



Impact de l'alimentation sur la composition du lait et démystification de l'urée

Rachel Gervais et Julien Chamberland

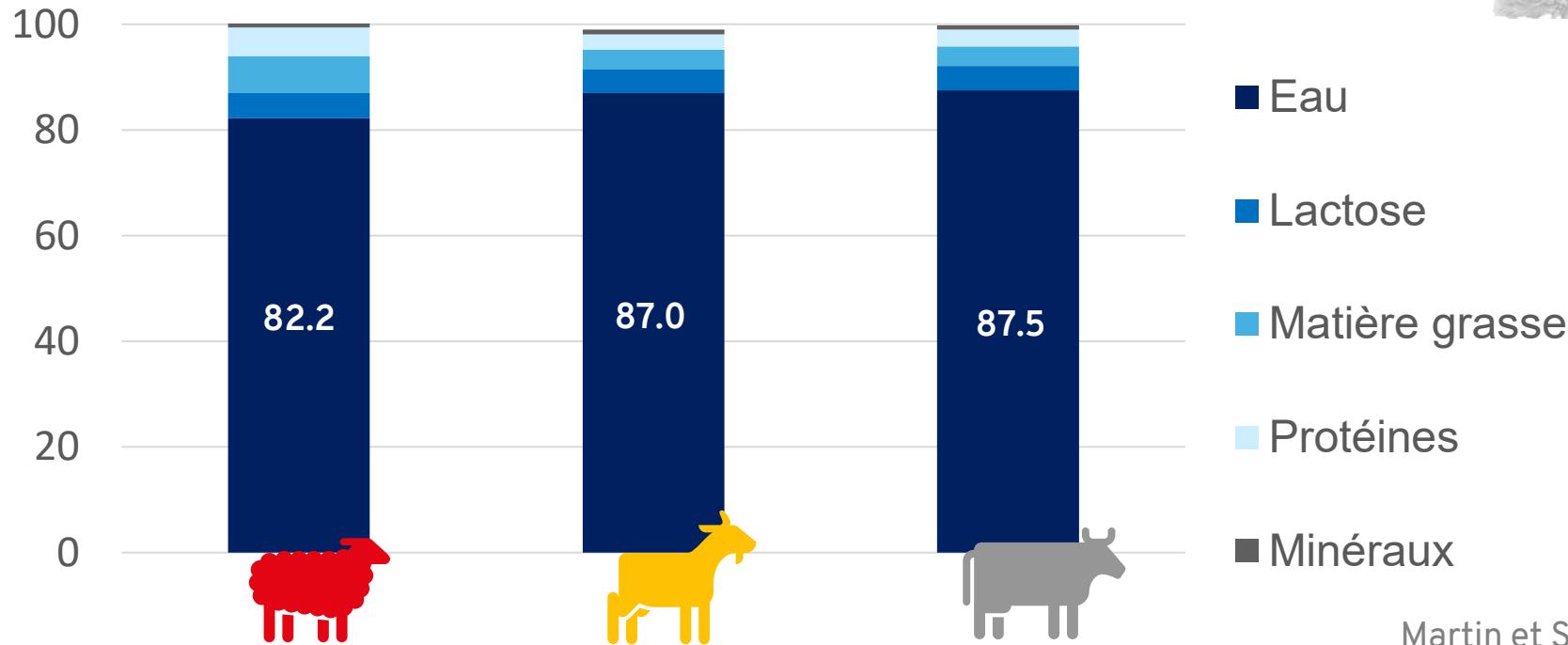
17 décembre 2025
Journée Brebis

Ce dont nous aimerions discuter avec vous aujourd'hui



- Le lait de brebis, ici et ailleurs
 - Composants principaux
 - Composition fine
- L'urée, d'où ça vient ?
- Qu'est-ce qui peut faire varier l'urée ?
- Un intérêt en fromagerie ?
- Méthodes de dosage des protéines

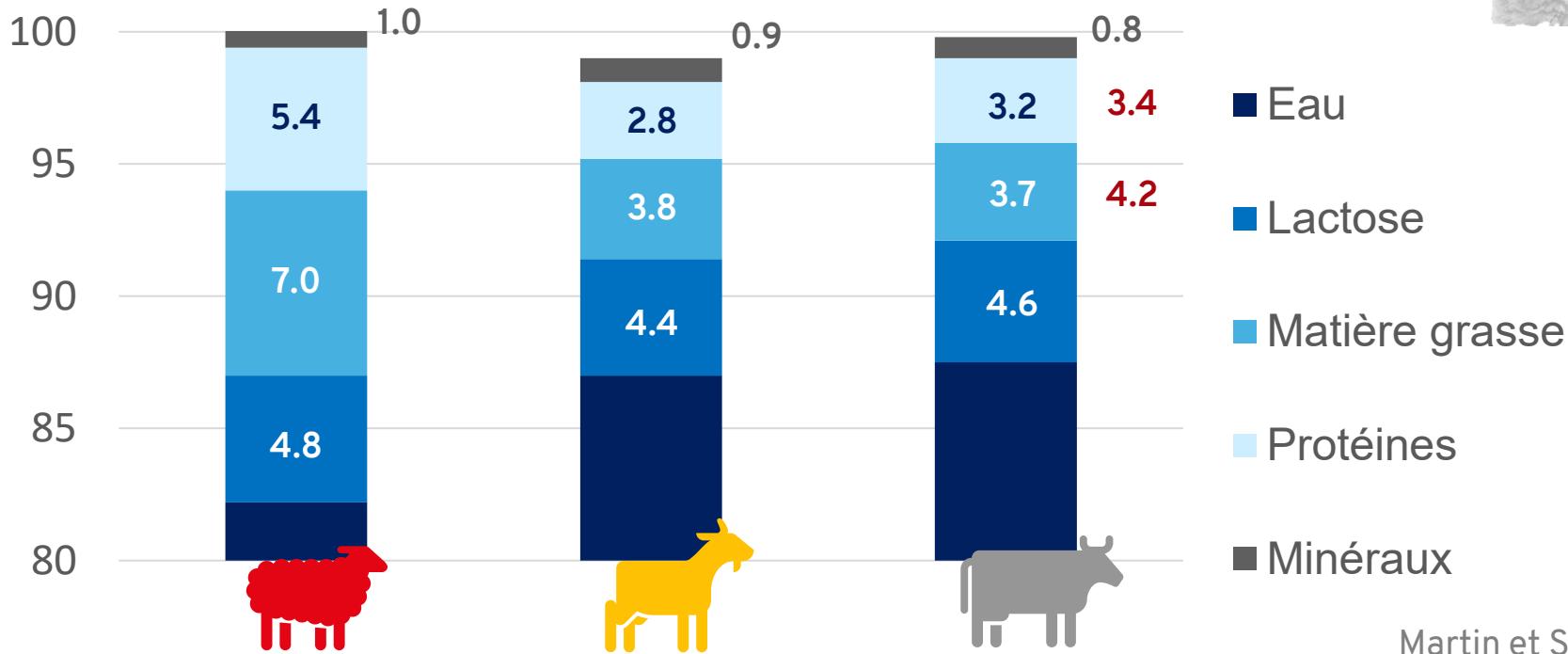
Composition du lait de brebis



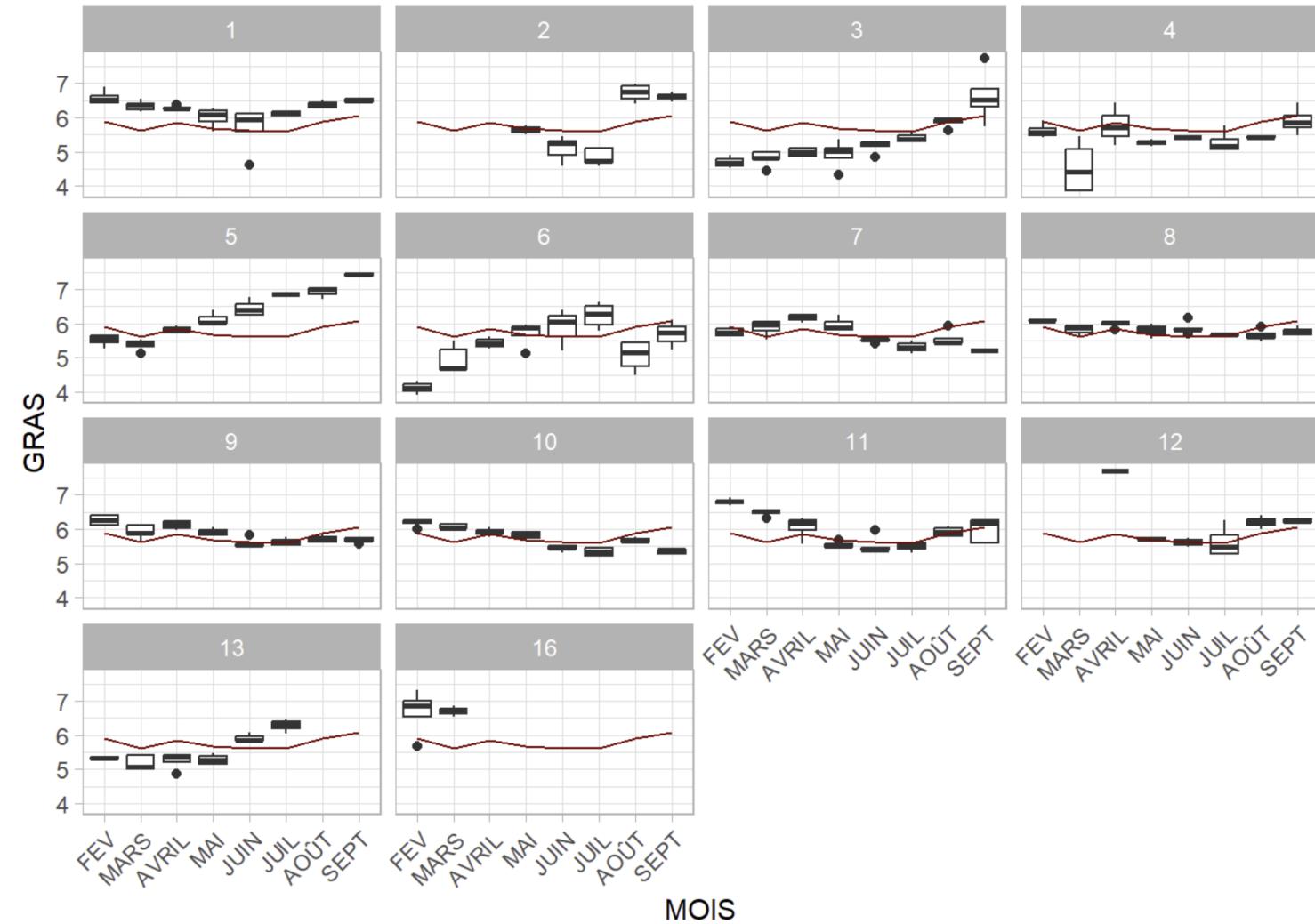
Martin et Sibra, 2014

Premier constituant du lait → L'eau, ce nutriment négligé

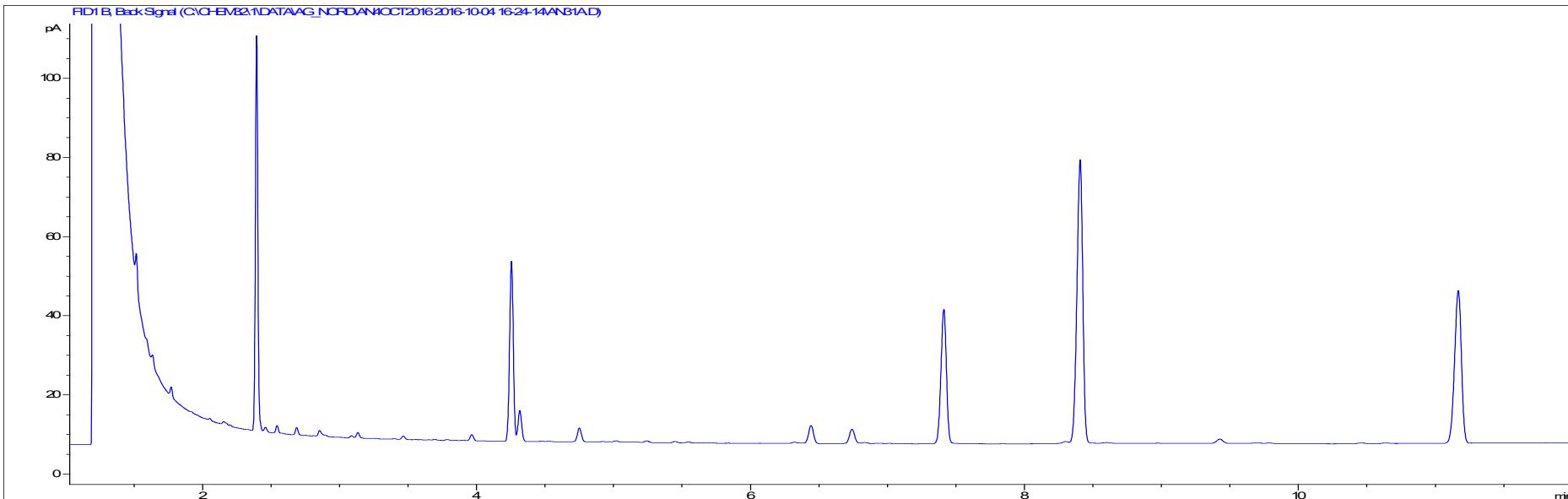
Composition du lait de brebis



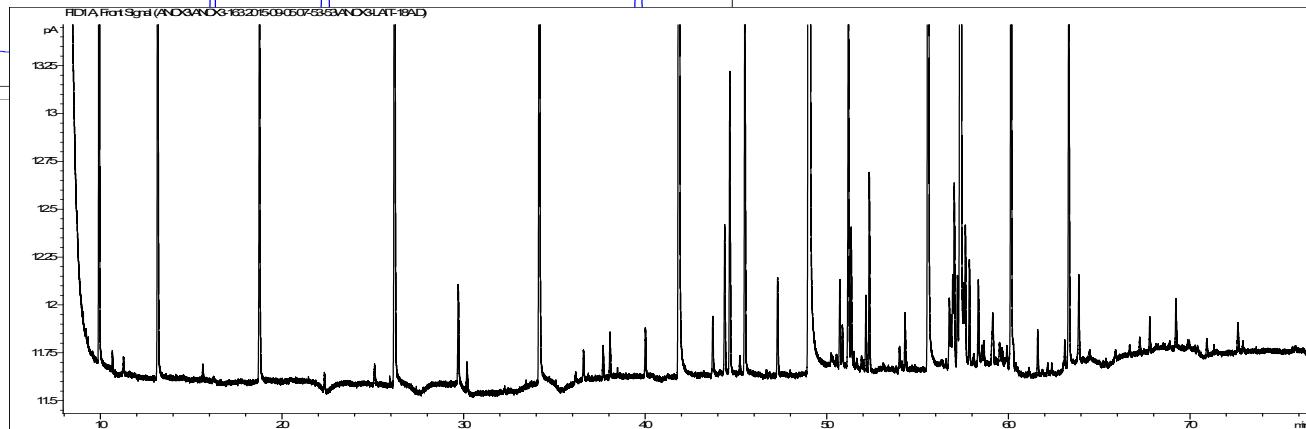
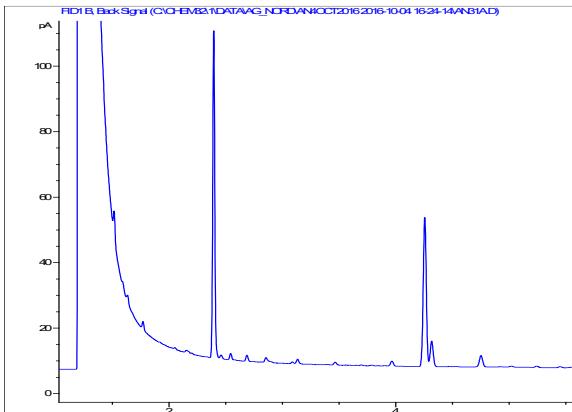
Martin et Sibra, 2014



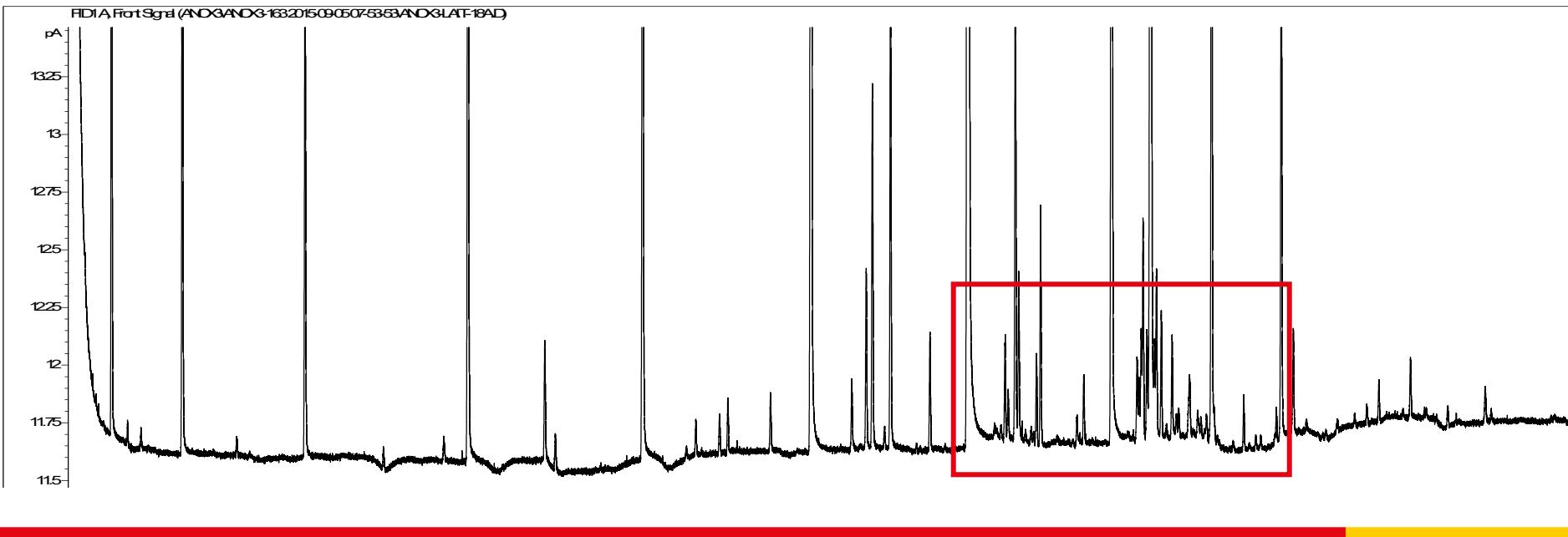
Composition fine du lait de brebis – matière grasse



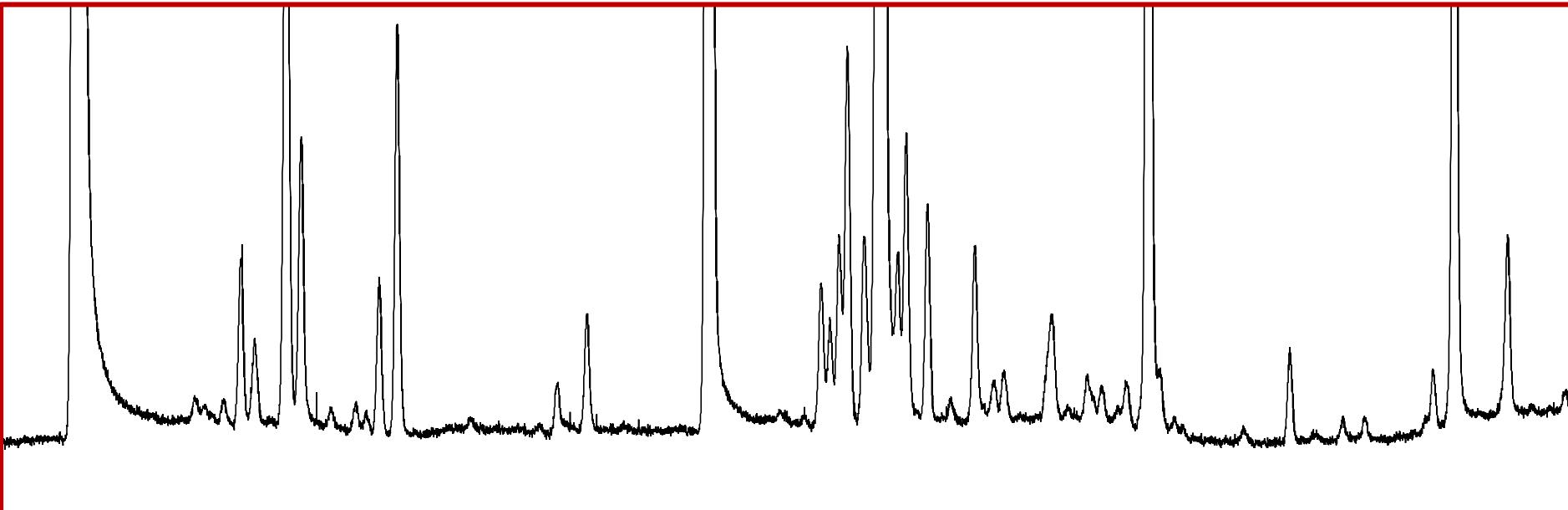
Composition fine du lait de brebis – matière grasse



Composition fine du lait de brebis – matière grasse



Composition fine du lait de brebis – matière grasse

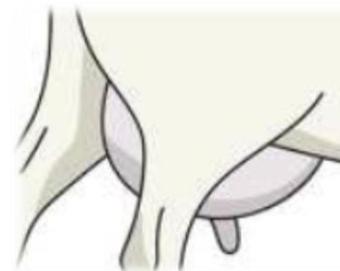


	Acide gras	%
Courts	4:0	3,2
	6:0	1,9
	8:0	1,8
	10:0	5,5
Moyens	12:0	3,3
	14:0	9,7
	14:1	0,2
	16:0	23,1
Longs	16:1	0,7
	18:0	9,8
	18:1	18,2
	18:2	2,2

Matière grasse laitière



de novo



Alimentation





Acide gras	%	1	2	5a	5b	6	7	moy
4:0	3,2	4,5	3,2	4,3	3,3	3,8	5,2	4,1
6:0	1,9	2,7	2,2	3,2	2,6	3,0	3,4	2,9
8:0	1,8	2,0	1,9	3,0	2,3	2,7	2,7	2,4
10:0	5,5	5,3	5,9	9,0	7,0	8,1	6,9	7,0
12:0	3,3	2,9	4,1	5,8	4,7	4,9	3,6	4,3
14:0	9,7	9,0	11,9	14,2	12,7	12,1	10,5	11,7
14:1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,4
16:0	23,1	26,5	24,6	23,1	24,0	23,6	24,7	24,4
16:1	0,7	0,9	1,1	1,2	1,2	1,1	0,7	1,0
18:0	9,8	10,0	6,9	6,7	8,1	7,8	11,3	8,5
18:1	18,2	19,7	21,3	15,6	18,5	16,3	19,0	18,4
18:2	2,2	3,3	2,3	1,6	1,9	3,0	1,7	2,3

Facteurs qui influencent la matière grasse laitière



Facteurs nutritionnels



Fibres

AG
polyinsaturés

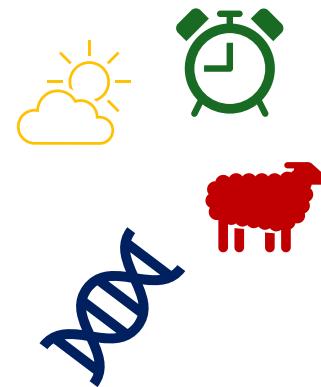
Degré d'absorption
de l'amidon

Suppléments lipidiques

Régie (RTM, nb de repas, etc)

Facteurs non-nutritionnels

Génétique (épigénétique ?)



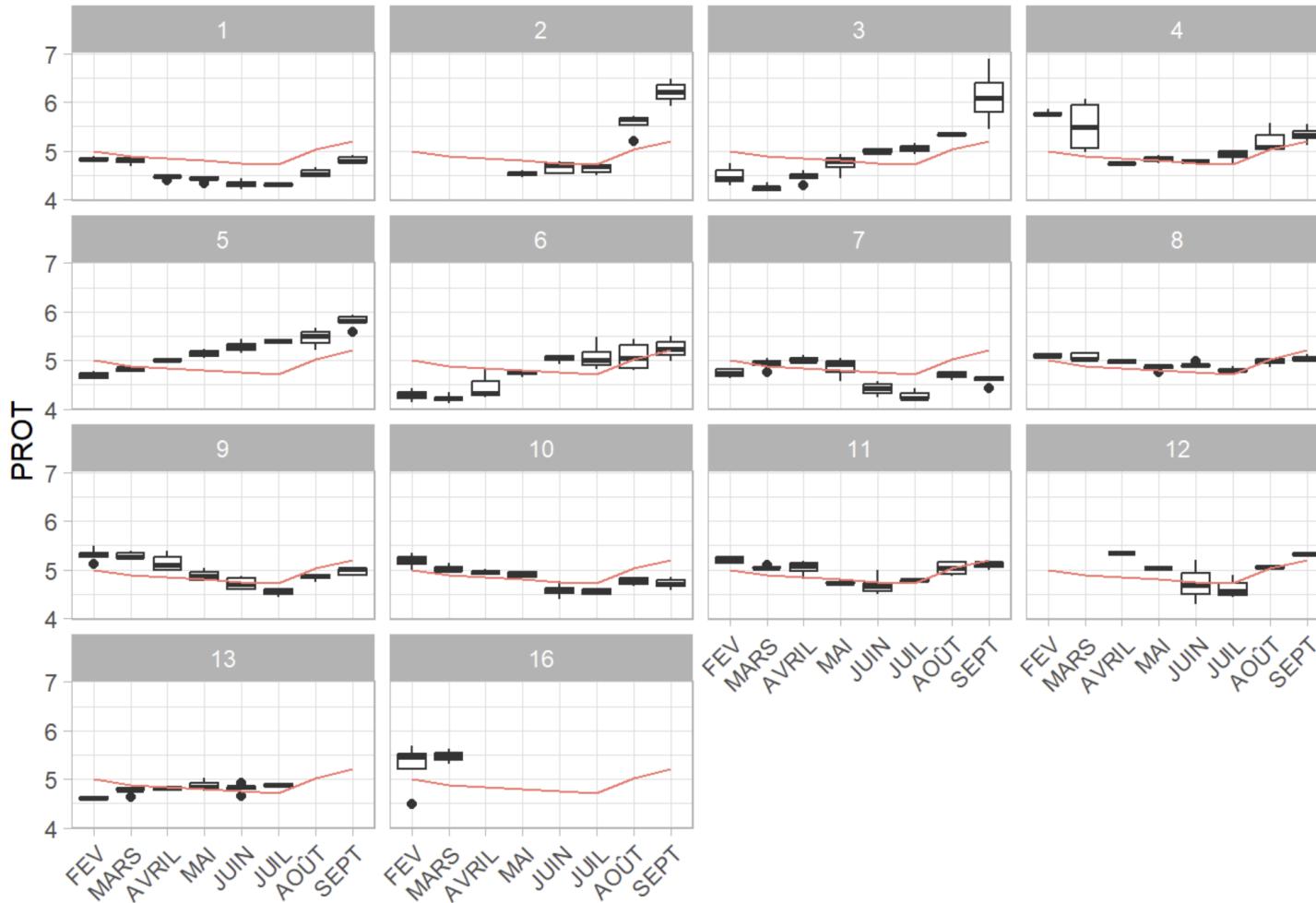
Stade de lactation

Production laitière

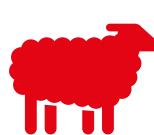
Saison

Rythme circadien





Protéine du lait



Taux de protéines, %

4.2 - 6.5

2.5 - 3.4

3.0 - 3.8

% des protéines

Caséines

78 - 79

75 - 76

77 - 78

Protéines sériques

16 - 17

15 - 16

17 - 18

% des protéines sériques

α -lactalbumine

25

7 - 10

20

β -lactoglobuline

52

74

50

immunoglobulines

18

18 - 20

10 - 15

mg/dL de lait

Urée

28 - 53

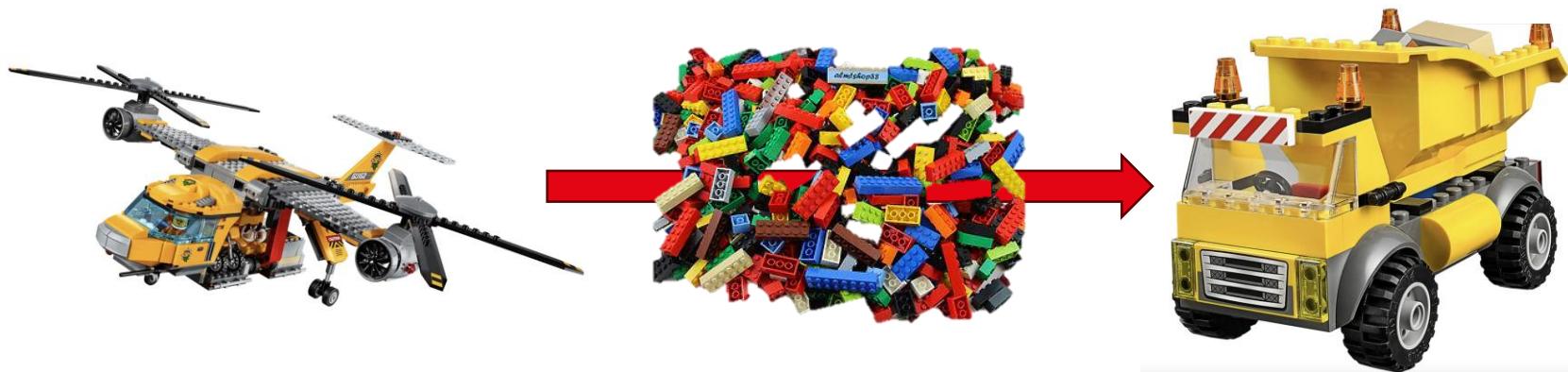
ND

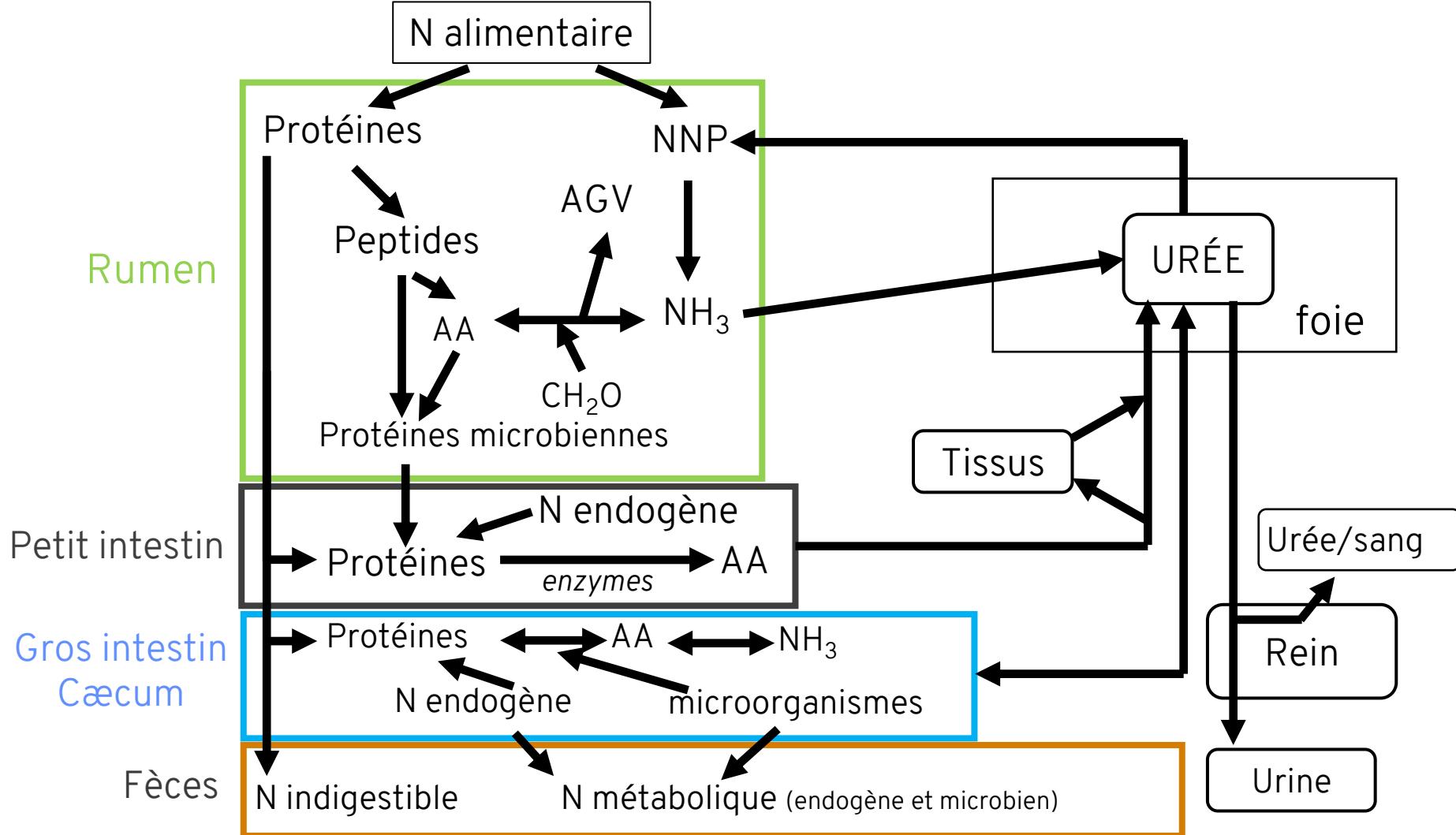
21 - 28

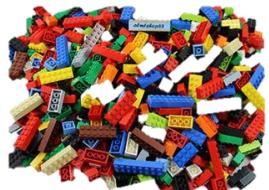
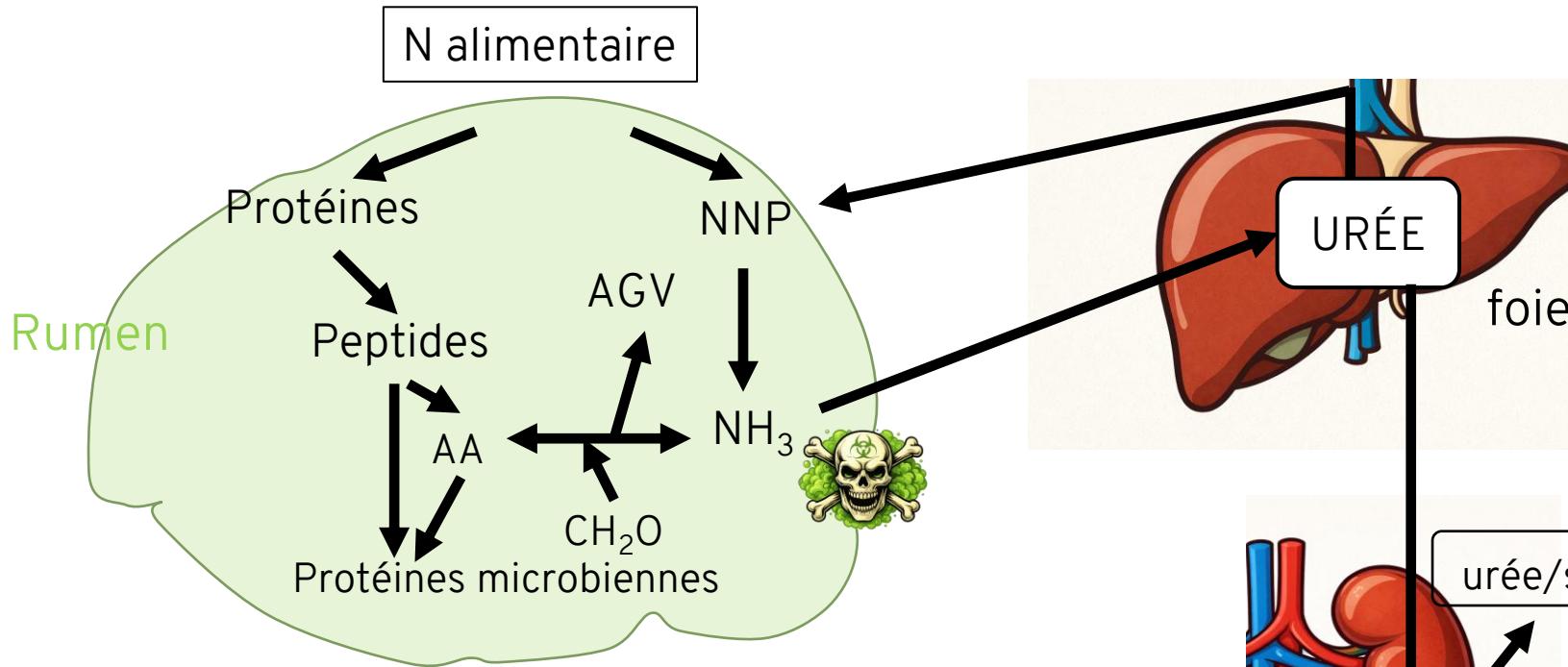


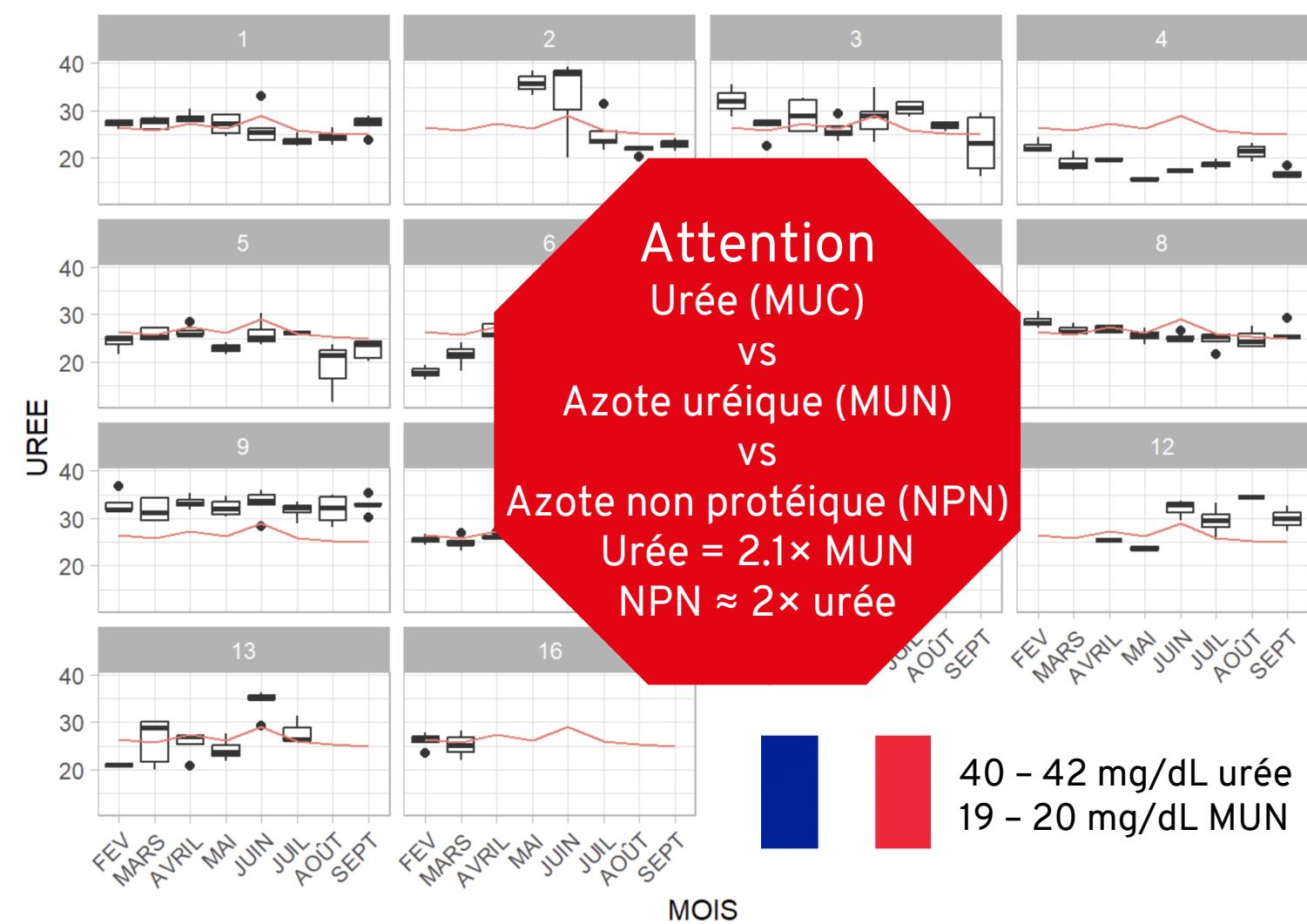
UNIVERSITÉ
Laval

D'où vient l'urée du lait









UNIVERSITÉ
Laval

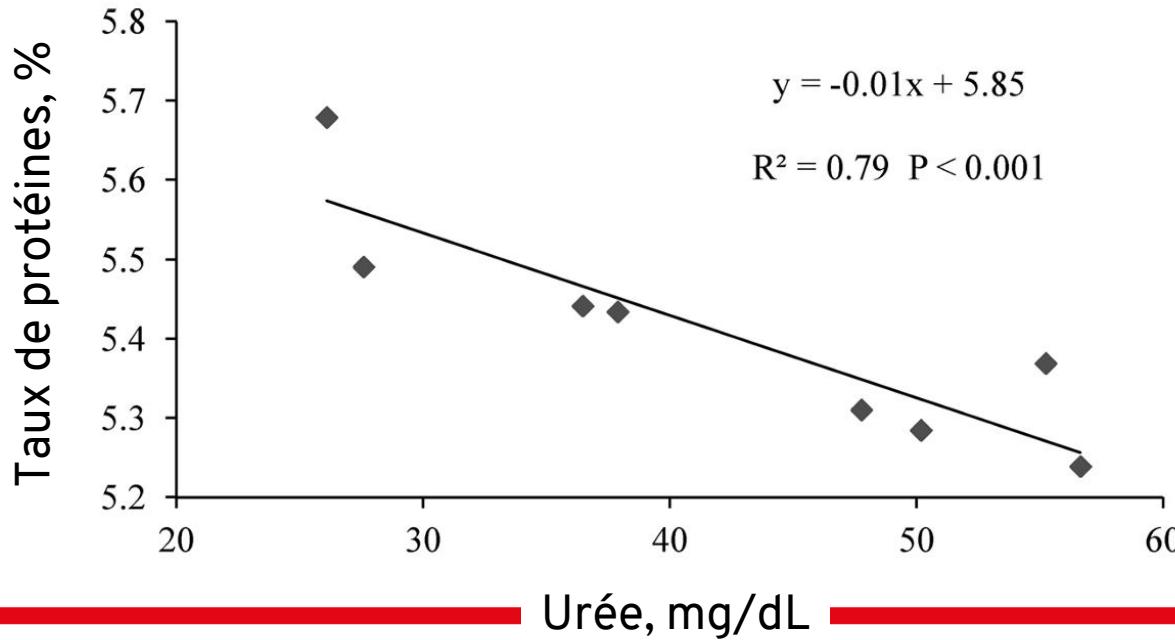
Qu'est-ce qui peut influencer le taux d'urée dans le lait ?



- La race
- Le poids
 - ↗ poids ↗ urée
- Moment de l'échantillonage
 - am < pm
- Production laitière et stade de lactation
 - ↗ lait ↗ urée
- Parité
 - Pas clair

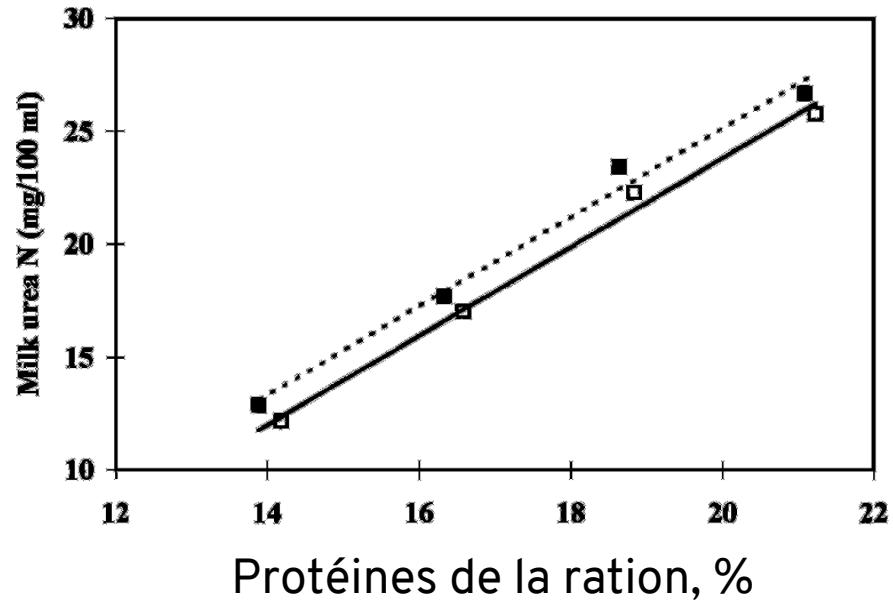
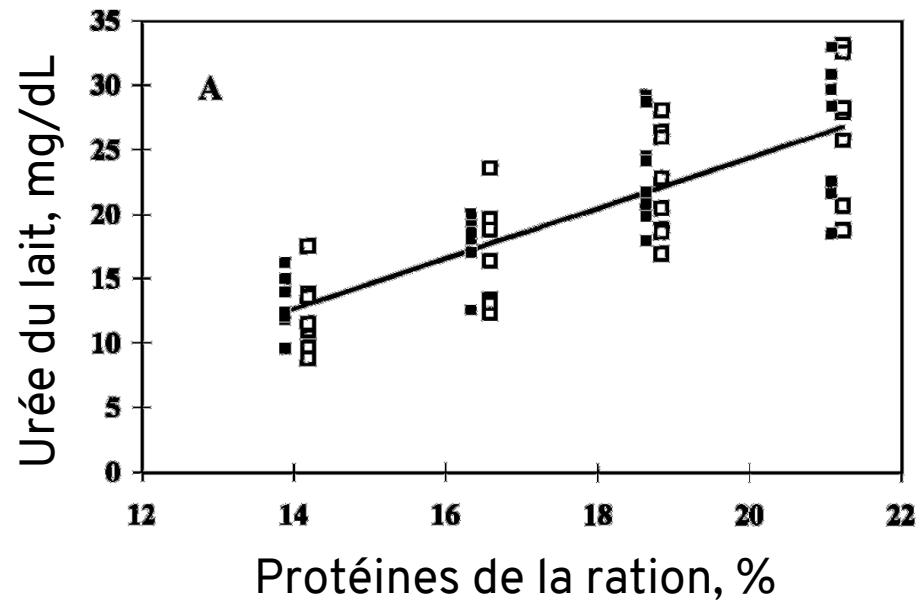


Qu'est-ce qui peut influencer le taux d'urée dans le lait ?

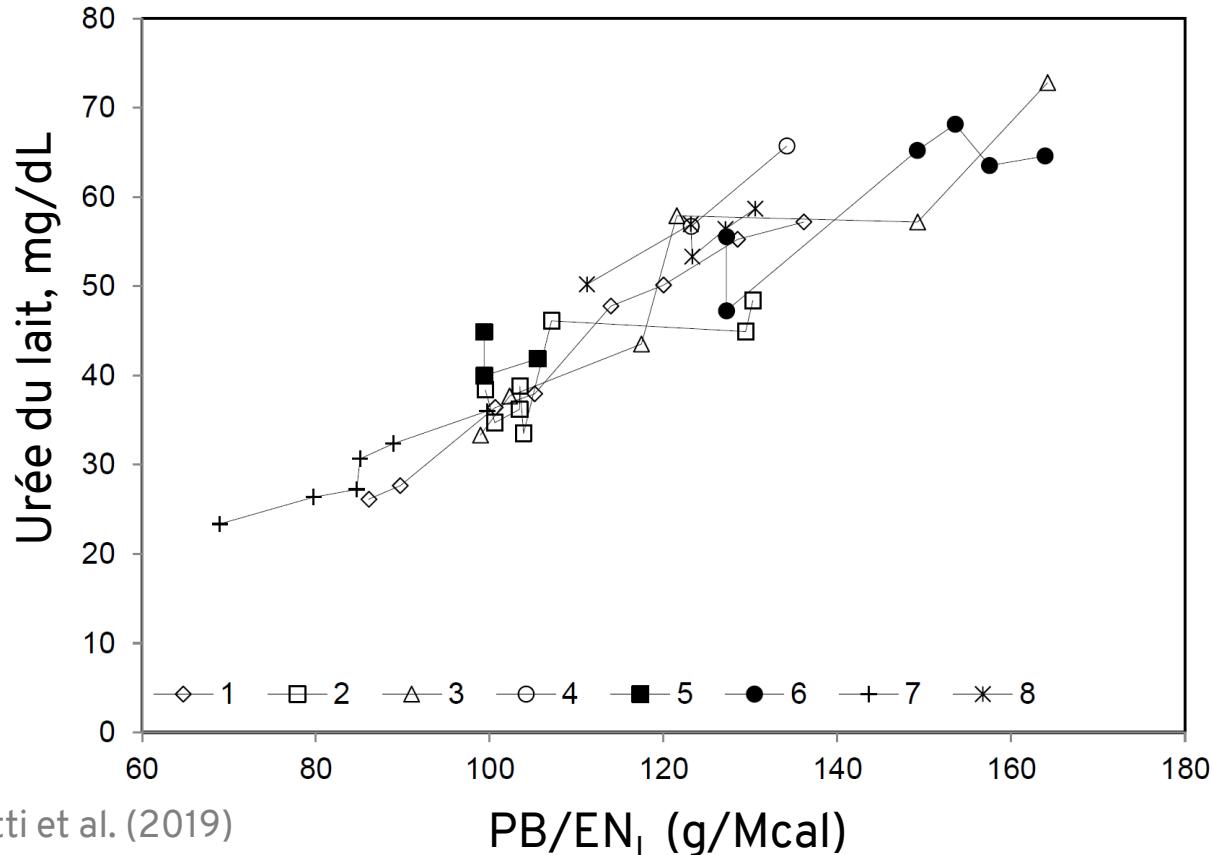


Cannas (non publié), cité par Nudda et al. (2020)

Urée du lait et protéine de la ration



Urée du lait et ratio protéine/énergie



Giovanetti et al. (2019)



L'urée et la fromagerie

L'urée en fromagerie



?

Fromagerie 101



Lait de brebis



100 kg

Fromage
artisan



± 18 kg

Lactosérum



± 82 kg

+

Fromagerie 101



Lait
10 kg

83,6 kg eau
5,0 kg lactose
6,0 kg MG
3,8 kg caséines
1,0 kg prot. solubles
0,2 kg N non-protéique
0,6 kg minéraux



Fromage
± 18 kg

4,5 kg eau
0,3 kg lactose
5,6 kg MG
3,6 kg caséines
0,1 kg prot. Solubles
0,0 kg N non-protéique
0,5 kg minéraux

+ Lactosérum
± 82 kg

79,1 kg eau
4,7 kg lactose
0,4 kg MG
0,2 kg caséines
0,9 kg prot. Solubles
0,2 kg N non-protéique
0,1 kg minéraux



Fromagerie 101



Lait
10 kg

83,6 kg eau
5,0 kg lactose
6,0 kg MG
3,8 kg caséines
1,0 kg prot. solubles
0,2 kg N non-protéique
0,6 kg minéraux



Fromage
± 18 kg

4,5 kg eau
0,3 kg lactose
5,6 kg MG
3,6 kg caséines
0,1 kg prot. Solubles
0,0 kg N non-protéique
0,5 kg minéraux

+
Lactosérum
± 82 kg

79,1 kg eau
4,7 kg lactose
0,4 kg MG
0,2 kg caséines
0,9 kg prot. Solubles
0,2 kg N non-protéique
0,1 kg minéraux

Le fromager s'intéresse principalement aux caséines et à la matière grasse.

Fromagerie 101



Lactosérum

$\pm 82 \text{ kg}$

79,1 kg eau

4,7 kg lactose

0,4 kg MG

0,2 kg caséines

0,9 kg prot. solubles

0,2 kg N non-protéique

0,1 kg minéraux



Ricotta

$\pm 8 \text{ kg}$

6,0 kg eau

0,4 kg lactose

0,4 kg MG

0,2 kg caséines

0,9 kg prot. Solubles

0,0 kg N non-protéique

0,08 kg minéraux



Fromagerie 101



Lactosérum

$\pm 82 \text{ kg}$

79,1 kg eau

4,7 kg lactose

0,4 kg MG

0,2 kg caséines

0,9 kg prot. solubles

0,2 kg N non-protéique

0,1 kg minéraux

Ricotta

$\pm 8 \text{ kg}$

6,0 kg eau

0,4 kg lactose

0,4 kg MG

0,2 kg caséines

0,9 kg prot. Solubles

0,0 kg N non-protéique

0,08 kg minéraux

Sérum déprotéiné

$\pm 18 \text{ kg}$

6,0 kg eau

4,3 kg lactose

0 kg MG

0 kg caséines

0 kg prot. Solubles

0,2 kg N non-protéique

0,02 kg minéraux



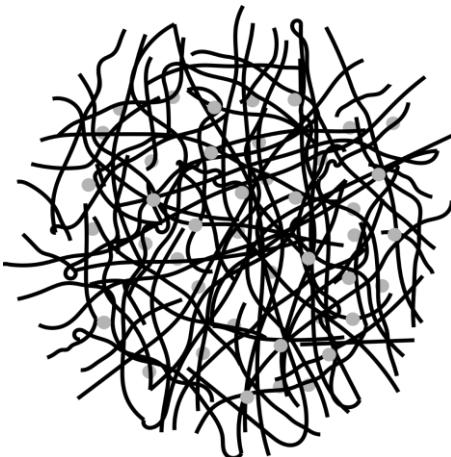
L'azote non protéique et le lactose ont bien peu de valeur en fromagerie.

Les fractions azotées du lait



Micelle de caséines

77-78% de l'azote du lait
± 38 g/L



Protéines solubles

16-17% des protéines du lait
± 10,5 g/L



β-Lactoglobuline (± 50%, 5,2 g/L)



α-Lactalbumine (± 25%, 2,6 g/L)



Immunoglobulines (± 20%, 2,1 g/L)

Autres protéines, enzymes (<5%)

Azote non protéique

5% des matières azotées du lait
2 g/L

- ❖ Urée
- ❖ Peptides
- ❖ Acides aminés libres
- ❖ Vitamines B

Méthode officielle pour le dosage des protéines

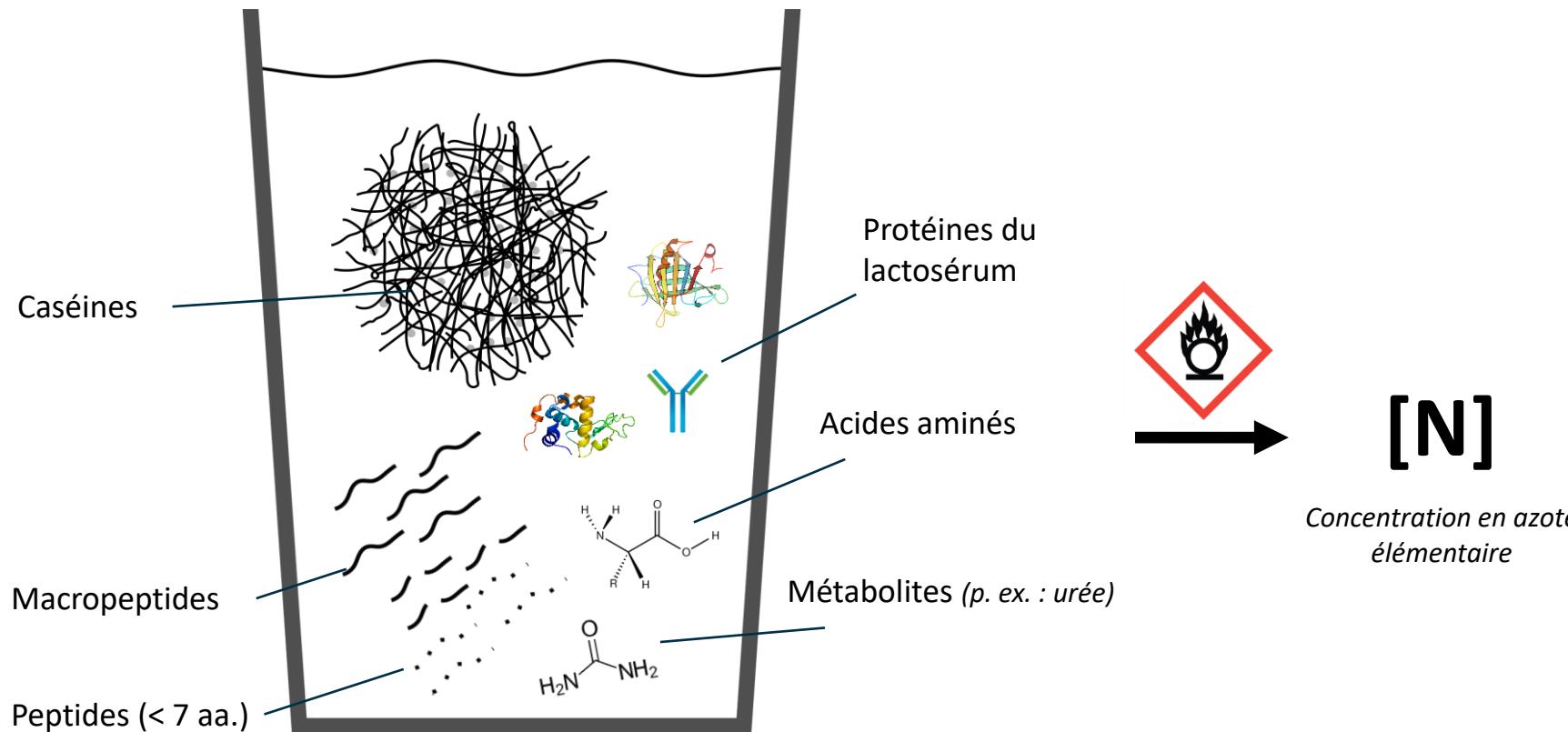


La méthode officielle (Kjeldahl) n'est pas la plus récente !



Oeuvre : Johan Kjeldahl par Otto Haslund, 19^e siècle

Méthode officielle pour le dosage des protéines



Méthode officielle pour le dosage des protéines

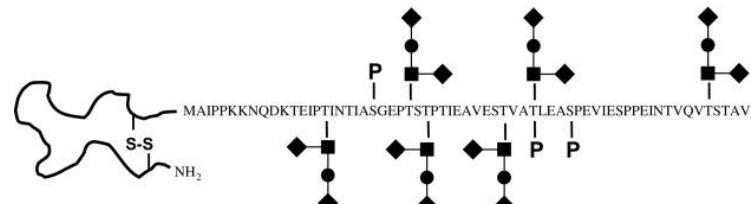


Principes de la méthode

- ❖ Sachant la séquence des protéines individuelles, il est possible de calculer un facteur de conversion proportionnel à [N].

Protéine	Facteur de conversion (lait de vache)
αs_1 -Casein	6.36
αs_2 -Casein	6.29
β -Casein	6.37
κ -Casein	6.35

Maubois, 2015



- ❖ Sachant la proportion des différentes protéines, on détermine un facteur de conversion général pour le lait (*historiquement 6,38 pour le lait de vache*)
- ❖ On obtient la teneur en **protéines brutes**.

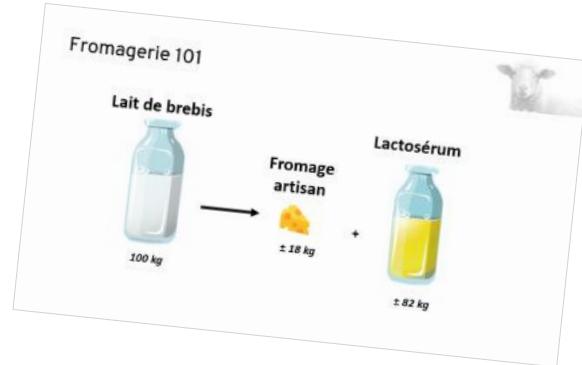
Protéines brutes, un indicateur fiable ?



En fromagerie

La teneur en protéines brutes est intéressante, mais elle comprend une fraction :

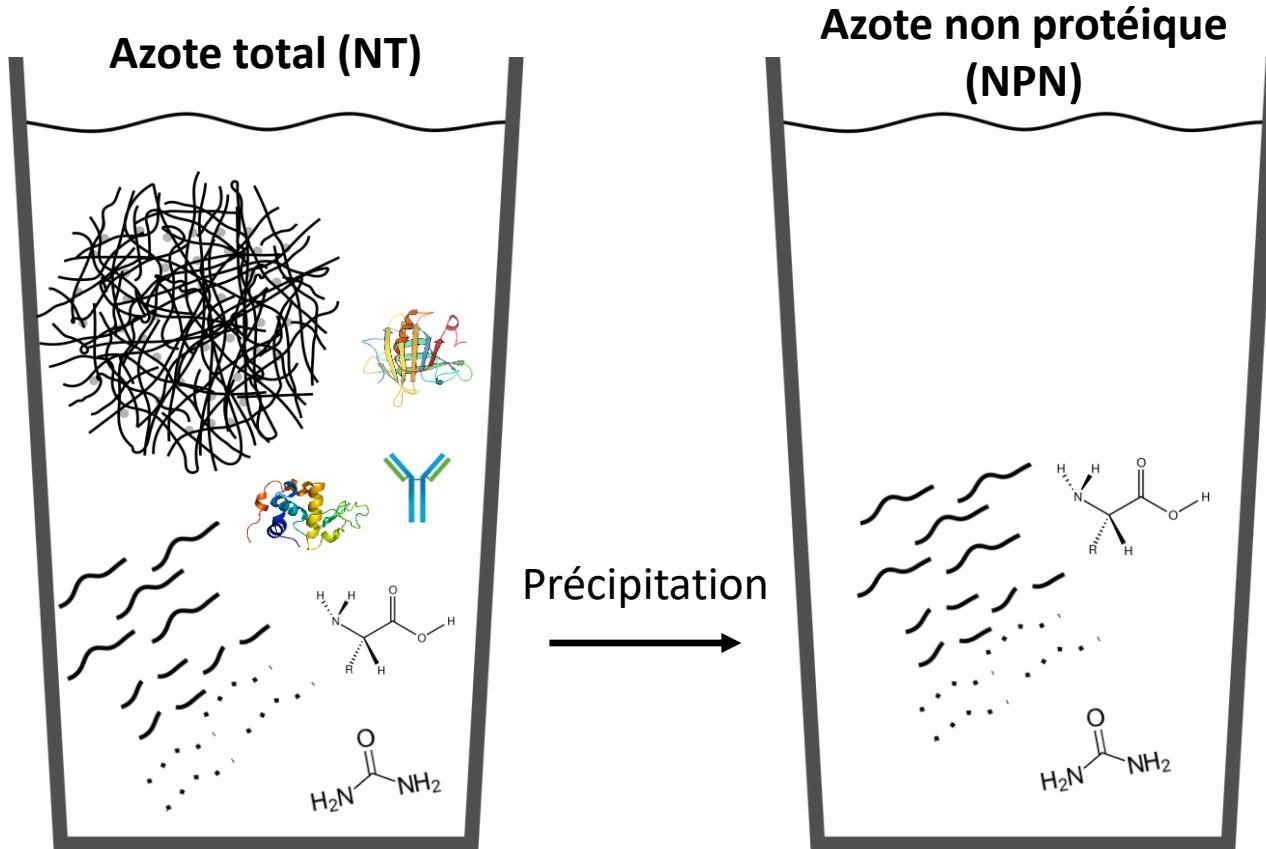
- ❖ Qui a bien peu de valeur technologique
- ❖ Qui ne crée pas de valeur pour les entreprises



Enjeu : si la teneur NPN varie au cours du temps, la fromagerie n'a pas d'outil pour le détecter.

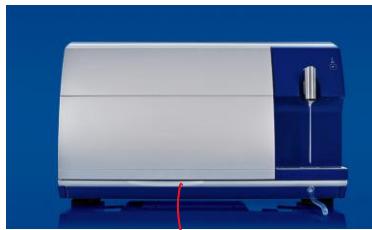


Doser les protéines « vraies »



$$\text{Protéine vraie} = (\text{NT} - \text{NPN}) \times 6,38$$

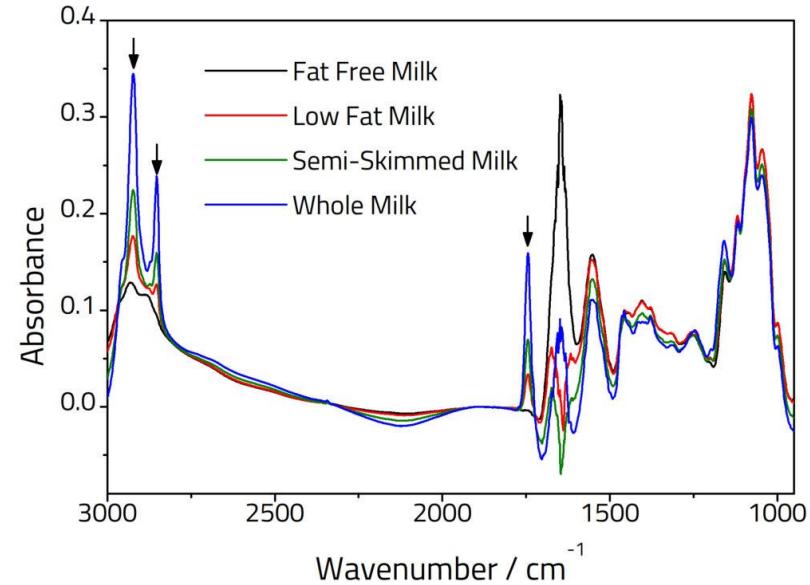
Méthode rapide pour le dosage des protéines



6 appareils ; 450-500 éch./h



Les
Producteurs
de lait
du Québec



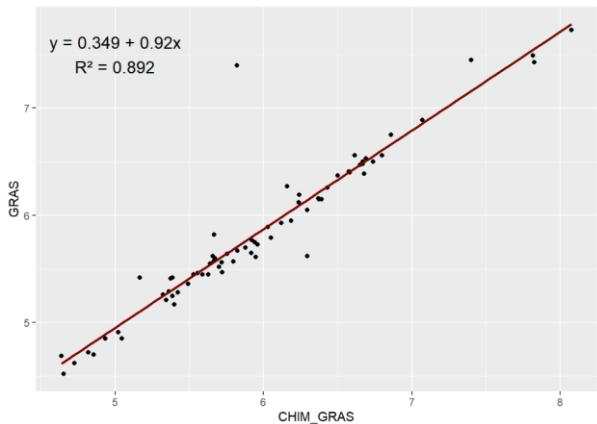
Enjeu principal : créer des courbes de calibration propres aux échantillons analysés

Validations présentées par J. Cameron

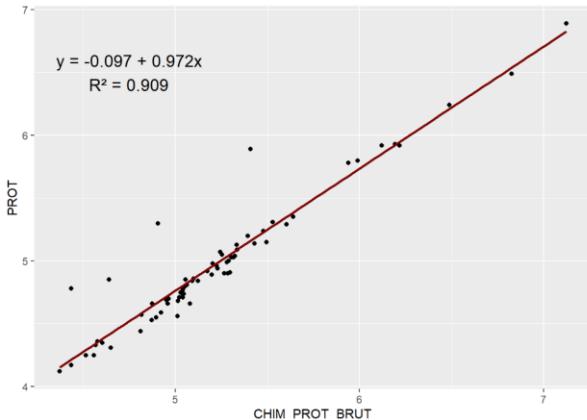


Huot et al. (2025)

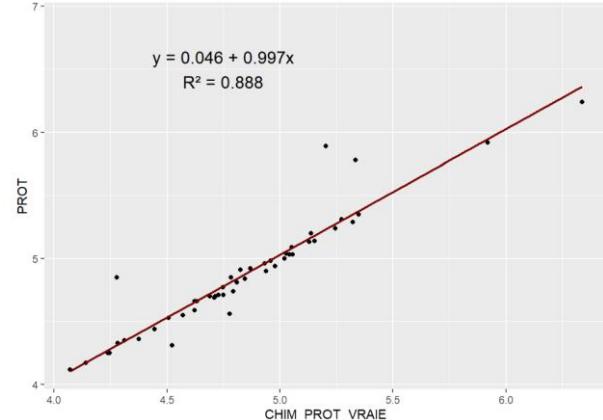
Matière grasse



Protéines brutes



Protéines vraies



Le dosage des composantes du lait de brebis semble tout à fait possible en FTIR.



Conclusions

Perspective de la transformation

- ❖ L'urée a bien peu de qualités technologiques ! (*effet sur acidification ?*)
- ❖ Certainement des critères plus importants que l'urée (*caséines, microbiologie, CCS*)
- ❖ Protéine vraie vs protéine brute ?
 - ❖ Un paiement plus juste tient compte des composantes qui créent de la valeur. (*fromage vs yogourt ?*)
 - ❖ Un indicateur pour mieux adapter les procédés

Perspective de la production

- ❖ Urée du lait : indicateur à regarder dans sa globalité

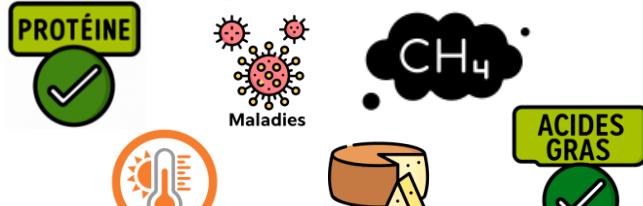


TransMILKation: Le lait comme outil de gestion en élevage ovin et caprin laitier



Intérêts

Evaluation de divers composés:



Sélection génétique

Aide à la reproduction

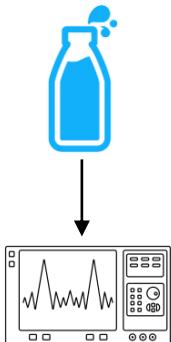
Elisabeth Cabaraux
Doctorante Belge



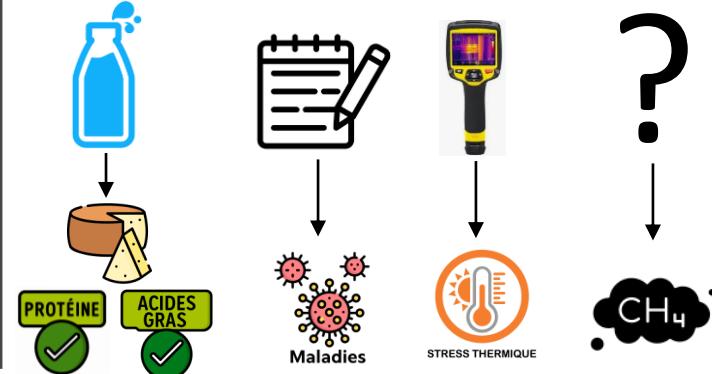
Si vous voulez rejoindre le projet, contactez-moi

Données nécessaires

Spectre



Mesure de référence





Merci

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval