

L'alimentation de la brebis en fin de gestation peut-elle renforcer la protection immunitaire de l'agneau ?

PAR : CATHERINE SYLVESTRE,
MARGUERITE PLANTE-DUBÉ,
YVAN CHOUINARD, SÉBASTIEN
BUCZINSKI, RACHEL GERVAIS.





Mon parcours

- 2018-2019 : Cégep St-Hyacinthe
- 2019-2023: Baccalauréat en agronomie (sciences animales)
- Été 2020 : Stage chez Agronovie
- Été 2022: Phase animale (BENOV II)
- Été 2023 : Début de la maîtrise en sciences animales



Mon parcours

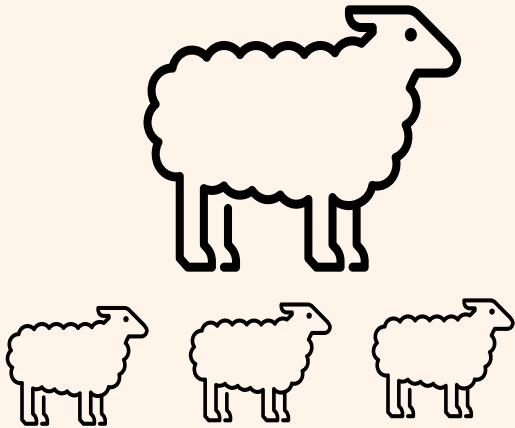
- Co-propriétaire de la Bergerie Philmar
- Trois races pures :
 - Arcott Rideau
 - North Country Cheviot
 - Border Cheviot

Bergerie Philmar

- Expositions agricoles
- Conformation
- Genovis
- Projet Génomique

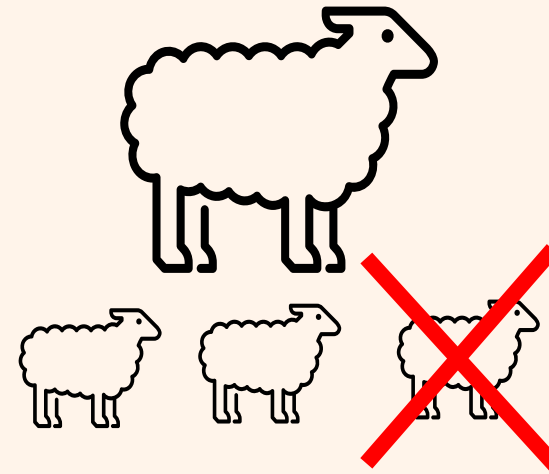


Introduction



Nombre d'agneaux nés/brebis/an

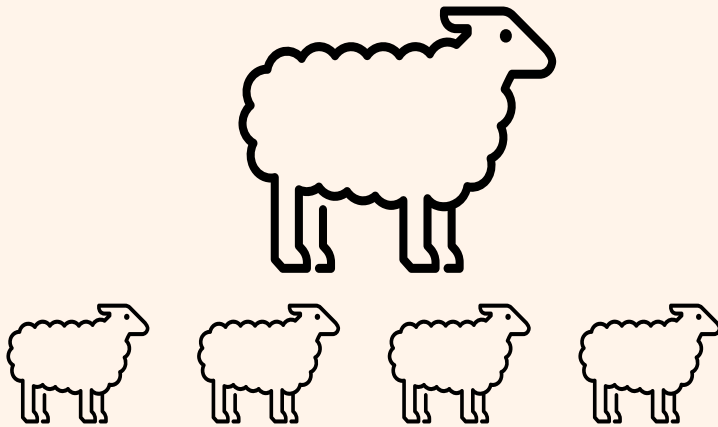
2,92



Nombre d'agneaux sevrés/brebis/an

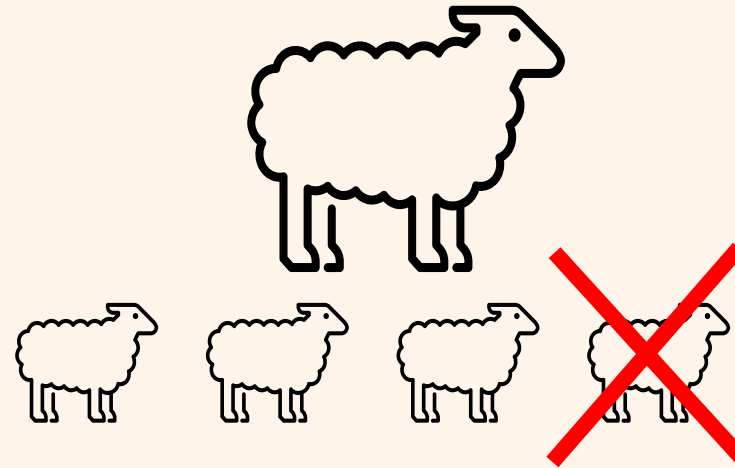
2,08

Introduction



Nombre d'agneaux nés/brebis/an

3,6



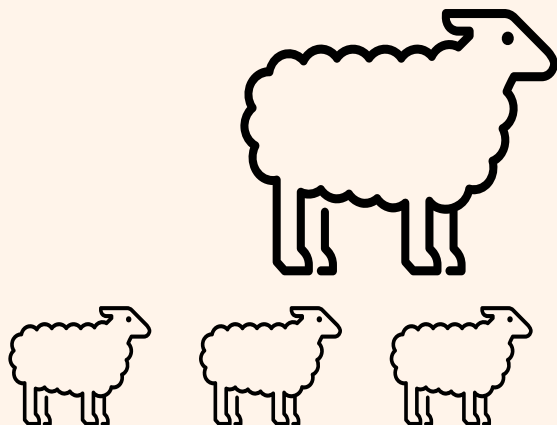
Nombre d'agneaux sevrés/brebis/an

2,69

Introduction

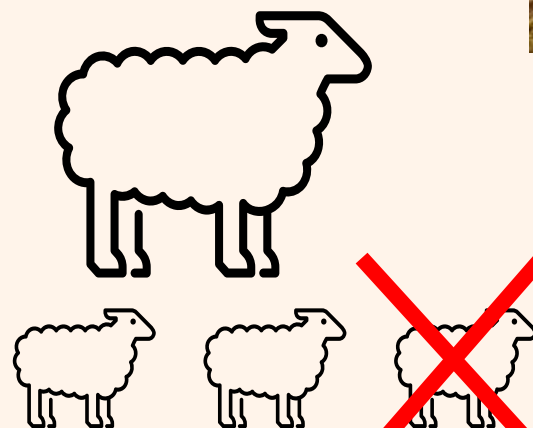
Dorset/Romanov

Données Genovis 2023



Nombre d'agneaux nés/brebis/an

2,71



Nombre d'agneaux sevrés/brebis/an

1,86

IMMUNITÉ

↓ TAUX DE MORTALITÉ

Race

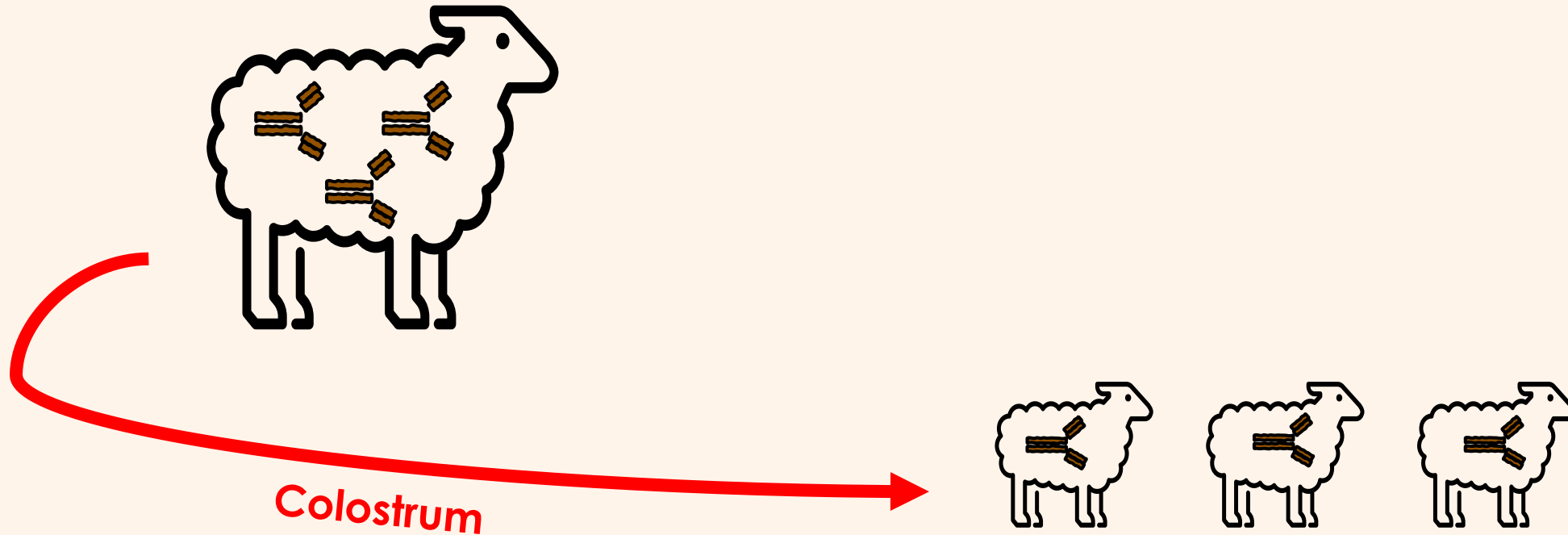
Dorset/Romanov (F1)

- Maternelle et laitière (Dorset)
x Prolifique et désaisonnée
(Romanov)
- Croisement très populaire au
Québec
- Troupeau de type
commercial



Quelques notions

Le transfert d'immunité passive

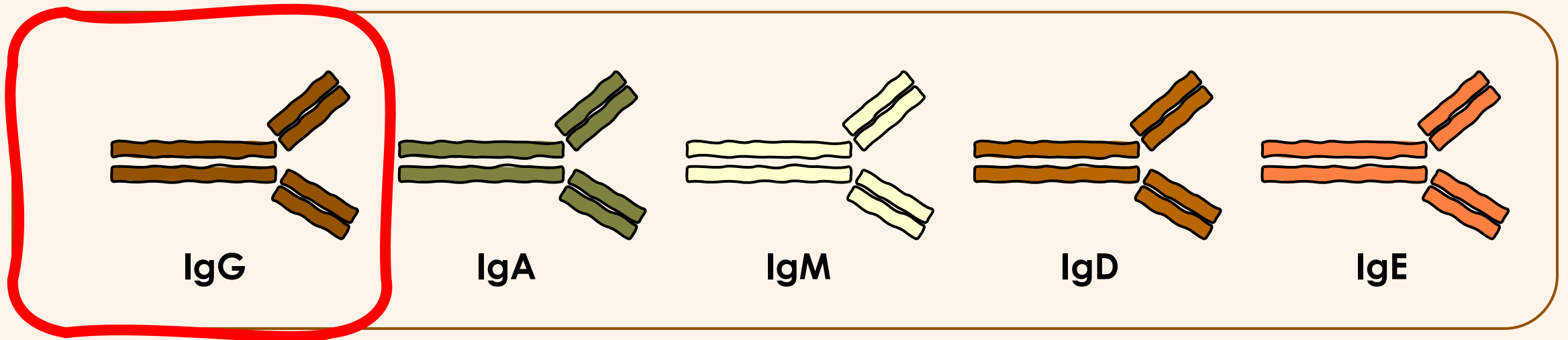


Transfert des immunoglobulines de la mère vers l'agneau par le biais du colostrum.

Immunoglobulines : protéine fabriquée par le système immunitaire qui neutralise ou détruit une substance étrangère apparue dans le corps.

Quelques notions

Les immunoglobulines



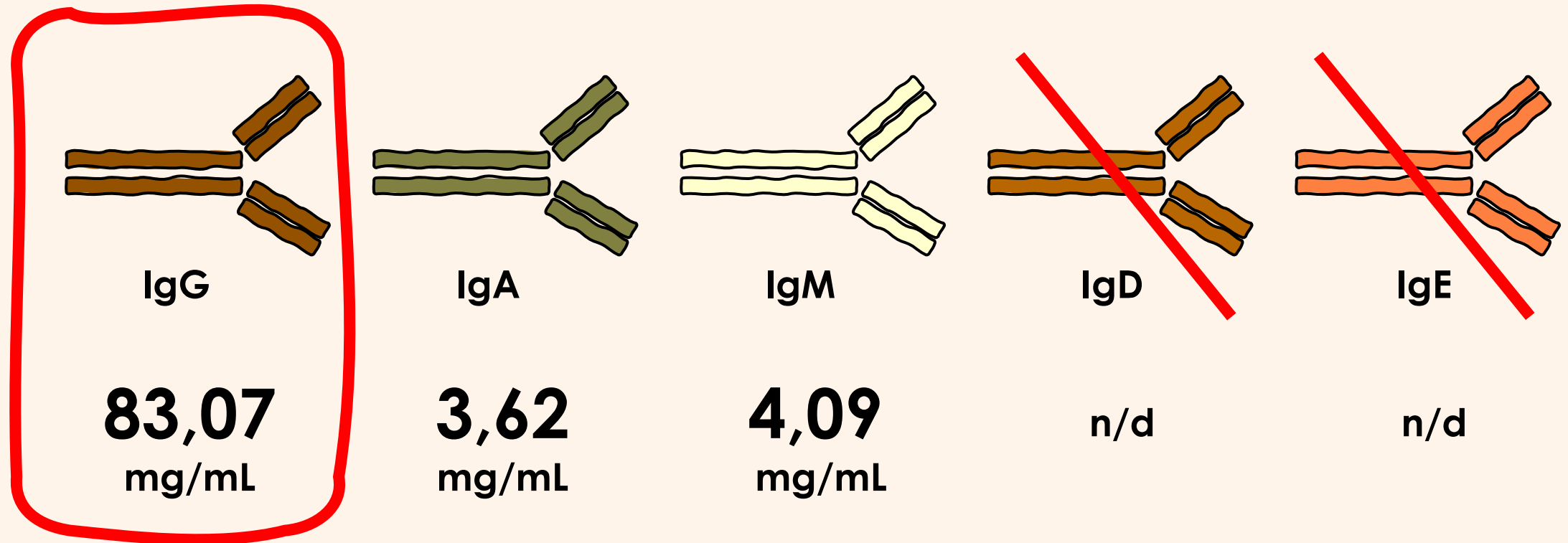
Anticorps

Pourquoi ?

Elle est la principale immunoglobuline retrouvée dans le colostrum
(Barrington et al., 1999)

Quelques notions

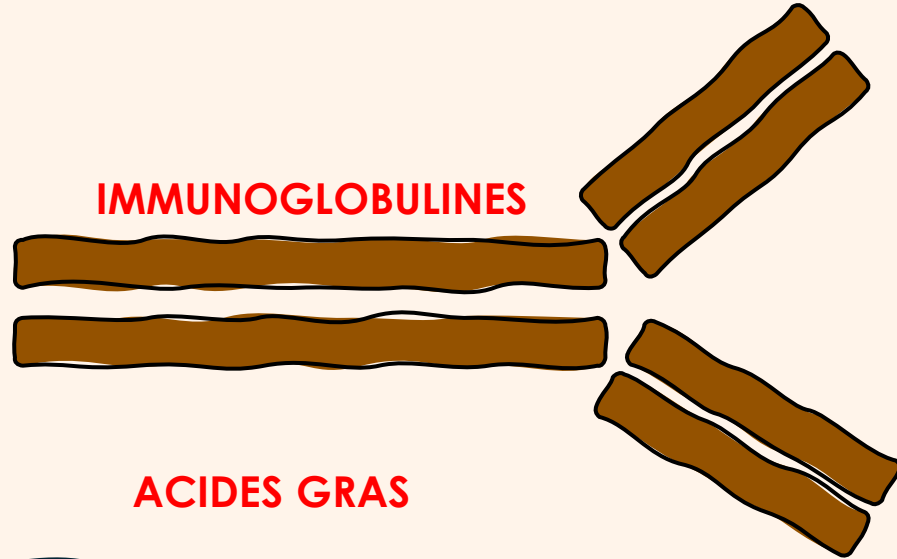
Concentrations en immunoglobulines du colostrum



Adapté de Dawe et al. (1982)

Quelques notions

IMMUNOGLOBULINES



ACIDES GRAS



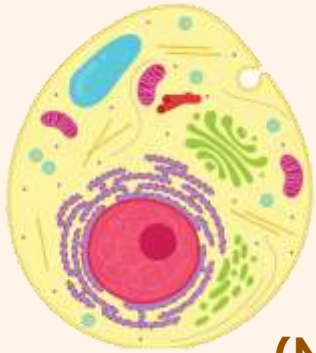
Hypogammaglobulinémique
Statut en acides gras essentiels déficient

Qu'est-ce qu'un acide gras **essentie** (AGE) ?

Les oméga-3 et les oméga-6 sont considérés comme essentiels puisqu'ils ne peuvent être synthétisés, de novo, par les mammifères (Roque-Jiménez et al., 2021).

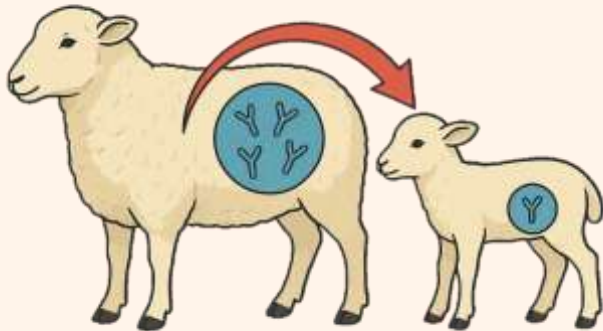
Importance des AGE

Structure des membranes cellulaires



(Noble, 1981)

Meilleure absorption des IgG



(Jolazadeh et al., 2019; Santos et al., 2013).

Pouvoir antibactérien



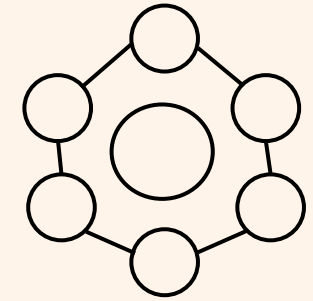
(Noble, 1981)

Meilleur gain de poids



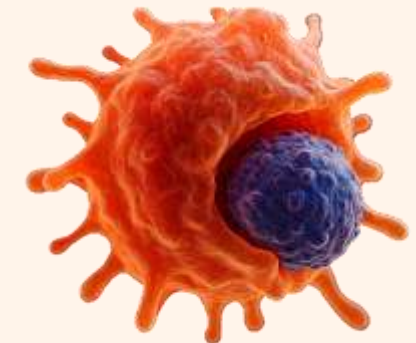
(Santos et al., 2013).

Antioxydant



(Aliarabi et Abbasi, 2024)

Améliore la réponse immunitaire



(Averós et al.,¹⁴ 2022)

Indicateur du statut en AGE

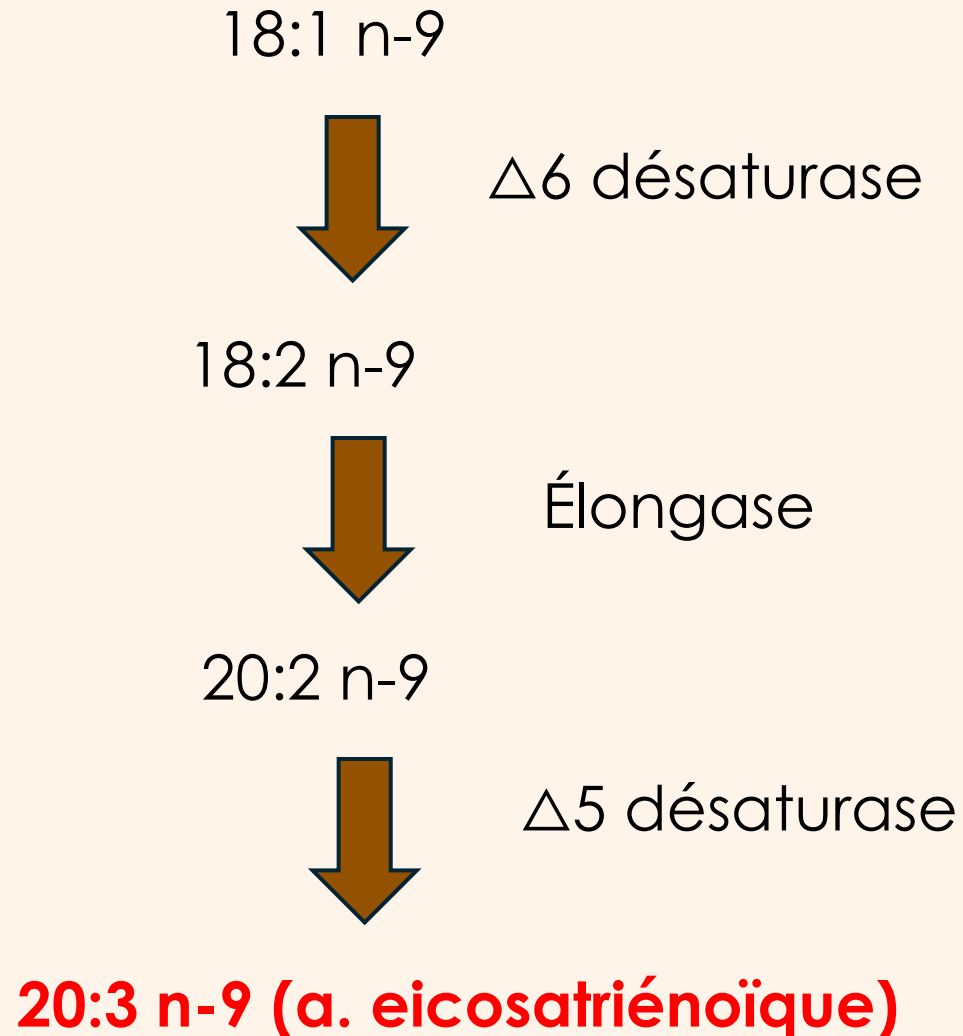


Le ratio 20:3 n-9/20:4 n-6

1. Concentration en 20:3 n-9
2. Concentration en 20:4 n-6

Si carence $> 0,4$

Indicateur du statut en AGE



Lorsque l'acide linoléique (18:2 n-6) ou α-linolénique (18:3 n-3) manquent les enzymes utilisent l'acide oléique (18:1 n-9).

Indicateur du statut en AGE

18:2 n-6 (α. linoléique)



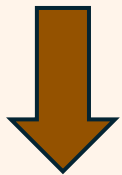
Δ6 désaturase

18:3 n-6



Élongase

20:3 n-6

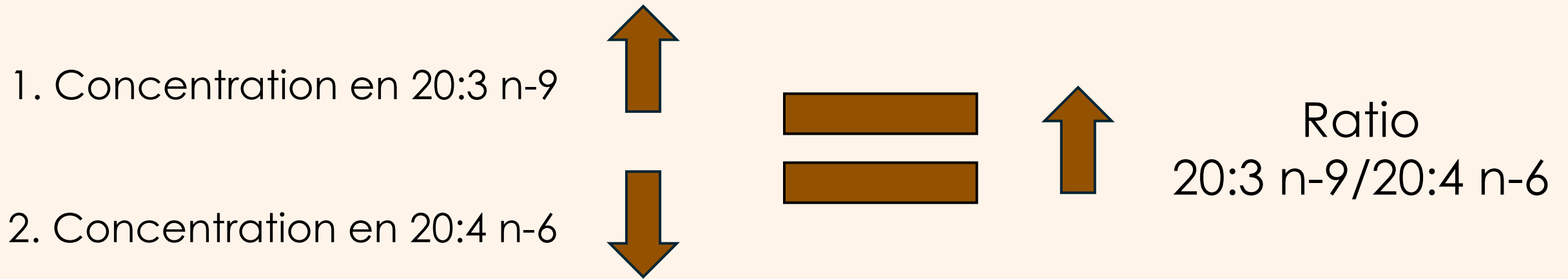


Δ5 désaturase

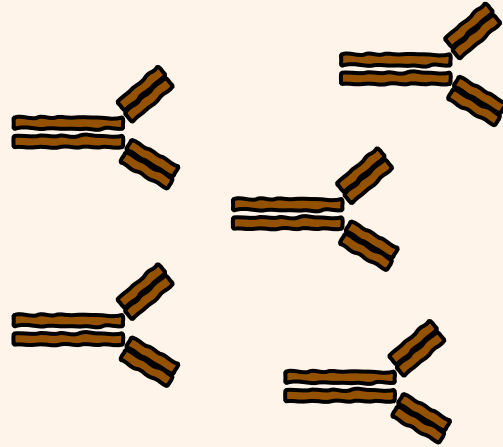
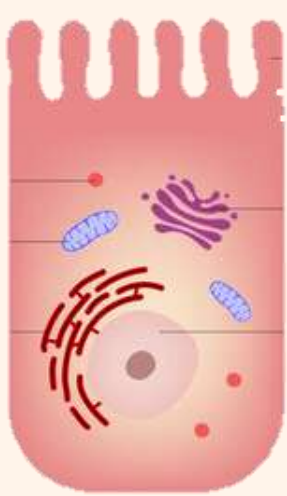
20:4 n-6 (α. arachidonique)

Lorsque l'apport en acide linoléique (18:2 n-6) ou α-linolénique (18:3 n-3) diminue, le 20:4 n-6 diminue puisque les enzymes utilisent le 18:1 n-9.

En cas de carence...



Fenêtre de temps



Entérocyte

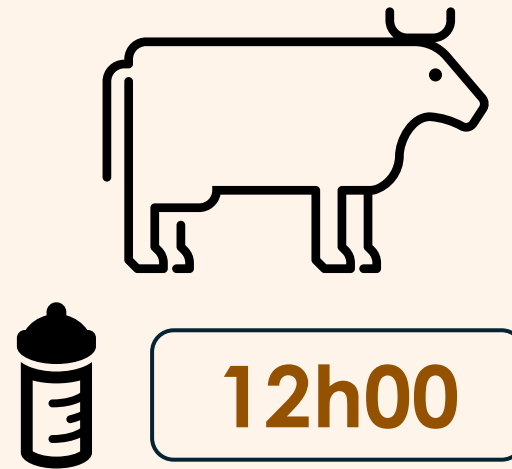
Absorption
durant 24-36
heures

(Weaver et al., 2000)

Fenêtre de temps



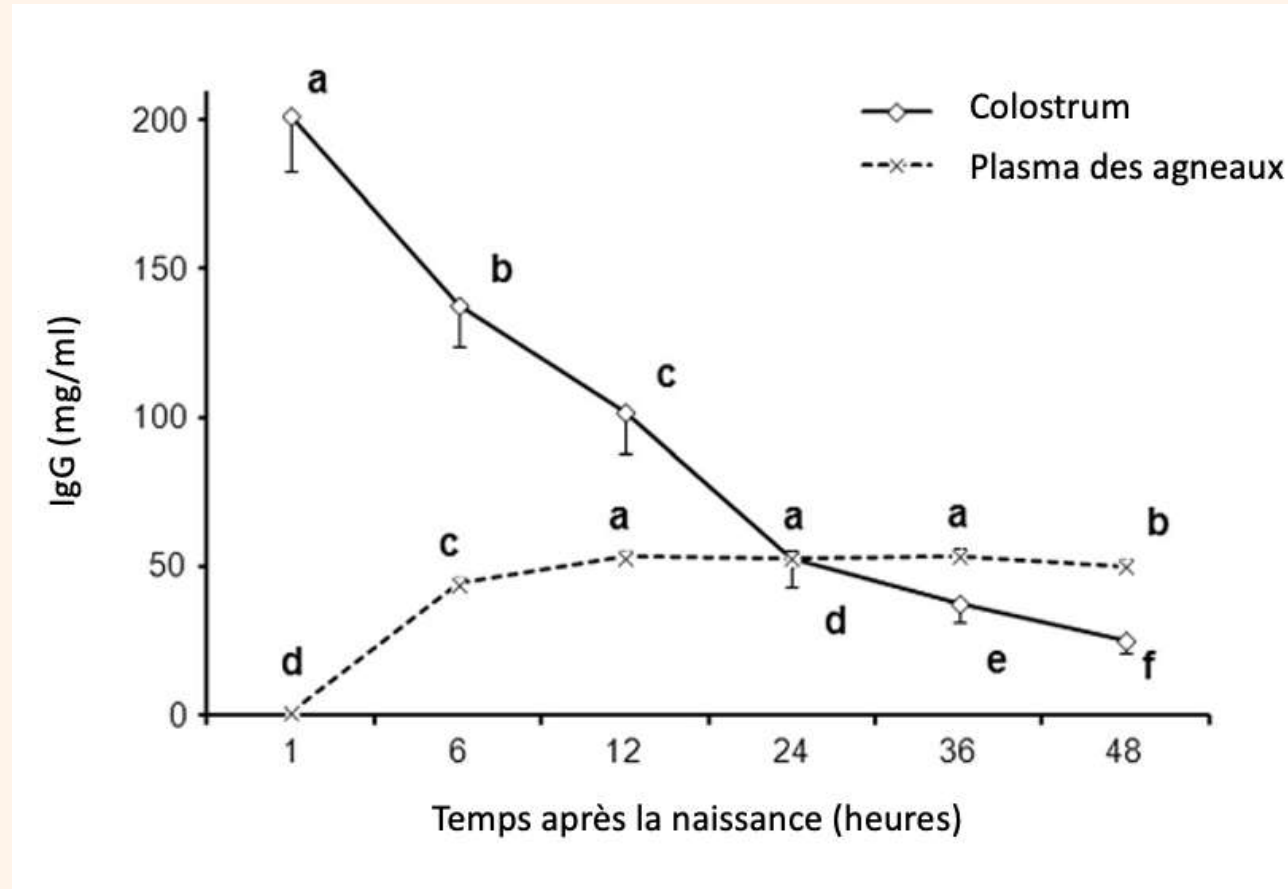
14,9 mg/ml



7,9 mg/ml

(Weaver et al., 2000)

Fenêtre de temps



(Chniter et al., 2016)

Fenêtre de temps

À que moment les agneaux sont-ils plus susceptibles d'hypothermie ?

De la naissance à 5h
(pertes de chaleur)

Entre 12 et 36 heures
(épuisement des réserves)



Eales et al. (1982)
cités par Plush et al.
(2016)

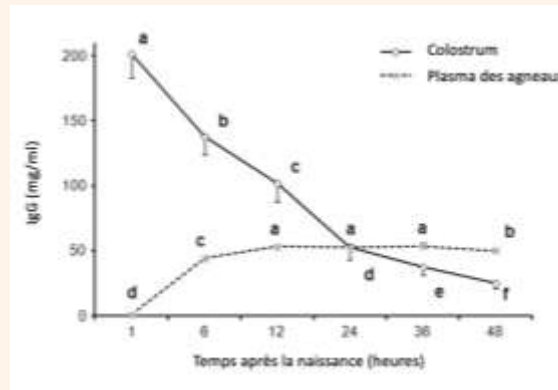
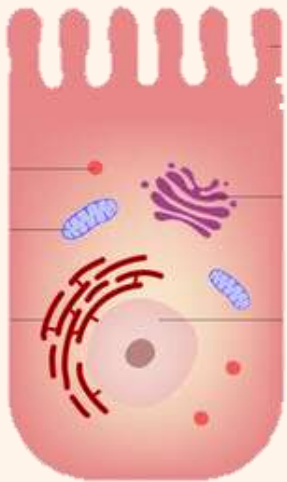
Concrètement...

Les agneaux ont besoin de colostrum pour :

IMMUNITÉ

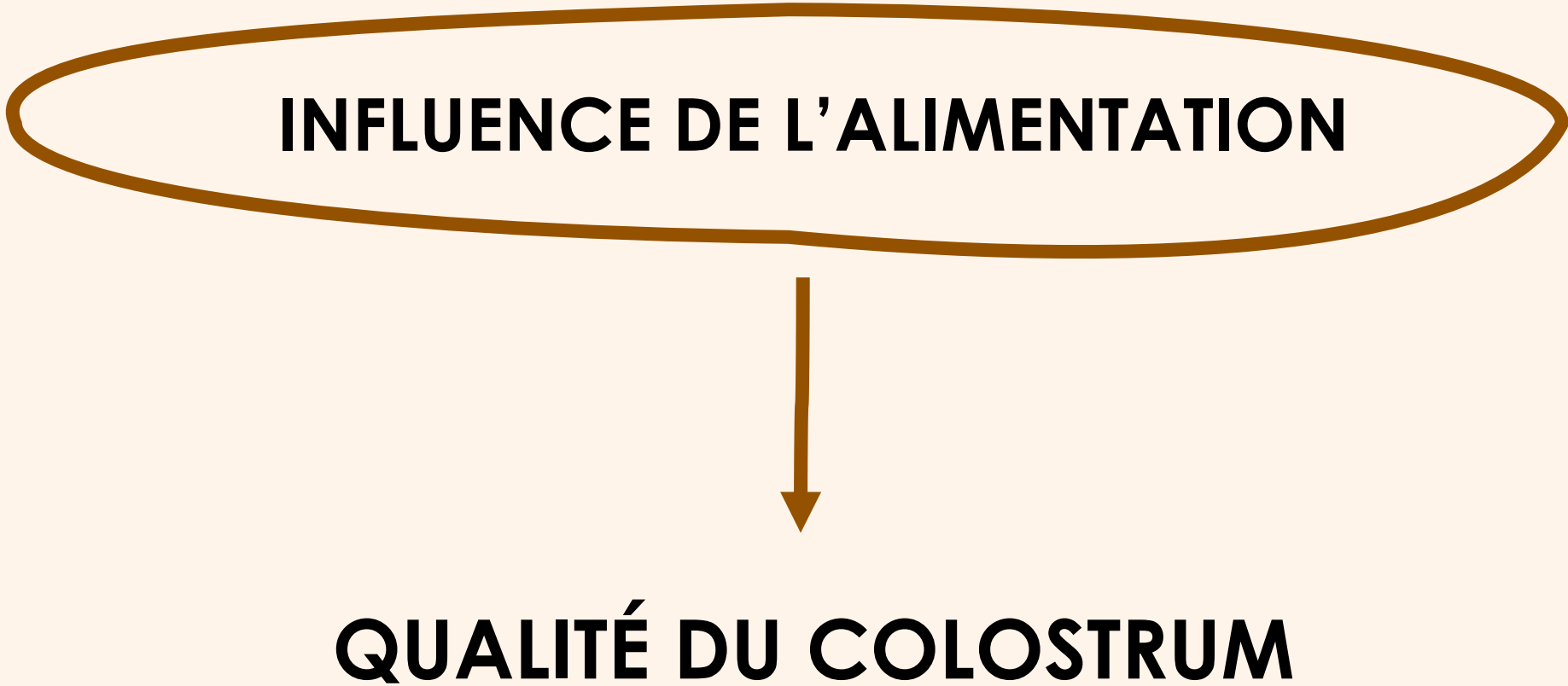
**AMÉLIORER LE
STATUT EN
ACIDES GRAS
ESSENTIELS**

Rapidement...



Objectif général

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION



QUALITÉ DU COLOSTRUM

Qualité du colostrum

TENEUR en IgG (mg/mL)
Immunodiffusion radiale (RID)



RÉFRACTOMÈTRE
(% BRIX)

Optique



Digital



Qualité du colostrum

Réfractomètre optique



Mon projet

Phase 1

Phase 2

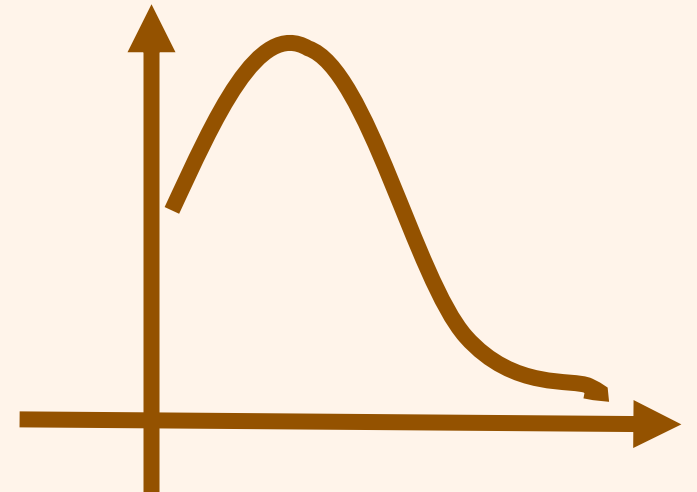


CRSAD : Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

Phase 1

OBJECTIF

**CARACTÉRISER L'ÉVOLUTION DE LA
QUALITÉ DU COLOSTRUM DANS LES 24H
SUIVANT LA MISE-BAS**



Phase 1

HYPOTHÈSES

- La qualité du colostrum diminue rapidement dans les 24h suivant la mise-bas (Hinde et Woodhouse, 2019)
- La taille de la portée influence la qualité du colostrum (Gilbert et al., 1988)
- Il existe une forte corrélation entre la densité optique et la teneur en IgG du colostrum (Kessler et al., 2021)

Phase 1

Matériel & méthodes

En fin de gestation...

- Les besoins en énergie métabolisable augmentent (croissance du/des foetus)
 - Diminue de l'ingestion de matière sèche
 - Risques de toxémie de gestation

Phase 1

Matériel & méthodes

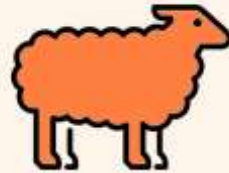
E_{TÉMOIN}



NRC (2007)

Brebis 100 kg
Porteuses de triplets

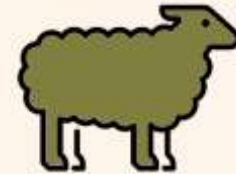
E_{PROG}



INRA (2018)

Progressif

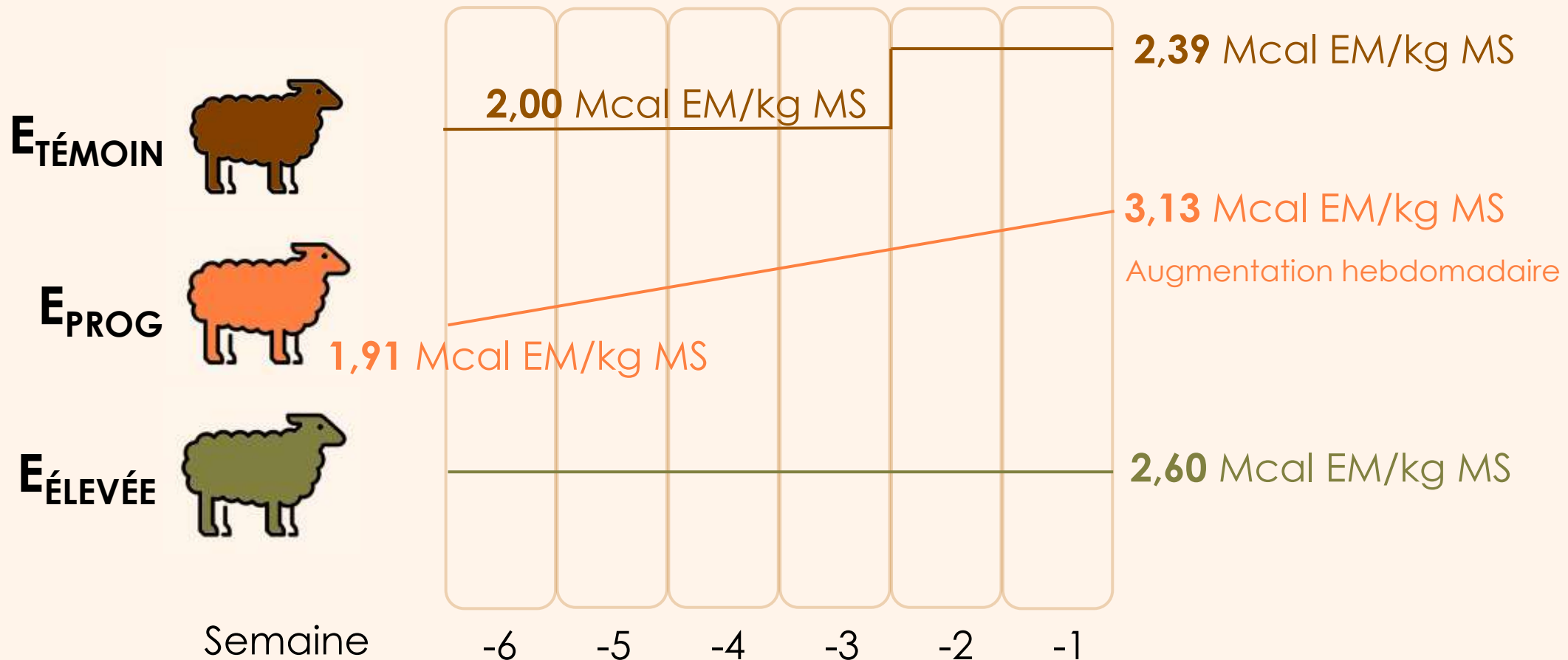
E_{ÉLEVÉE}

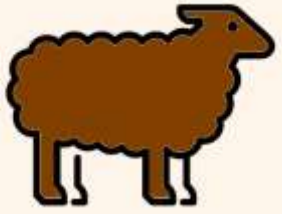


Moyenne de l'énergie
du progressif

Phase 1

Matériel & méthodes





E
TÉMOIN

Ingrédients de la ration

SEMAINES -6 À -2

2,00 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Paille de blé



Tourteau
de soya



Minéral

SEMAINES -2 à l'agnelage

2,40 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Maïs moulu



Ensilage de maïs



Paille de blé



Minéral



Ingrédients de la ration

SEMAINE -6

1,9 Mcal EM/kg MS



Paille
de blé



Ensilage
d'herbes



Tourteau
de soya



Minéral

SEMAINE -5

2,0 Mcal EM/kg MS



Ensilage
d'herbes



Paille
de blé



Tourteau
de soya



Minéral

SEMAINE -4

2,4 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Ensilage de maïs



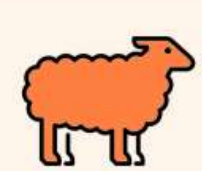
Maïs moulu



Paille de blé



Minéral



E_{PROG} 2,9 Mcal EM/kg MS

SEMAINE -3



Ensilage d'herbes



Maïs moulu



Ensilage de maïs



Tourteau de soya



Supplément
de gras



Minéral

Ingrédients de la ration

SEMAINE -2

3,0 Mcal EM/kg MS



Ensilage de maïs



Maïs moulu



Ensilage d'herbes



Tourteau de soya



Supplément
de gras



Minéral

SEMAINE -1

3,1 Mcal EM/kg MS



Maïs moulu



Ensilage de maïs



Ensilage d'herbes



Tourteau de soya



Supplément
de gras



Minéral



Ingrédients de la ration

SEMAINES -6 à l'agnelage

2,60 Mcal EM/kg MS

1



Ensilage
d'herbes



Tourteau de
soya

4

2



Ensilage de
maïs



Minéral

5

3



Maïs moulu

Phase 1

Matériel & méthode

À l'agnelage

6h00

8h00

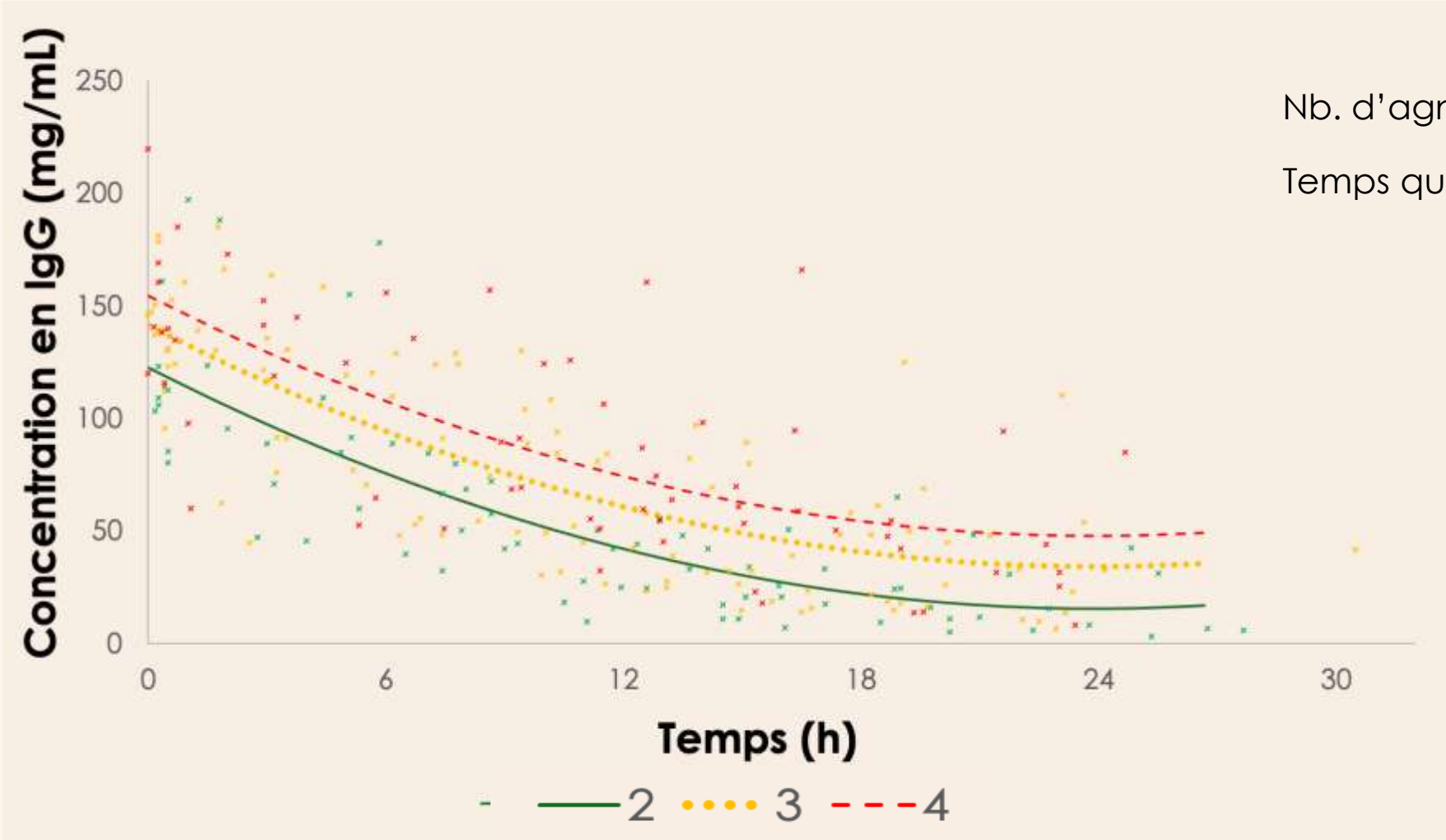
12h00

16h00

20h00



ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS COLOSTRALES EN IGG (mG/mL; RID) SELON LE TEMPS POST-AGNELAGE (H) ET LE NOMBRE D'AGNEAUX NÉS



Nombre d'agneaux nés

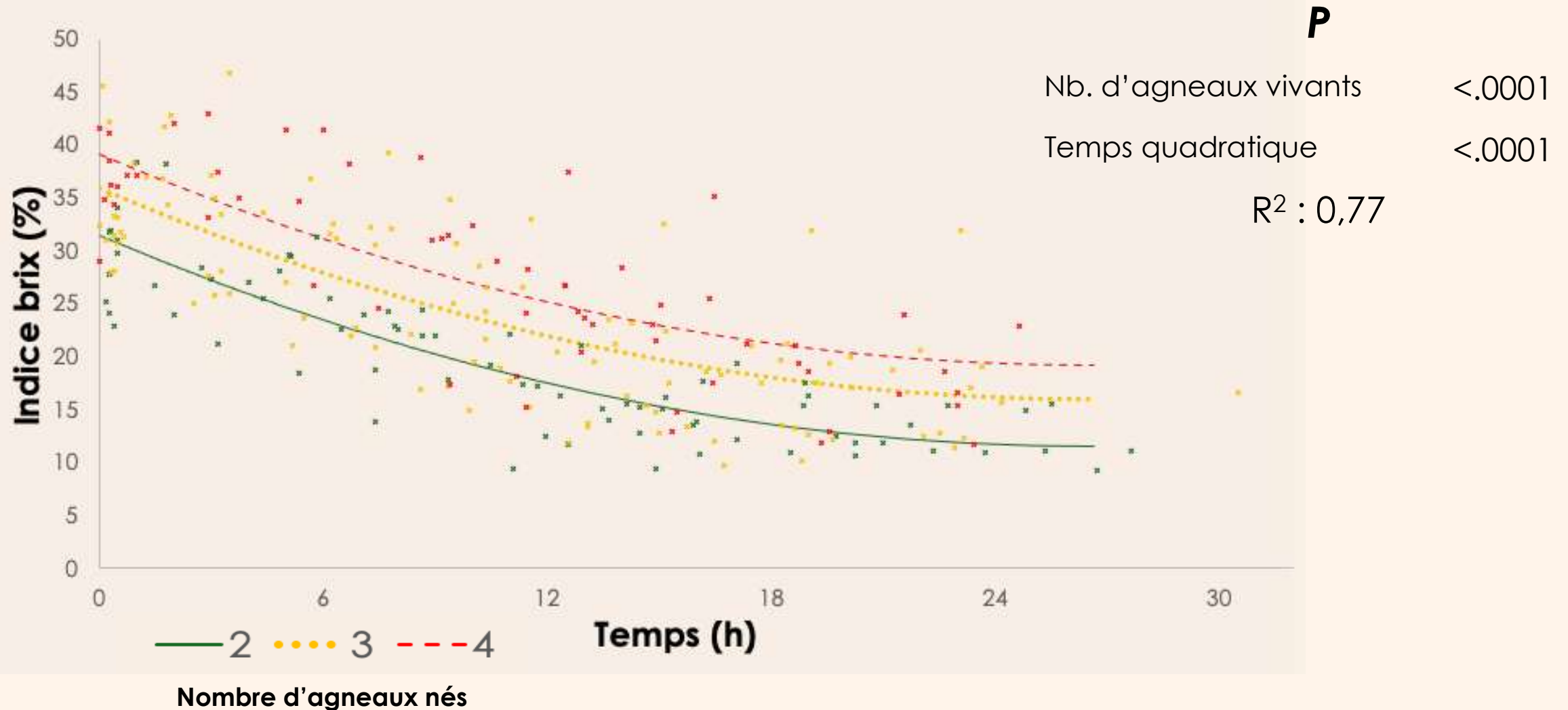
P

Nb. d'agneaux vivants <.0001

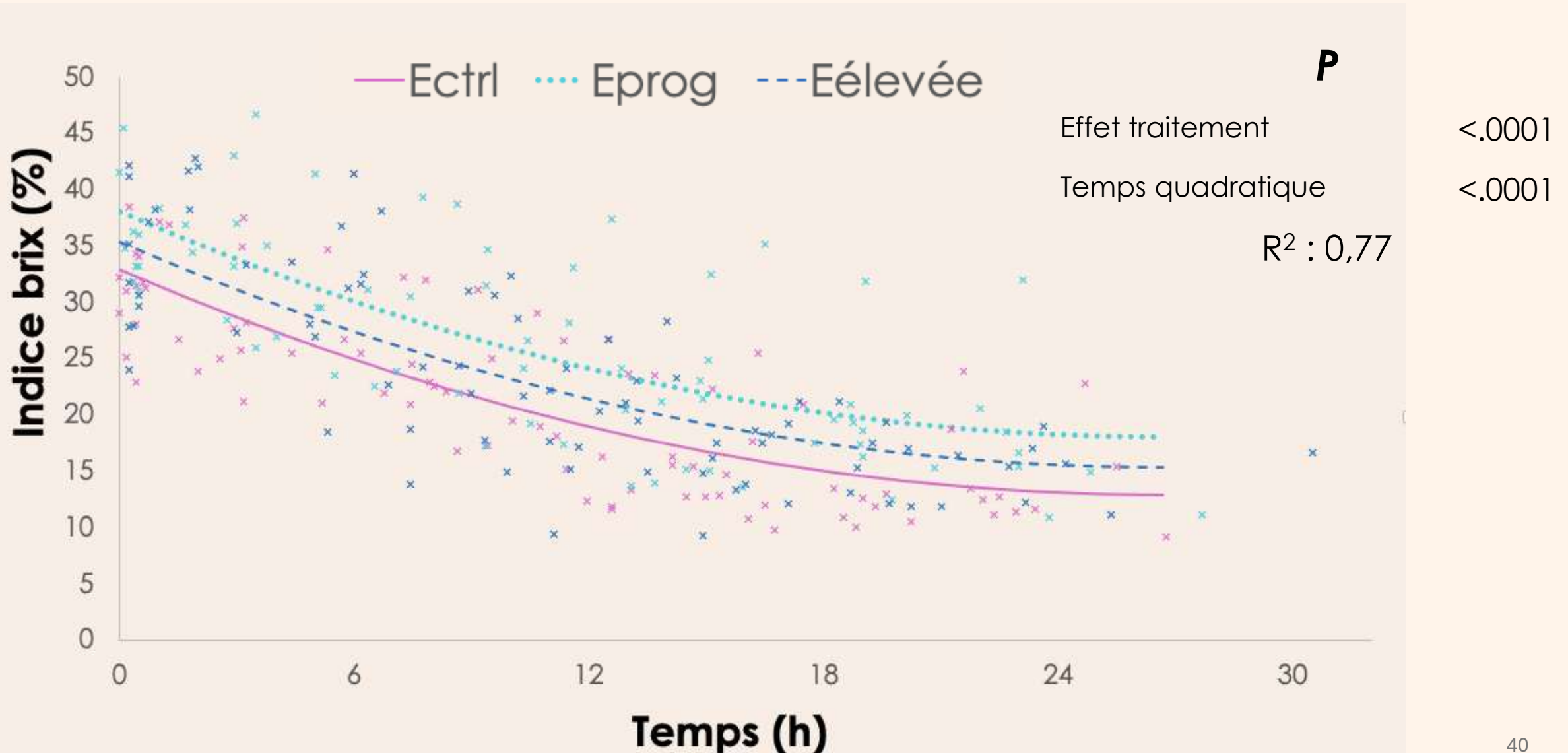
Temps quadratique <.0001

R² : 0,87

ÉVOLUTION DU POURCENTAGE DE BRIX SELON LE TEMPS POST-AGNELAGE (H) ET LE NOMBRE D'AGNEAUX NÉS



ÉVOLUTION DU POURCENTAGE DE BRIX SELON LE TRAITEMENT ALIMENTAIRE



RÉSULTATS

Corrélations dans le *colostrum*



RID/R. digital

Corrélation	Valeur de <i>P</i>
0,90	<0,0001

Kessler et al. (2021)
Sarica et Aydoğdu (2024)

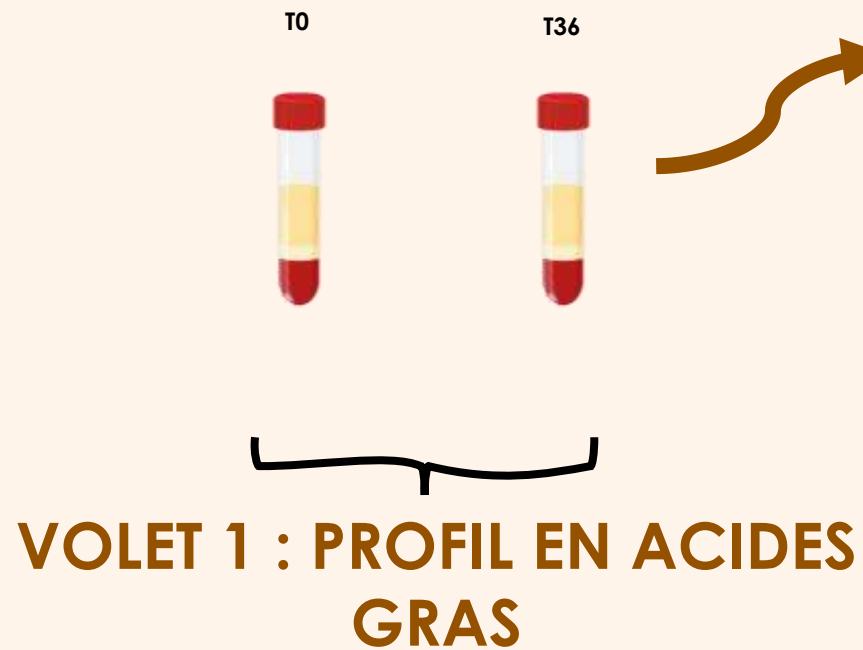
Phase 1

CONCLUSION

- La qualité du colostrum diminue rapidement dans les 24h suivant la mise-bas (Hinde et Woodhouse, 2019)
- La taille de la portée influence la qualité du colostrum (Gilbert et al., 1988)
- Il existe une forte corrélation entre la densité optique et la teneur en IgG du colostrum (Kessler et al., 2021)

LE RÉFRACTOMÈTRE EST BON OUTIL POUR ESTIMER LA QUALITÉ DU COLOSTRUM

Phase 2

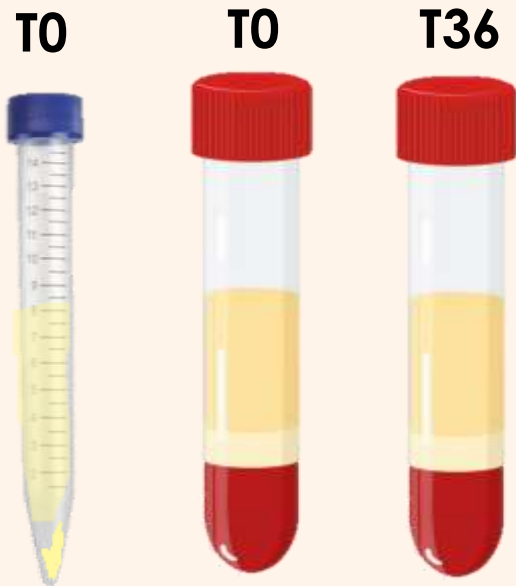


VOLET 2 : TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE



Phase 2

VOLET 1 : ACIDES GRAS DU PLASMA ET DU COLOSTRUM



**Objectif : caractériser les acides gras du colostrum et du plasma des agneaux
(effet du traitement alimentaire)**

Phase 2-Volet 1

HYPOTHÈSE

- Les ingrédients de la ration influencent le profil en acides gras du colostrum et du plasma des jeunes ruminants (Noble et al., 1978).

Phase 2

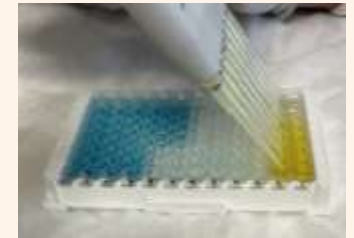
VOLET 2 : TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE

T0



Outils

T36



Outils

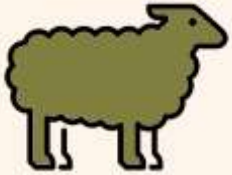
Objectif : évaluer le transfert d'immunité passive chez le jeune ruminant à 36h de vie en fonction de la qualité du colostrum et de la taille de la portée

Phase 2-Volet 2

HYPOTHÈSES

- Une ration riche en énergie favorise la production d'un colostrum de qualité
- La taille de la portée influence la qualité du colostrum et le transfert d'immunité passive (Gilbert et al., 1988; Nowak et Poindron, 2006)
- Il existe une forte corrélation entre la densité optique et la teneur en IgG du colostrum (Kessler et al., 2021)

EÉLEVÉE

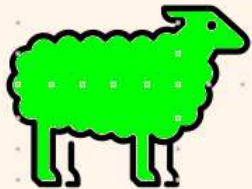


Phase 1

Phase 2

Matériel & méthodes

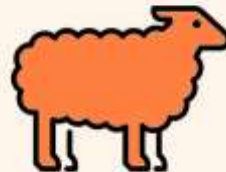
GC2



NRC (2007)

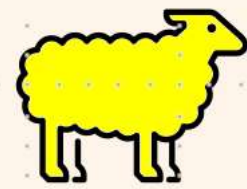
2 semaines

GC4



4 semaines

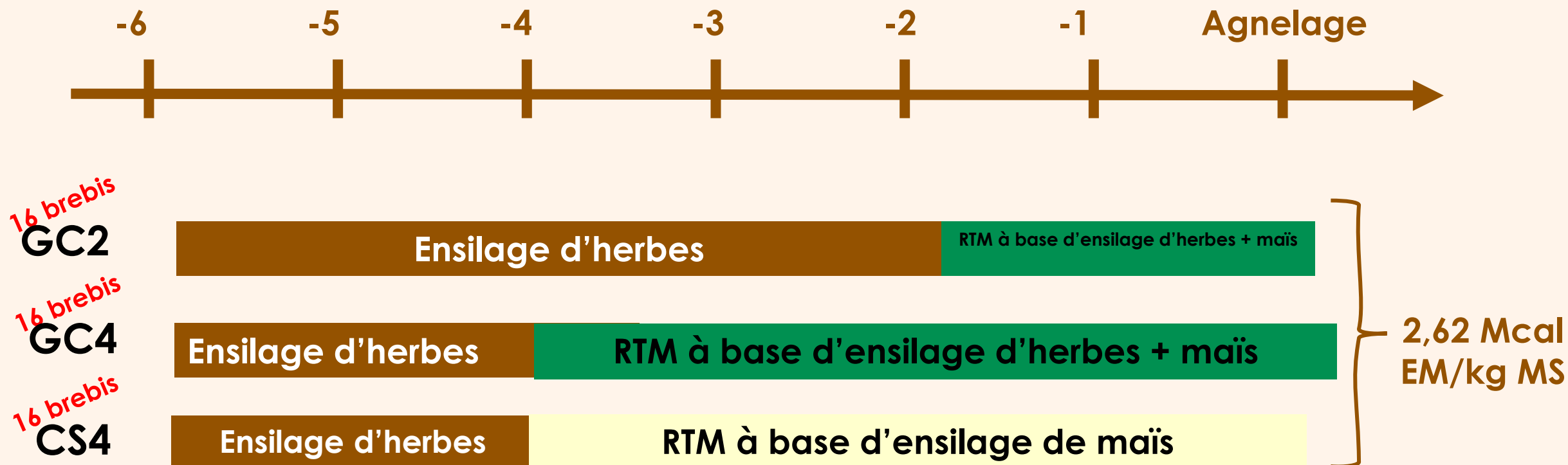
CS4

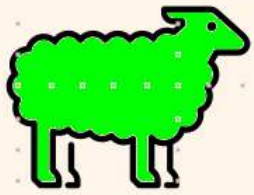


Ensilage de maïs

Phase 2

Matériel & méthodes





INGRÉDIENTS DE LA RATION

GC2

SEMAINES -6 À -2

2,2 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Minéral

SEMAINES -2 à l'agnelage

2,6 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Maïs moulu



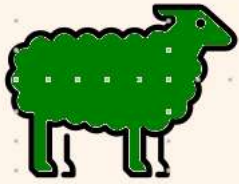
Tourteau de
soya



Pierre à chaux



Minéral



GC4

INGRÉDIENTS DE LA RATION

SEMAINES -6 À -5

2,2 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Minéral

SEMAINES -4 à l'agnelage

2,6 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Maïs moulu



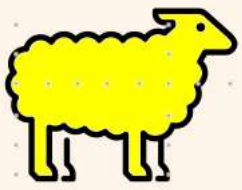
Tourteau de
soya



Pierre à chaux



Minéral



INGRÉDIENTS DE LA RATION

CS4

SEMAINES -6 À -5

2,2 Mcal EM/kg MS



Ensilage d'herbes



Minéral

SEMAINES -4 à l'agnelage

2,6 Mcal EM/kg MS



Ensilage de maïs



Tourteau de
soya



Maïs moulu



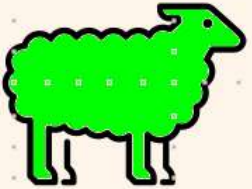
Pierre à chaux



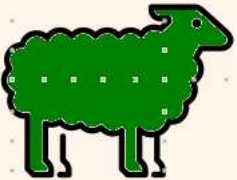
Minéral

INGRÉDIENTS DE LA RATION

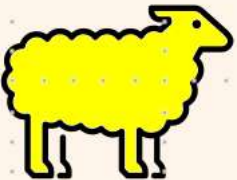
SEMAINES -4 à l'agnelage



GC2



GC4



CS4

Toutes les brebis avaient accès à du foin
Une heure avant le repas
Max 358 g/j (base MS)



RÉSULTATS

Concentration en acides gras (g/100 mL de plasma) du plasma des agneaux

	Temps 0					Temps 36						Valeur P		
Fraction	GC2 ²	GC4	CS4	GC2 vs GC4	GC4 vs CS4	GC2	GC4	CS4	SEM	GC2 vs GC4	GC4 vs CS4	Temps	Traitement	Temps*tra itement
EC ¹	33,727	34,074	33,848	0,724	0,824	39,925	42,470	41,803	0,727	0,011	0,511	< 0,01	0,191	0,129
AGL	35,889	37,710	36,306	0,437	0,562	27,797	29,641	28,418	1,732	0,431	0,613	< 0,01	0,519	0,998
PL	48,465	49,050	49,320	0,905	0,958	97,316	120,350	109,620	3,649	<0,001	0,037	< 0,01	0,005	0,011
TAG	32,799	32,884	33,543	0,995	0,965	84,171	115,560	95,350	10,896	0,035	0,186	< 0,01	0,315	0,325

EC : Esther de cholestérol, AGL : Acide gras libre, PL : Phospholipides et TAG : Triacylglycérols.

RÉSULTATS

concentration en acides gras (g/100 mL de plasma) du plasma des agneaux

Concentrations significativement différentes entre le temps 0 et le temps 36

À 36 heures...



↓ Acides gras libres

↑ Phospholipides

↑ Triacylglycérols

↑ Esters de cholestérol

NOBLE ET AL. (1971)

RAJION ET AL. (1985)

RÉSULTATS

Ratio 20:3 n-9/20:4 n-6

Ratio	GC2	GC4	CS4
Temps 0	4,4681	1,3792	1,8437
Temps 36	0,453	0,356	0,399

TEMPS 0 : GC2 EST SIGNIFICATIVEMENT DIFFÉRENT DE GC4
($p < 0.001$)

DISCUSSION

Pourquoi ?

RATIO 20:3 n-9/20:4 n-6

RTM durant 2 semaines pour GC2 vs 4 semaines pour GC4

Diminution de l'apport en 18:2 n-6 =  20:3 n-9 et du ratio



Par contre...

Perméabilité placentaire au 18:2 n-6 est faible

RÉSULTATS

EFFETS DES TRAITEMENTS SUR LE COLOSTRUM

Paramètre évalué	Traitement			SEM	Valeur P	
	GC2	GC4	CS4		GC2 vs GC4	CS4 vs GC4
Pourcentage de Brix (Digital)	27,681	31,143	29,046	1,246	0,045	0,233
Pourcentage de Brix (Optique)	28,625	32,493	26,557	1,298	0,032	0,002
Concentration en IgG (RID; mg/mL)	83,860	95,329	96,480	7,372	0,254	0,911

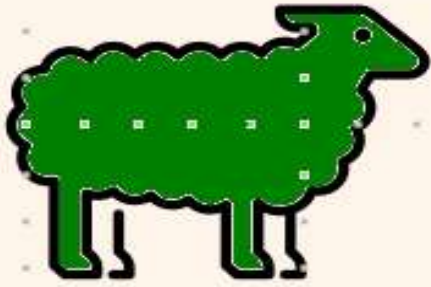
CONCENTRATION VS PRODUCTION TOTALE

Traitement alimentaire	IgG dans le colostrum (g/L)	Total IgG (g)
60% des besoins	127,7 ^a	31,5
100% des besoins	82,1 ^b	43,2
140% des besoins	99,9 ^b	33,6

a-b : Au sein d'une même colonne, les moyennes des différents traitements nutritionnel diffèrent ($P \leq 0,01$).

Nous n'avons pas la quantité totale dans notre étude, puisque la production de colostrum totale n'a pas été mesurée.

INGRÉDIENTS DE LA RATION



GC4

Ensilage d'herbes



CS4

Ensilage de maïs



AUCUN EFFET

RÉSULTATS

EFFET DE LA TAILLE DE PORTÉE SUR LA QUALITÉ DU **COLOSTRUM**

Nombre d'agneaux	Pourcentage de Brix (réfractomètre digital)	Pourcentage de Brix (réfractomètre optique)	Concentration en IgG (RID; mg/mL)
1	23,0	24,1	86,3
2	28,4	28,9	89,7
3	30,1	30,4	90,9
4	34,7	31,1	105,9

	<i>P</i>		
Effet de la taille de portée	<0,01	<0,01	<0,01
Linéaire	<0,01	0,03	0,273

RÉSULTATS

EFFET DE LA TAILLE DE PORTÉE SUR LA QUALITÉ DU **COLOSTRUM**

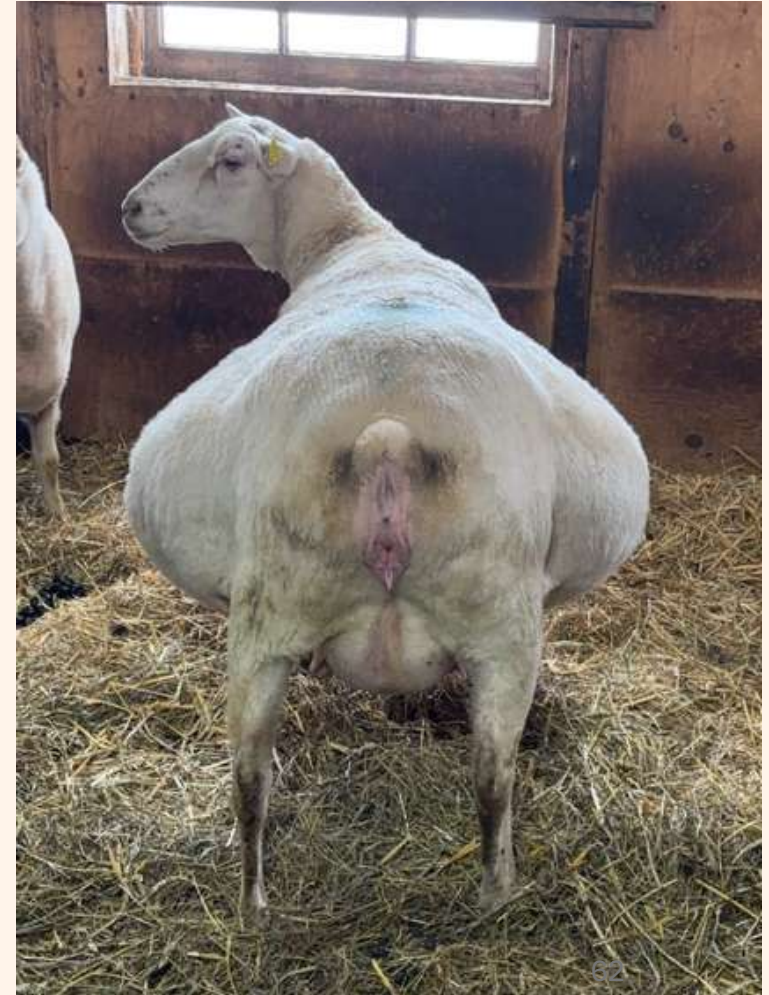
DANS LA LITTÉRATURE...

AL-SABBAGH, 2014

CHNITER ET AL., 2016

CSAPÓ ET AL., 1994

GILBERT ET AL., 1988



RÉSULTATS

EFFET DE LA TAILLE DE PORTÉE SUR LE PLASMA DES AGNEAUX

Nombre d'agneaux	Pourcentage de Brix (réfractomètre digital)	Concentration en IgG du plasma (RID; mg/mL)	Concentration en IgG du plasma (ELISA; mg/mL)
1	9,0	57,3	62,4
2	7,9	39,2	35,1
3	7,7	34,1	29,3
4	7,7	31,2	26,2

P

Effet de la taille de portée

<0,01

<0,01

<0,01

Linéaire

0,02

0,01

<0,01

CORROBORÉ PAR CHAGAS ET AL. (2023)

CORROBORÉ PAR GILBERT ET AL. (1988) AINSI QU’HALLIDAY (1974 ET 1978)

RÉSULTATS

RÉUSSITE DU TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE

LE TIP EST UNE RÉUSSITE DANS...

88,89% DES CAS

SEUIL < 15 MG IGG/ML

EĞDIR ET ÖCAL (2023) BASÉ SUR LES TRAVAUX D'ALVES ET AL. (2015),



DISCUSSION

ÉCHEC DU TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE

TAILLE DE PORTÉE

1 = QUADRUPLET

3 = TRIPLET

1 = DOUBLE

PRODUCTION ?

QUALITÉ DU COLOSTRUM

AUCUN <20 mG IGG/mL

EĞDIR ET ÖCAL (2023)
KESSLER ET AL. (2021)

AUCUN < 50 mG IGG/mL

DWYER ET AL. (2016).

AUCUN < 26,5% BRIX

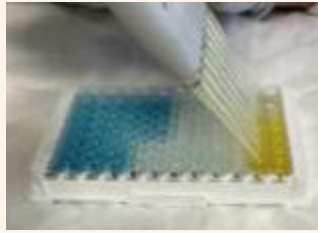
KESSLER ET AL. (2021)

2 < 29% BRIX

AGENBAG ET AL. (2023).

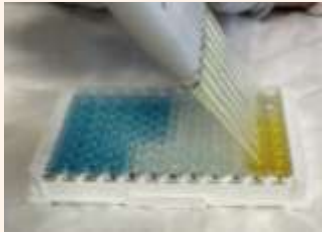
RÉSULTATS

Corrélations dans le *plasma*



RID/Elisa

Corrélation	Valeur de <i>P</i>
0,91	<0,01



Elisa/R. digital

0,90	<0,01
------	-------



RID/R. digital

0,92	<0,01
------	-------

Hamer et al. (2023)

Pourquoi ça nous intéresse?



+



+



+

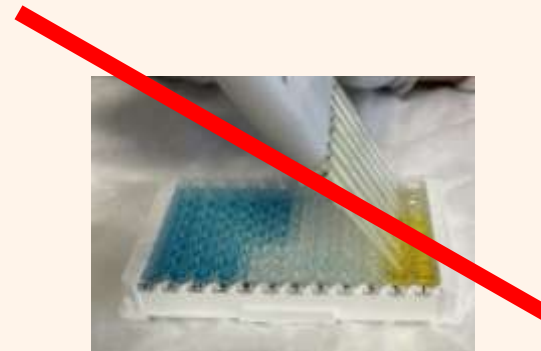


+



=

Concentrations en IgG



CEPENDANT...

TRANSFERT D'IMMUNITÉ PASSIVE

QUELS SERAIENT LES SEUILS À UTILISER ?

8,65% BRIX

HAMER ET AL. (2023)

73,33% DES AGNEAUX EN ÉTIP

8,4% BRIX

CHAGAS ET AL. (2023)

60% DES AGNEAUX EN ÉTIP

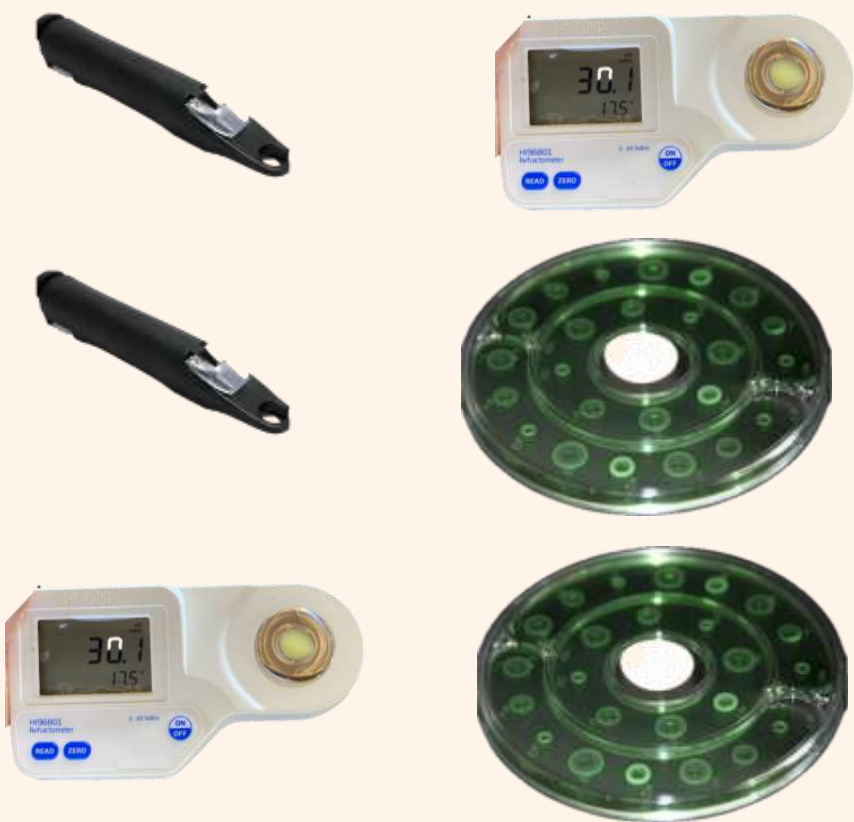
D'AUTRES TRAVAUX SONT REQUIS...



ÉTIP : échec du transfert d'immunité passive

RÉSULTATS

Corrélations dans le *colostrum*



R. optique/R. digital

Corrélation	Valeur de P
0,70	<0,01

R. optique/RID

0,30	0,046
------	-------

R. digital/RID

0,43	0,003
------	-------

Pourquoi la corrélation est-elle plus **faible
dans la phase 2 comparativement à la phase 1
?**

Techniques utilisées ?

Choix de race ?

Gras du colostrum ?

CONCLUSIONS- Phase 2

- La consommation de colostrum modifie le profil en acides gras du plasma des agneaux
 - Les trois traitements alimentaires ont permis d'abaissé le ratio
- Plus la taille de portée augmente, plus la concentration en IgG et le Brix du colostrum augmentent mais ceux du plasma diminuent.

CONCLUSIONS- Phase 2

- Les corrélations dans le plasma valide l'utilisation du réfractomètre pour évaluer le TIP. Cependant, seuil de TIP à évaluer.
- Recommandation du réfractomètre : pour une estimation de la qualité, oui !
Pour un usage précis qui aboutirait à une teneur en IgG, non !

Merci pour votre écoute !



Merci !!!



RACHEL GERVAIS
SÉBASTIEN BUCZINSKI
MARGUERITE PLANTE-DUBÉ

YVAN CHOUINARD

YOLAINE LEBEUF

MICHELINE GINGRAS

NANCY BOLDUC

LAURIE GIRARD

ILIANA MARIA RODRIGUEZ LEMUS



Références

- Aliarabi, H. et Abbasi, M. (2024). The Effect of Eicosapentaenoic Acid and Docosahexaenoic Acid on Blood Parameters, Production and Composition of Ewe's Milk in Late Pregnancy, 15(1), 65-75. <https://doi.org/10.22067/ijasr.2022.74963.1064>
- Al-Sabbagh, T. (2014). Colostral IgG As Affected By Nutritional Status for Border Leicester Merino Ewes Delivered in Kuwait. Dans M. Behnassi, S. A. Shahid et N. Mintz-Habib (dir.), Science, Policy and Politics of Modern Agricultural System: Global Context to Local Dynamics of Sustainable Agriculture (p. 239-248). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7957-0_16
- Agenbag, B., Swinbourne, A. M., Petrovski, K. et Van Wettere, W. H. E. J. (2023). Validation of a handheld refractometer to assess Merino ewe colostrum and transition milk quality. Journal of Dairy Science, 106(2), 1394-1402. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22022>
- Alves, A. C., Alves, N. G., Ascari, I. J., Junqueira, F. B., Coutinho, A. S., Lima, R. R., Pérez, J. R. O., Paula, S. O. D., Furusho-Garcia, I. F. et Abreu, L. R. (2015). Colostrum composition of Santa Inês sheep and passive transfer of immunity to lambs. Journal of Dairy Science, 98(6), 3706-3716. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7992>
- Averós, X., Granado-Tajada, I., Arranz, J., Beltrán de Heredia, I., González, L., Ruiz, R., García-Rodríguez, A. et Atxaerandio, R. (2022). Pre-Partum Supplementation with Polyunsaturated Fatty Acids on Colostrum Characteristics and Lamb Immunity and Behavior after a Mild Post-Weaning Aversive Handling Period. Animals, 12(14), 1780. <https://doi.org/10.3390/ani12141780>
- Barrington, G. M., Besser, T. E., Gay, C. C., Davis, W. C., Reeves, J. J., McFadden, T. B., & Akers, R. M. (1999). Regulation of the immunoglobulin G1 receptor: effect of prolactin on in vivo expression of the bovine mammary immunoglobulin G1 receptor. The Journal of endocrinology, 163(1), 25-31. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1630025>
- Chniter, M., Salhi, I., Harrabi, H., Khorchani, T., Lainé, A.-L., Nowak, R. et Hammadi, M. (2016). Physiological changes in the peri-partum period and colostral IgG transfer in prolific D'man sheep: effects of parity and litter size. Tropical Animal Health and Production, 48(2), 387-394. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0963-8>

Chagas, D. W., de Oliveira Feijó, J., Corrêa, M. N., Furtado, M., Gueretz, J. S., Peripolli, V., Bianchi, I., Moreira, F. et Schwegler, E. (2023). Metabolic profile of transition period in ewes and its influence on passive immunity transference in lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 55(2), 112. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03531-5>

Csapó, J., Csapó-Kiss, Z., Martin, T. G., Szentpeteri, J. et Wolf, G. (1994). Composition of colostrum from goats, ewes and cows producing twins. *International Dairy Journal*, 4(5), 445-458. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(94\)90058-2](https://doi.org/10.1016/0958-6946(94)90058-2)

Dawe, S. T., Husband, A. J., & Langford, C. M. (1982). Effects of induction of parturition in ewes with dexamethasone or oestrogen on concentrations of immunoglobulins in colostrum, and absorption of immunoglobulins by lambs. *Australian journal of biological sciences*, 35(2), 223–229. <https://doi.org/10.1071/bi9820223>

Dwyer, C. M., Conington, J., Corbiere, F., Holmøy, I. H., Muri, K., Nowak, R., Rooke, J., Vipond, J. et Gautier, J.-M. (2016). Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. *Animal*, 10(3), 449-459. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001974>

Eales, F. A., Gilmour, J. S., Barlow, R. M. et Small, J. (1982). Causes of hypothermia in 89 lambs. *The Veterinary Record*, 110(6), 118-120. <https://doi.org/10.1136/vr.110.6.118>

Eğdir, C. et Öcal, N. (2023). Comparison of Passive Transfer Between Lambs Receiving Colostrum by Natural Suckling and Lambs Given Colostrum by Bottle. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8319150>

Gilbert, R. P., Gaskins, C. T., Hillers, J. K., Parker, C. F. et McGuire, T. C. (1988). Genetic and environmental factors affecting immunoglobulin G1 concentrations in ewe colostrum and lamb serum. *Journal of Animal Science*, 66(4), 855-863. <https://doi.org/10.2527/jas1988.664855x>

Gross, J., Van Dorland, H. A., Bruckmaier, R. M. et Schwarz, F. J. (2011). Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 78(4), 479-488. <https://doi.org/10.1017/S0022029911000550>

Hamer, K., Bellingham, M., Evans, N. P., Jones, R. O., & Denholm, K. S. (2023). Defining optimal thresholds for digital Brix refractometry to determine IgG concentration in ewe colostrum and lamb serum in Scottish lowland sheep flocks. *Preventive veterinary medicine*, 218, 105988. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105988>

Halliday, R. (1974). Variations in immunoglobulin concentrations in Merino and Scottish Blackface lambs. *Animal Science*, 19(3), 301-308. <https://doi.org/10.1017/S000335610002287X>

Halliday, R. (1978). Variation in immunoglobulin transfer from ewes to lambs. *Annales De Recherches Veterinaires. Annals of Veterinary Research*, 9(2), 367-374.

Jolazadeh, A. R., Mohammadabadi, T., Dehghan-banadaky, M., Chaji, M. et Garcia, M. (2019). Effect of supplementation fat during the last 3 weeks of uterine life and the preweaning period on performance, ruminal fermentation, blood metabolites, passive immunity and health of the newborn calf. *British Journal of Nutrition*, 122(12), 1346-1358. <https://doi.org/10.1017/S0007114519002174>

Khan, N. A., Yu, P., Ali, M., Cone, J. W. et Hendriks, W. H. (2015). Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 238-252. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6703>

Kessler, E. C., Bruckmaier, R. M. et Gross, J. J. (2021). Short communication: Comparative estimation of colostrum quality by Brix refractometry in bovine, caprine, and ovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 2438-2444. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19020>

Kliem, K. E., Morgan, R., Humphries, D. J., Shingfield, K. J. et Givens, D. I. (2008). Effect of replacing grass silage with maize silage in the diet on bovine milk fatty acid composition. *Animal*, 2(12), 1850-1858. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003078>

Noble, R. C. (1981). LIPID METABOLISM IN THE NEONATAL RUMINANT. Dans W. W. Christie (dir.), *Lipid Metabolism in Ruminant Animals* (p. 411-448). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-023789-3.50013-1>

Noble, R. C., Steele, W. et Moore, J. H. (1971). Diet and the fatty acids in the plasma of lambs during the first eight days after birth. *Lipids*, 6(1), 26-34. <https://doi.org/10.1007/BF02536371>

Nogalski, Z., Wroński, M., Sobczuk-Szul, M., Mochol, M. et Pogorzelska, P. (2012). The Effect of Body Energy Reserve Mobilization on the Fatty Acid Profile of Milk in High-yielding Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(12), 1712-1720. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12279>

Plush, K. J., Brien, F. D., Hebart, M. L. et Hynd, P. I. (2016). Thermogenesis and physiological maturity in neonatal lambs: a unifying concept in lamb survival. *Animal Production Science*, 56(4), 736-745. <https://doi.org/10.1071/AN15099>

Rajion, M. A., McLean, J. G. et Cahill, R. N. (1985). Essential fatty acids in the fetal and newborn lamb. *Australian Journal of Biological Sciences*, 38(1), 33-40.

Roque-Jiménez, J. A., Rosa-Velázquez, M., Pinos-Rodríguez, J. M., Vicente-Martínez, J. G., Mendoza-Cervantes, G., Flores-Primo, A., Lee-Rangel, H. A. et Relling, A. E. (2021). Role of Long Chain Fatty Acids in Developmental Programming in Ruminants. *Animals*, 11(3), 762. <https://doi.org/10.3390/ani11030762>

Santos, J. E. P., Greco, L. F., Garcia, M., Thatcher, W. W. et Staples, C. R. (2013). The Role of Specific Fatty Acids on Dairy Cattle Performance and Fertility.

Sarica, M. et Aydoğdu, U. (2024). Determination of colostrum quality using Brix refractometer in sheep. *Acta Veterinaria Hungarica*, 72(2), 116-124. <https://doi.org/10.1556/004.2024.00951>

Swanson, T. J., Hammer, C. J., Luther, J. S., Carlson, D. B., Taylor, J. B., Redmer, D. A., Neville, T. L., Reed, J. J., Reynolds, L. P., Caton, J. S., & Vonnahme, K. A. (2008). Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *Journal of animal science*, 86(9), 2415–2423. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0996>

Vlaeminck, B., Fievez, V., Cabrita, A. R. J., Fonseca, A. J. M. et Dewhurst, R. J. (2006). Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 131(3-4), 389-417. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.017>

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E. et Barrington, G. M. (2000). Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14(6), 569-577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>