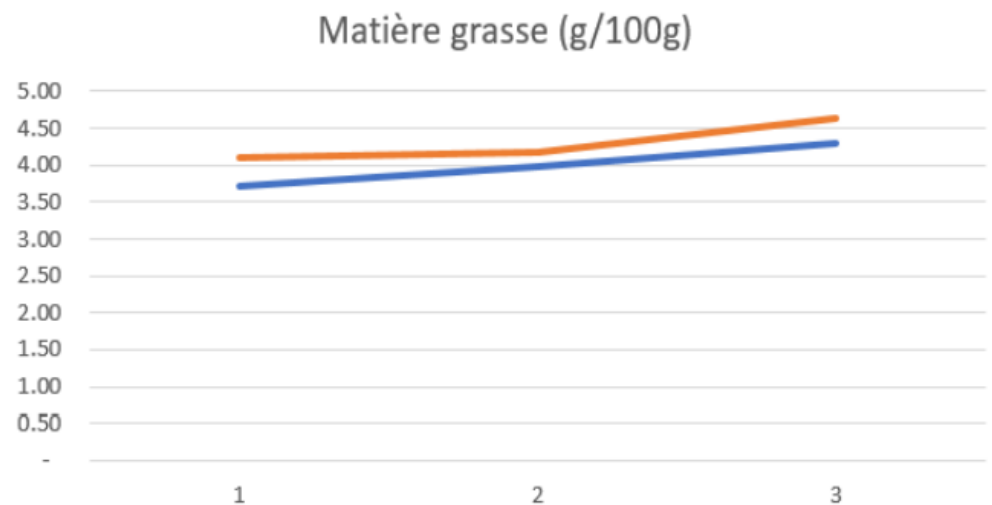
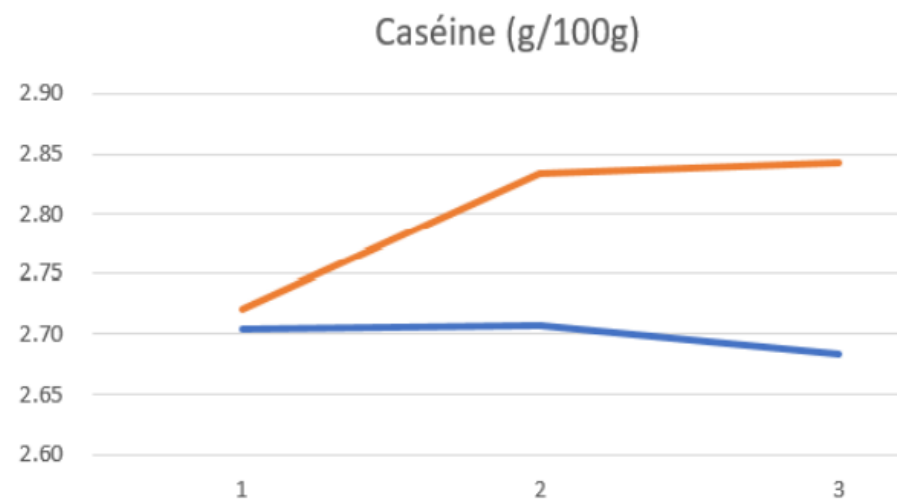
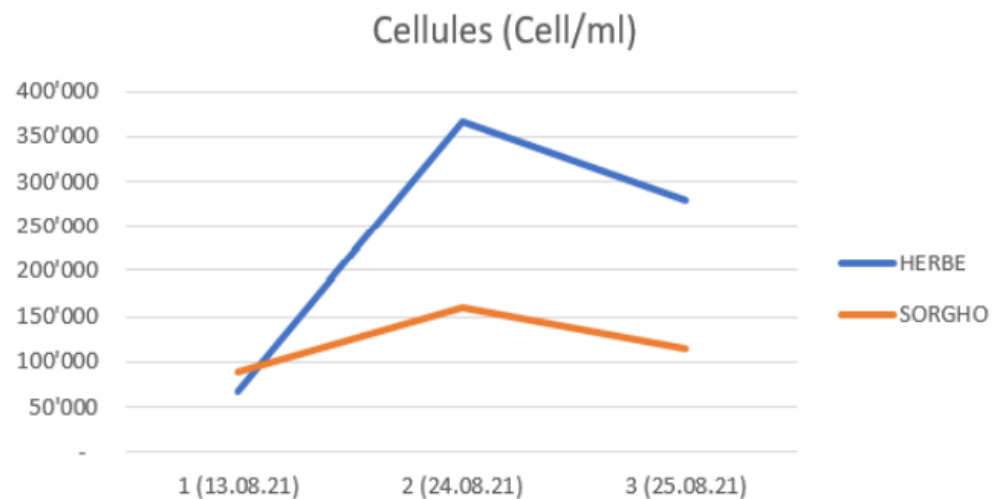
Teneur du lait





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	376	5	383	7	0.23	
Acide lactique D(-)	mmol/kg	24h	87	1	85	2	0.25	
Acide lactique L(+)	mmol/kg	24h	63	3	67	3	0.19	
Acide lactique Total	mmol/kg	24h	150	3	152	3	0.41	
Proportion de L(+)	%	24h	42	2	44	1	0.16	
Galactose	mmol/kg	24h	0	0	0	0		
Valeur LAP	IU/kg	24h	2.9	0.8	1.8	0.5	0.14	
Citrate	mmol/kg	24h	7.2	0.8	6.7	0.3	0.37	
Valeur pH	-	24h	5.21	0.02	5.23	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	
Glutamine	mg/kg	701	36	587	47	0.03*	
Histidine	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	
Arginine	mg/kg	39	7	79	18	0.04*	
Alanine	mg/kg	554	46	602	62	0.35	
Acide γ -aminobutyrique	mg/kg	231	181	97	50	0.33	
Tyrosine	mg/kg	796	19	748	71	0.36	
Acide α -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	
Isoleucine	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	
Σ des acides aminés libres	mg/kg	28300	854	27467	2183	0.59	
Azote total	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

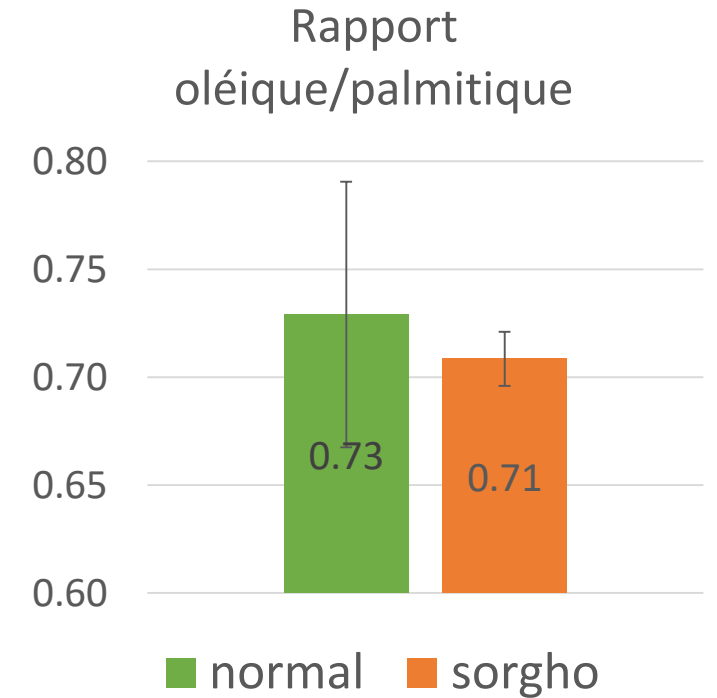
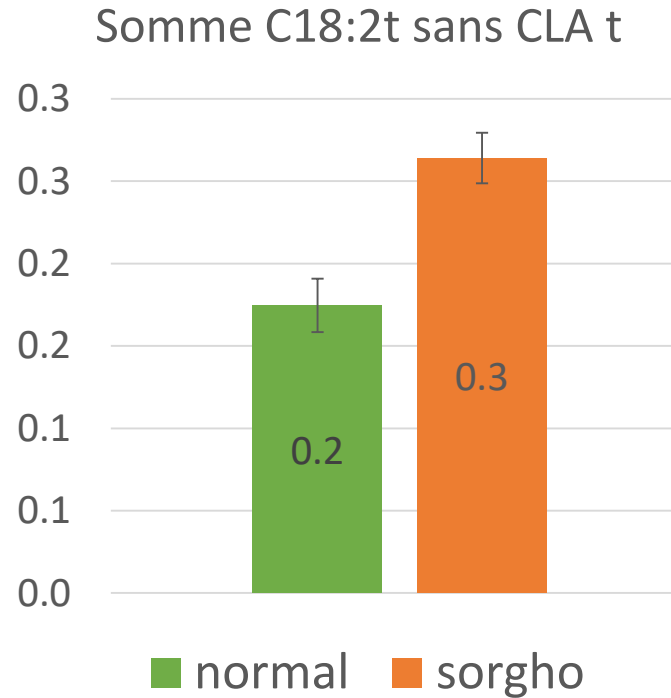
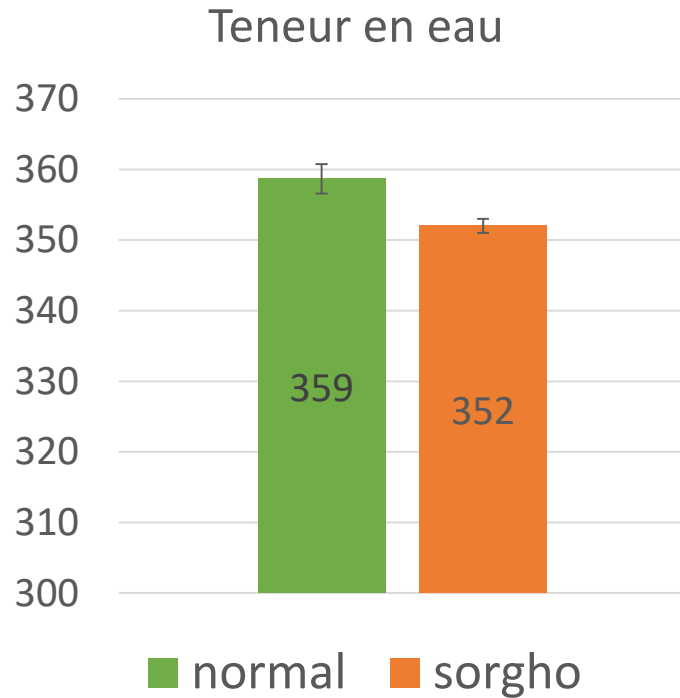
acides
gras

		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	
Somme C18:2t sans CLA t	<i>g/100g MG</i>	0.2	0.0	0.3	0.0	0.00	**
Somme AG trans sans CLA t	<i>g/100g MG</i>	2.8	0.2	3.2	0.1	0.04	*
Somme AG trans avec CLA t	<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

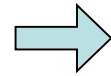
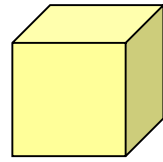
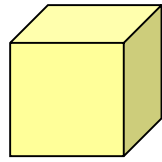
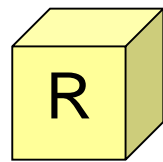
6





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
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^{ère} période: pâture extrêmement délicate dû à la pluie
- 2^e 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:

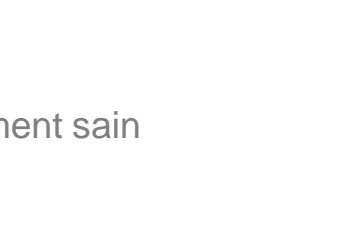
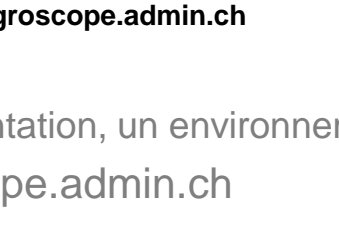
- Résultats analyses d'autres laits de vaches fourragées en partie au sorgho (2020, 2022)
- rapport final



Questions, remarques



*Photo:
Pierre Aeby
Grangeneuve*



Merci pour votre attention

John Haldemann

john.haldemann@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain

www.agroscope.admin.ch

