



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Agroscope



Influence des substances bioactives dans les légumineuses sur le bilan azoté chez la vache laitière

A. Grosse Brinkhaus, G. Bee, P. Silacci, M. Kreuzer, F. Dohme-Meier
Présenté par M. Girard



ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Journée de la production animale, Agroscope, 2 octobre 2014

www.agroscope.ch | une bonne alimentation, un environnement sain

- ✦ Projet européen de 4 ans (2012-2015) financé par Marie Curie Research Training Network
- ✦ 14 partenaires and 16 doctorants/postdoc
- ✦ But : étudier comment les légumineuses riches en composés bioactifs peuvent :
 - Améliorer l'utilisation des protéines chez les ruminants
 - Lutter contre les nématodes gastro-intestinaux
 - Contribuer à réduire les émissions de méthane
 - Améliorer la qualité des produits (lait, fromage et viande)





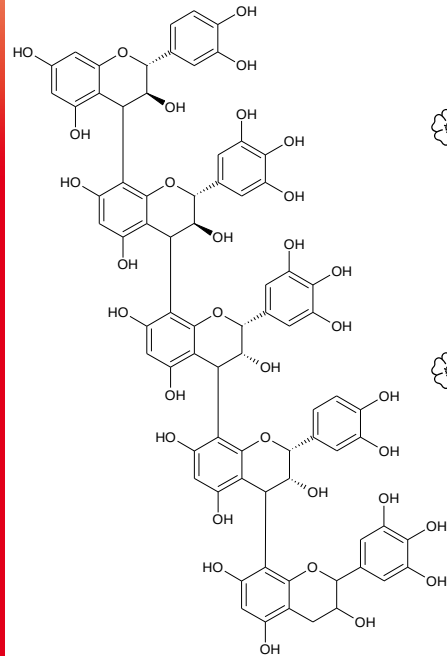
Les substances bioactives ...

✿ Métabolites secondaires car non impliqués directement dans les fonctions vitales de la plante

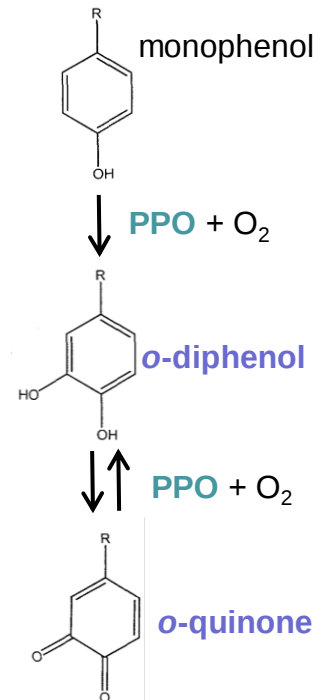
✿ 3 principales familles : composés azotés, composés terpéniques et composés phénoliques

✿ Parmi les **composés phénoliques**:

- **Produits d'oxydation** de la polyphénol-oxydase (PPO) → trèfle violet
- **Tanins condensés** → Sainfoin et lotier corniculé



Tanins
condensés



...Se complexent avec les protéines,
lipides et carbohydrates

Problème 1

Affouragement à base d'herbe : les protéines sont rapidement dégradées → **concentration élevée en NH_3** dans le rumen



- ❗ NH_3 ne sera pas métabolisé efficacement par les microbes et donc absorbé (perte en N et énergie)
- ❗ NH_3 en excès sera détoxifié dans le foie et excrété sous forme d'urée dans l'urine (stress métabolique)



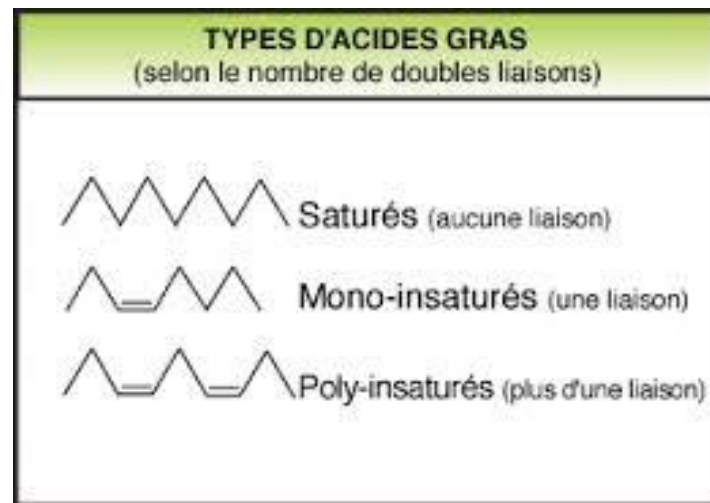
Les tanins condensés via leur capacité de liaisons aux protéines pourraient diminuer la dégradation des protéines dans le rumen

Problème 2

Les **produits issus des ruminants** (viande, lait et fromage) ne contiennent **pas assez d'acides gras polyinsaturés** (AGPI)

→ Les AGPI d'origine alimentaire sont **biohydrogénés** en acides gras saturés dans le rumen

→ Les tanins condensés diminuent ce phénomène de biohydrogénation (action directe ou indirecte)

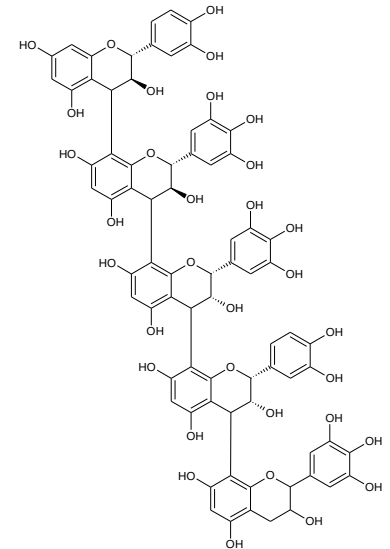


Objectifs de l'essai

Déterminer les effets du sainfoin (esparcette) et du lotier corniculé, 2 plantes contenant des tanins condensés sur :

1. Le bilan azoté
2. Les fermentations ruminales
3. Le profil des acides gras du lait

chez les vaches laitières

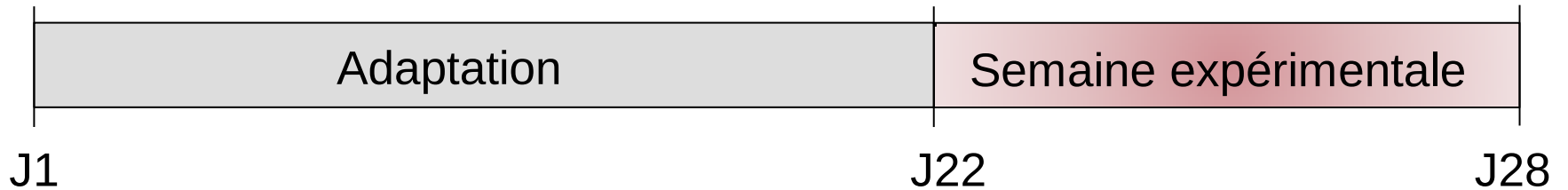


Protocole expérimental

Design: 3 x 3 carré latin

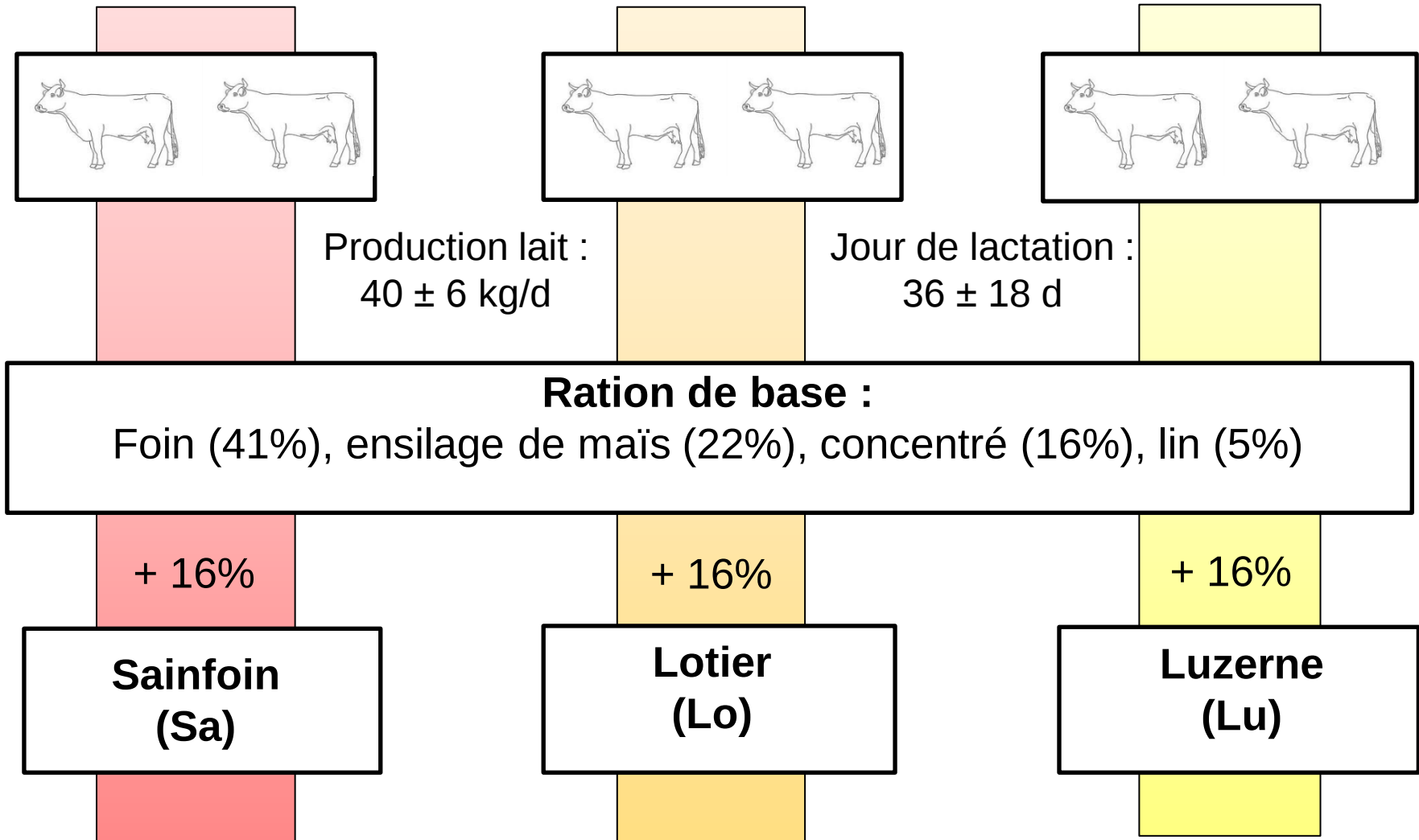
Jours d'échantillonnage: J23 & J27

Heures d'échantillonnage: 0700 & 1700





Groupes et régimes





Contenu en tanins condensés des bouchons

	Sainfoin	Lotier	Luzerne
Totaux g/kg DM	223	29	-
Extractables	142	11	-
Liés aux protéines	65	14	-
Liés aux fibres	16	4	-

Paramètres évalués

Ingestion et performance :

- Production de lait
- Graisse du lait
- Protéines du lait

Flux d'azote et bilan azoté :

- Azote dans l'urine, dans les fèces et dans le lait
- Urée dans le sang, le lait et l'urine

Produits de fermentation ruminale :

- Acides gras volatiles (AGV)
- Ammoniac (NH_3)

Détermination quantitative via qPCR de :

- *Butyrivibrio fibrisolvens*
- *Ruminococcus flavefaciens*
- *Prevotella spp.*

Ingestion et performance laitière (n=6)

	Sainfoin	Lotier	Luzerne	SEM	P-Value
Ingestion					
MS totale, kg/j	21.2	21.2	21.6	1.3	0.82
Tanins condensés, g/j	754 ^a	107 ^b	n.a.	31.4	<0.01
Lait					
Production, kg/j	38	37	38	2.5	0.65
Graisse, %	3.87	3.95	4.00	0.24	0.32
Protéines, %	2.89 ^a	3.11 ^b	2.96 ^{ab}	0.09	0.02

Les moyennes exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)

➔ Sainfoin: Ingestion : + de tanins ingérés

Lait : - de protéines que le groupe lotier



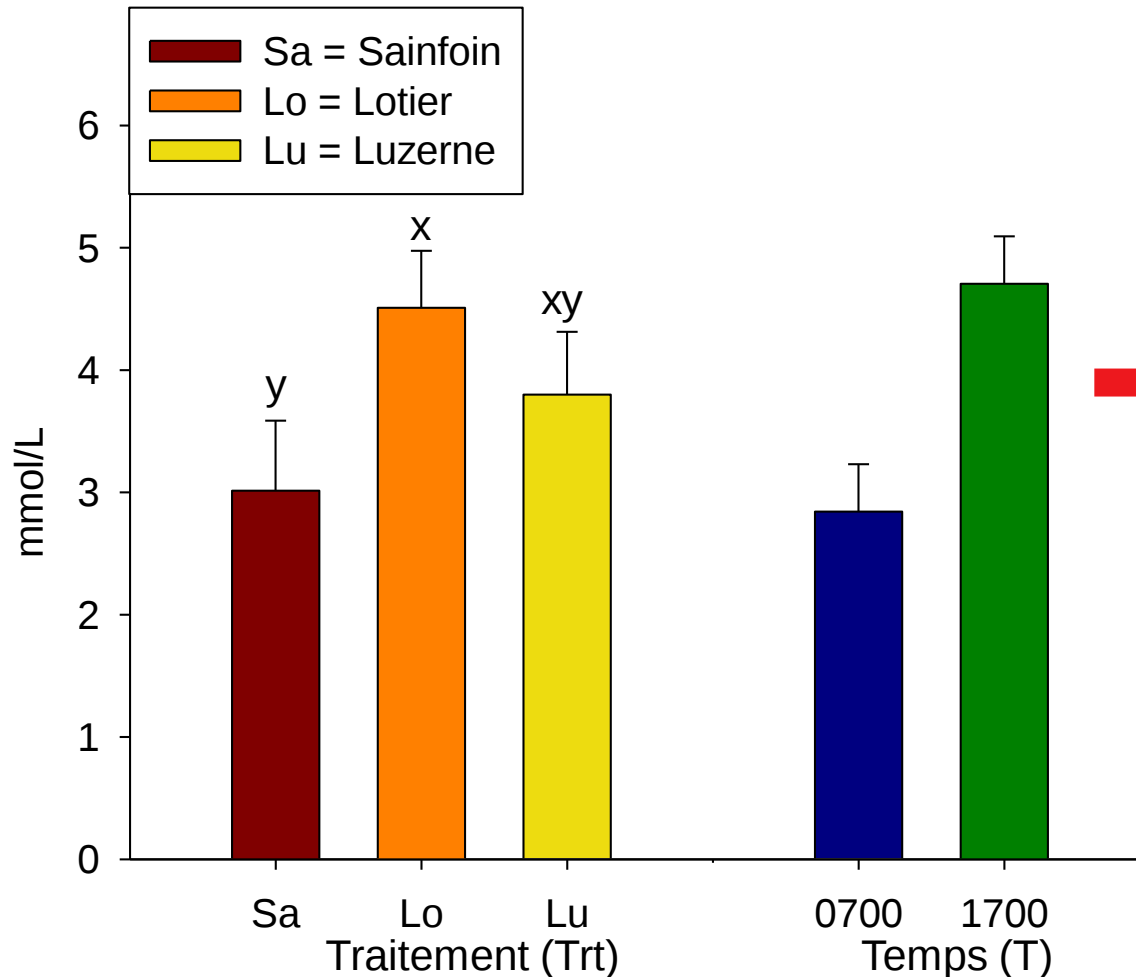
Profil des acides gras dans le lait

g/ 100g AG	Sainfoin	Lotier	Luzerne	SEM	P-value
C16:0	23.9	24.8	24.1	1.04	0.66
C18:0	11.8	10.8	10.9	0.71	0.44
C18:1 c9	16.8^a	15.7^b	16.0^{ab}	0.58	0.04
C18:2 c9c12	1.59	1.53	1.55	0.09	0.83
C18:2 c9t11 (mg/g)	4.58	4.65	4.68	0.34	0.97
C18:3 c9c12c15	1.07	0.95	0.95	0.05	0.21
Σ C18:1	21.6^a	20.1^b	20.8^{ab}	0.63	0.03
Σ C18:2	3.15	3.02	3.16	0.14	0.53
Σ C18:3	1.09	0.97	0.97	0.05	0.19
Σ CLA (mg/g)	6.03	6.01	6.19	0.41	0.94

Les moyennes au sein d'une même ligne exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes (P<0.05)

➔ Sainfoin : ↗ C18:1 comparé au lotier, probablement due à l' ↗ de l'acide oléique

Concentration en NH_3 dans le rumen



Trt : $P = 0.10$

T : $P < 0.01$

Trt x T : $P = 0.52$

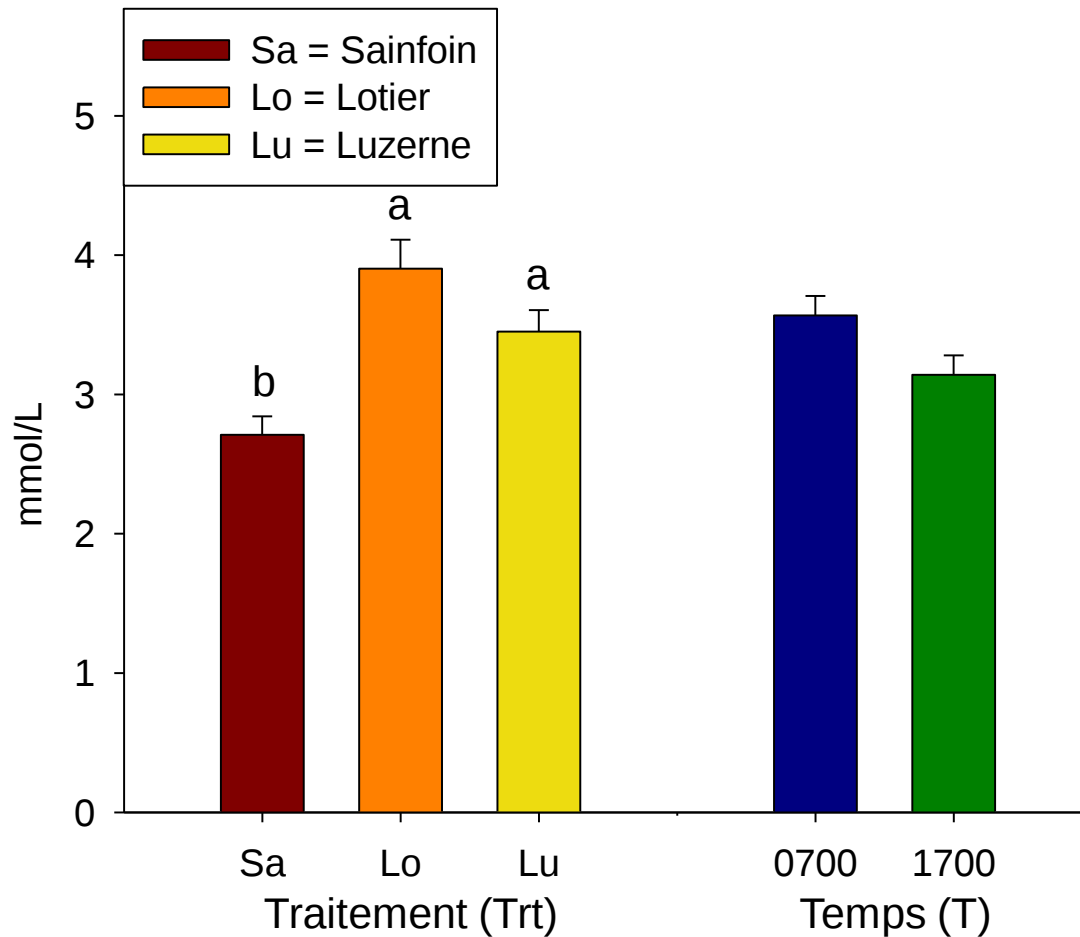
→ Sainfoin : tendance à ↓
le NH_3 dans le
rumen comparé au
lotier

Temps : - de NH_3 le
matin

Les barres avec un caractère différent ont tendance à différer



Urémie



Trt : $P < 0.01$

T : $P = 0.04$

Trt x T : $P = 0.80$

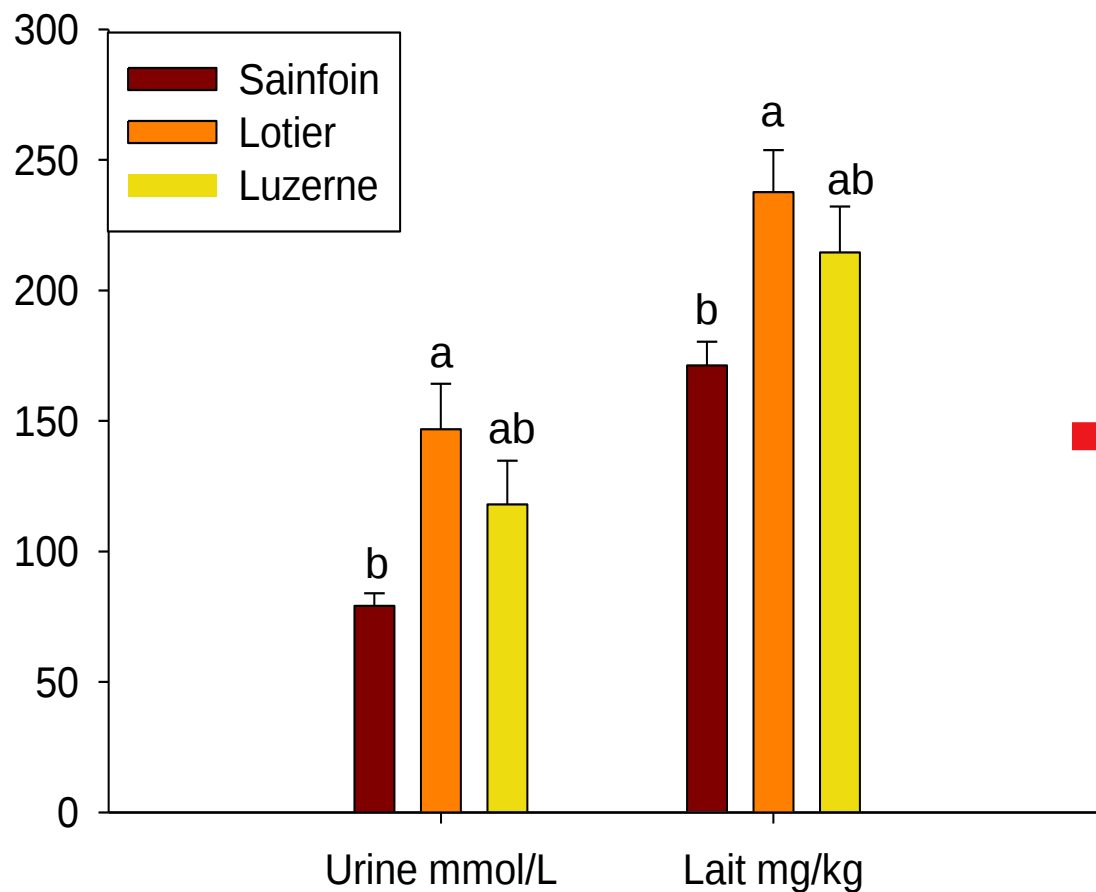
→ Sainfoin : ↘ de l'urée
dans le sang

Temps : - d'urée dans
le sang le soir

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Concentration en urée dans l'urine et le lait



Urine : $P = 0.02$
Milk : $P = 0.01$

➔ Sainfoin : ↓ de l'urée
dans le lait et
l'urine par rapport
au groupe lotier

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Bilan azoté

	Sainfoin	Lotier	Luzerne	SEM	P-Value
N ingéré, g/j	459	493	479	28.7	0.21
N excrété, g/j					
dans les fèces	207	192	199	28.8	0.28
dans l'urine	79 ^a	94 ^{ab}	98 ^b	8.0	0.04
dans le lait	173	179	173	15.9	0.59
total	458	464	470	41.0	0.65
Rétention N, g/j	1 ^y	29 ^x	9 ^{xy}	15.5	0.06

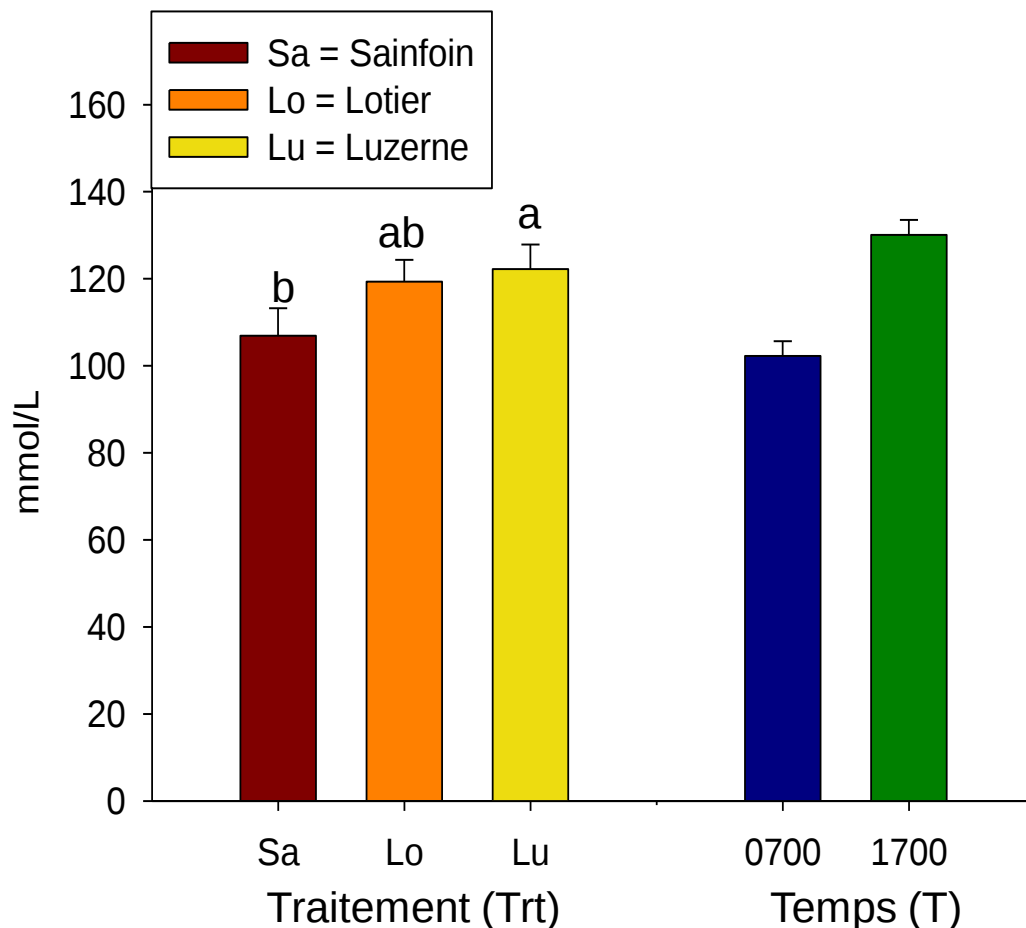
^{a,b} Les moyennes au sein d'une même ligne exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)

^{x,y} Les moyennes au sein d'une même ligne exprimées avec un caractère différent ont tendance à différer

➔ Sainfoin : ↘ de N dans l'urine, ce qui semble être compensé par une légère ↗ de N dans les fèces



Concentration en AGV dans le rumen



Trt : P = 0.03
T : P < 0.01
Trt x T : P = 0.25



Sainfoin : \ des AGV

dans le rumen

comparé au

groupe luzerne

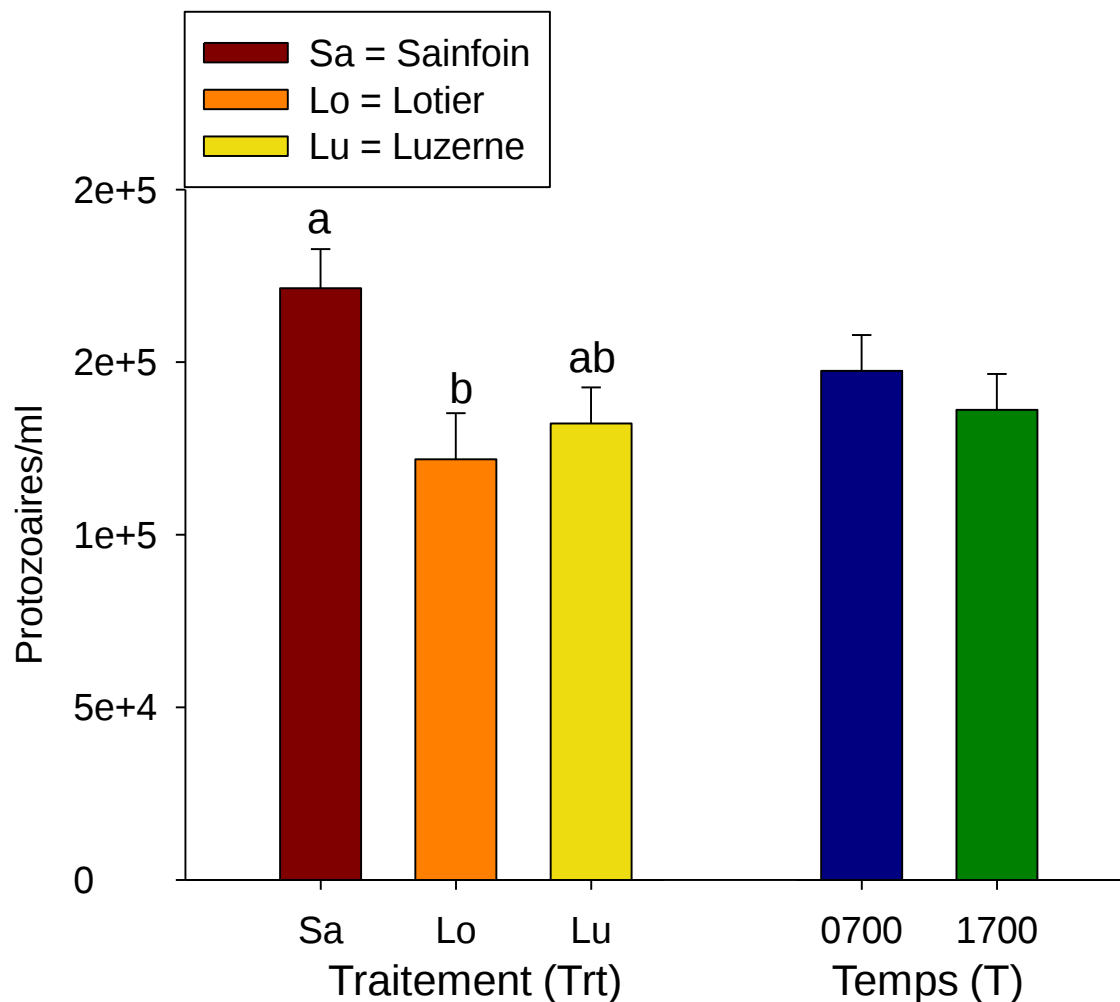
Temps : - d'AGV

produits le matin

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Population totale de Protozoaires



Trt : P = 0.02

T : P = 0.45

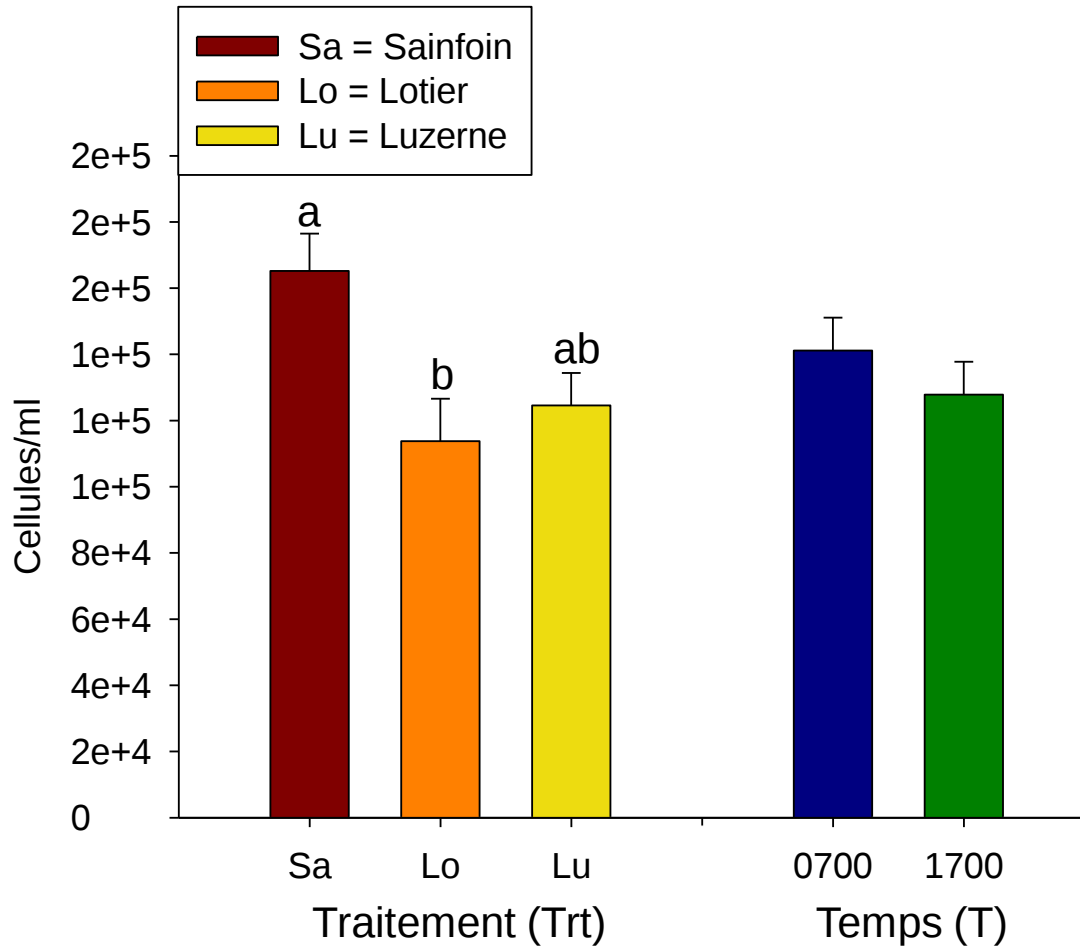
Trt x T : P = 0.81

→ Sainfoin : + de
protozoaires que le
groupe lotier

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Population de Protozoaires Ciliés Entodiniomorphes



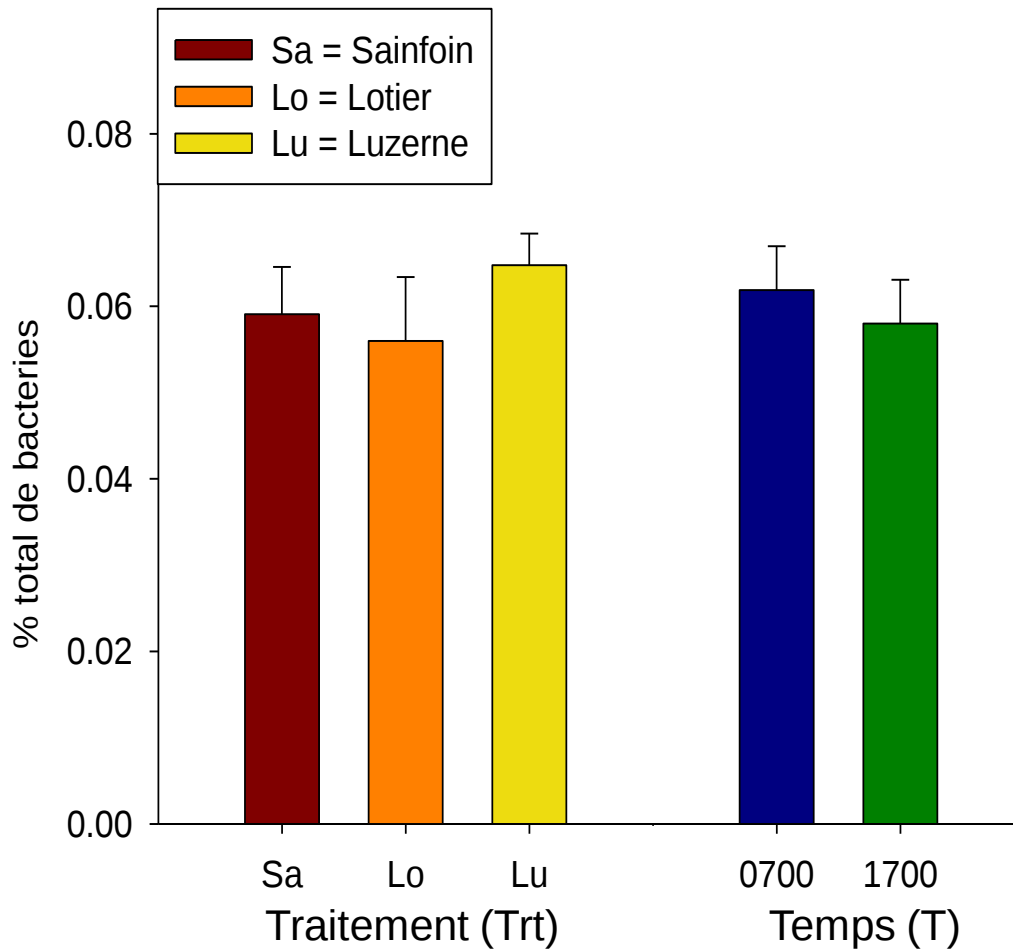
Trt : P = 0.01
T : P = 0.35
Trt x T : P = 0.75

➔ Sainfoin : + de
Protozoaires Ciliés
Entodiniomorphes
que le groupe lotier

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Proportion relative de *Butyrivibrio fibrisolvens*



Trt : P = 0.60

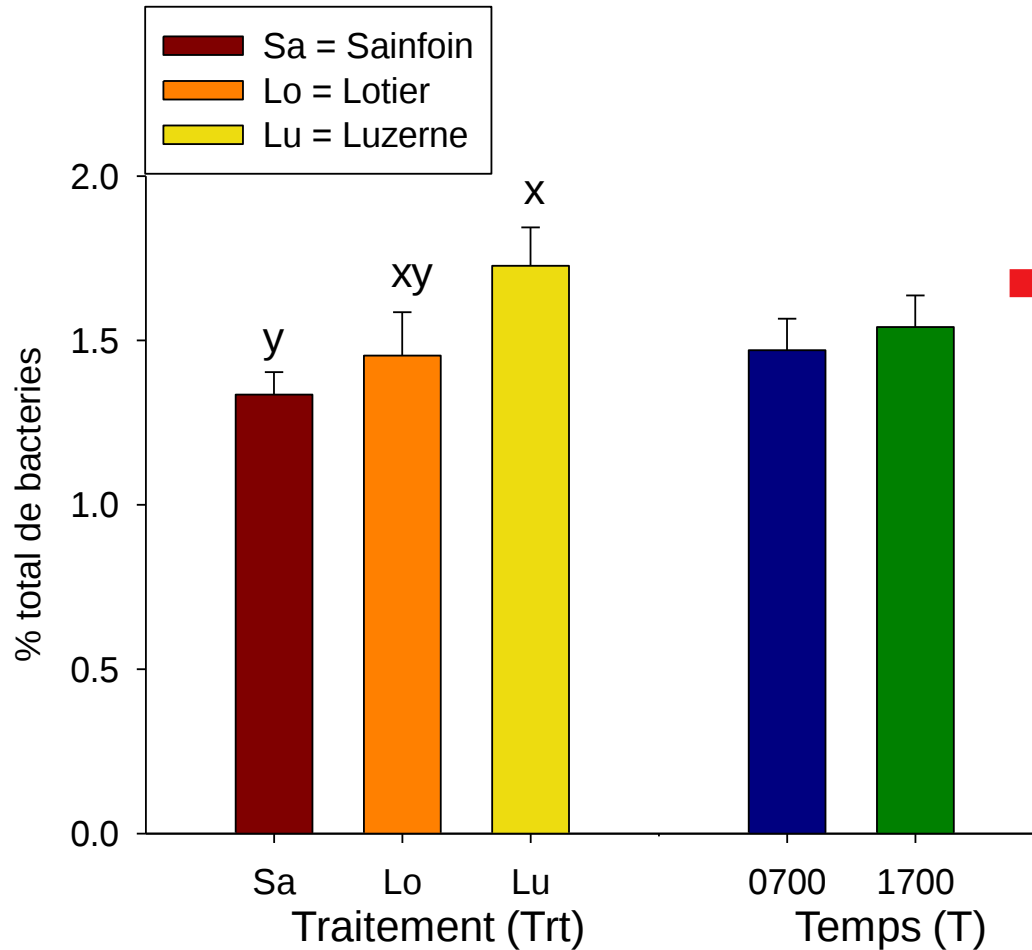
T : P = 0.59

Trt x T : P = 0.83

➔ *Butyrivibrio fibrisolvens* :
impliquée dans la
biohydrogénation des
acides gras

Pas de différences entre
les groupes

Proportion relative de *Ruminococcus flavefaciens*



Trt : P = 0.07

T : P = 0.61

Trt x T : P = 0.73

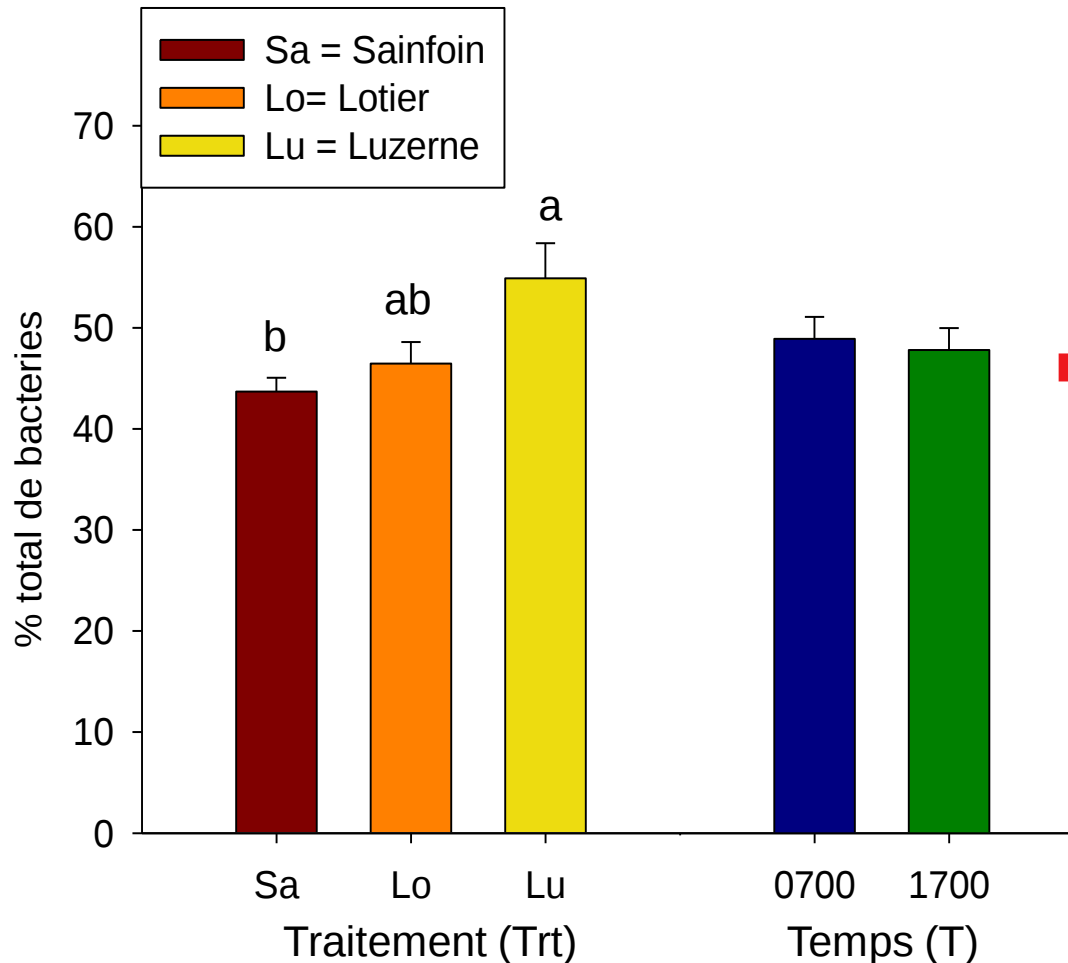
➔ *Ruminococcus flavefaciens* :

impliquée dans la
dégradation de la
cellulose

Sainfoin : - comparé au
groupe luzerne

Les barres avec un caractère différent ont tendance à différer

Proportion relative de *Prevotella spp.*



Trt : P = 0.02
T : P = 0.72
Trt x T : P = 0.56

➔ *Prevotella spp.* :
impliquée dans la
production des
protéines et des
carbohydrates

Sainfoin : - comparé au
groupe luzerne

Les barres exprimées avec un caractère différent sont significativement différentes ($P < 0.05$)



Résumé et conclusions

- 🐄 La concentration ruminale en NH_3 tend à être réduite avec le sainfoin
- 🐄 Diminution des *Prevotella spp.* et *Ruminococcus flavefaciens* (tendance) et diminution des AGV avec le sainfoin

Diminution de la dégradation des protéines et des carbohydrates dans le rumen

- 🐄 La concentration en urée semble être réduite dans le sang, le lait et l'urine avec le sainfoin

Potentiel à réduire le stress métabolique

- 🐄 Moins de N excrété dans l'urine et numériquement plus de N excrété dans les fèces avec le sainfoin

→ Les protéines qui ont été protégées dans le rumen n'ont pas été utilisées efficacement dans le duodenum
→ Impact positif sur l'environnement ?

Perspectives ...

Utilisation comme supplément dans les rations déséquilibrées sous diverses formes (foin, ensilage, bouchons) pour :

- ❖ Une meilleure utilisation de la ration de base
- ❖ Minimiser les pertes en N et E_n
- ❖ Réduire le stress métabolique
- ❖ Nutricament contre les parasites (NGI)?
- ❖ Diminuer l'émission de gaz à effet de serre ?
- ❖ Améliorer la qualité des produits issus des ruminants (profil des AG, scatole, indole...) ?





Merci de votre attention !!!

Remerciements

**EU Marie Curie Initial Training Network
(‘LegumePlus’: PITN-GA-2011-289377)**

Composition de la ration

g/kg MS	Sainfoin	Lotier	Luzerne
MS	773	774	770
OM	932	929	928
MA	139	149	142
NDF	415	410	428
ADF	236	230	241
C 16:0	5.16	5.33	5.10
C 18:0	0.91	0.88	0.92
C 18:1 <i>n</i> -9	5.67	5.65	5.56
C 18:2 <i>n</i> -6	13.1	13.6	12.9
C 18:3 <i>n</i> -3	14.6	14.8	14.5
NE _L (MJ)	6.36	6.40	6.34
PAIE	92.4	95.4	92.2
PAIN	89.4	96.1	91.1