

L'absorption du magnésium comme influencée par la cinétique de passage ruminale

Jean-Luc Oberson

Posieux, 29.11.2017

Contenu

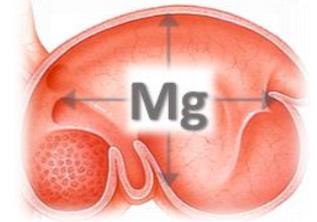
- Introduction
- Objectifs de l'étude

- Procédures expérimentales

- Résultats et discussion
 - Les cinétiques de passage ruminales
 - Le bilan magnésique
 - Les relations entre les paramètres physiques et physiologiques
 - Les recommandations pour la pratique

- Questions en suspens et conclusion

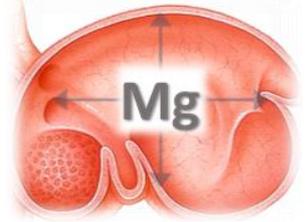
Intro 1 : Importance du Mg dans le métabolisme



- Mg est un élément essentiel dans le métabolisme
 - Lors de réactions enzymatiques
 - 3^{ème} constituant des os, impliqué dans le processus de minéralisation en permettant la sécrétion de la PTH et Vit. D (Shils 1997)
 - Impliqué dans plus de 300 réactions enzymatiques, et dans presque toutes les kinases (Mg²⁺ ATP complexe, *ibid.*)
 - Lors de réaction non enzymatiques (Meshy 2010; Suttle 2010)
 - Transmissions neuromusculaires lors d'impulsions nerveuses,
 - Contrôle des battements autonomes du cœur
 - Permet le processus de relâchement du muscle après la contraction
 - Permet l'activité cellulolytique des bactéries ruminales

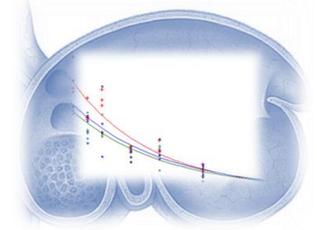


Intro 2 : Comprendre son absorption chez le ruminant



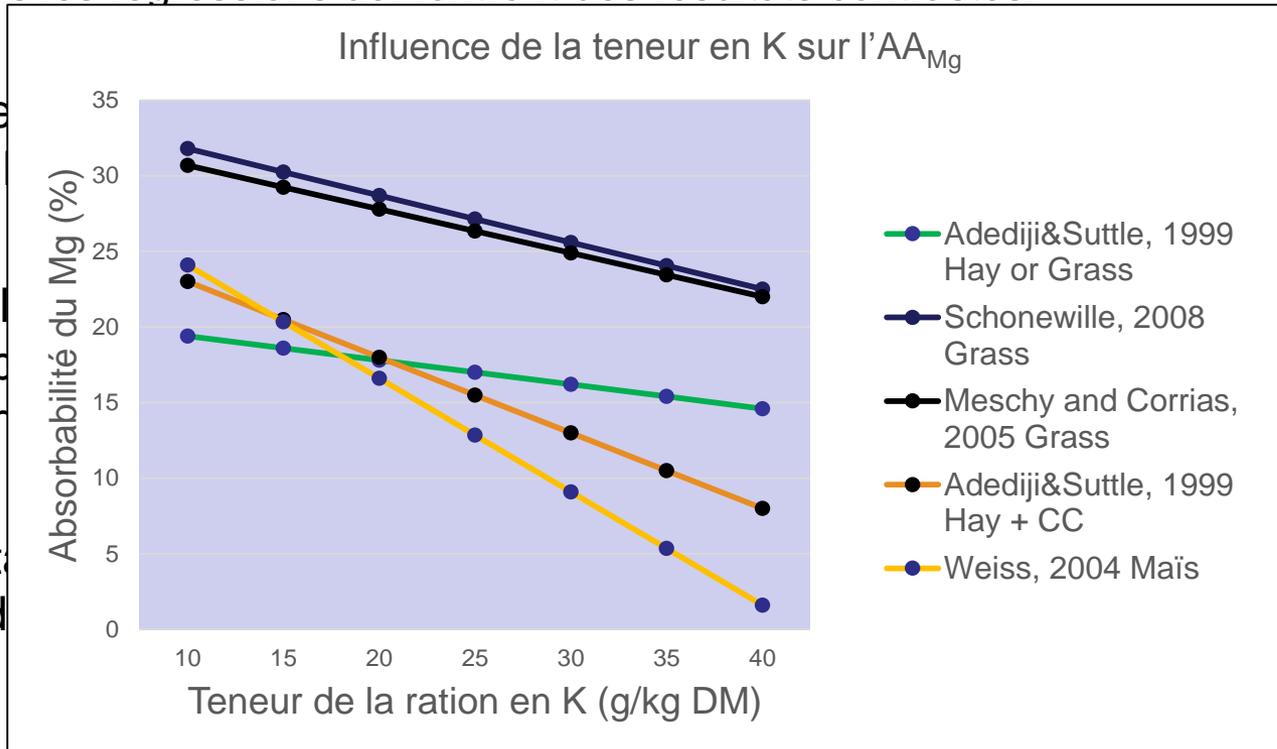
- Le rumen est le principale site d'absorption du Mg chez le ruminant adulte (Grace and MacRae 1972; Thomas and Potter 1976)
- Cette action est déterminée par des transferts actifs et passifs au travers de la parois épithéliale (Martens and Schweigel 2000; Suttle 2010)
- L'absorption du Mg est soumise à de nombreuses influences
 - Concentration de la ration en K (Weiss 2004; Schonewille et al. 2008)
 - Apports en glucides, lipides et pH ruminal (Schonewille 2013)
 - Apport en MA rapidement fermentescible (Care et al. 1984)
 - Interactions avec d'autres minéraux (Na, P, Ca) (Suttle 2010, Schonewille 2013)
- Et la vitesse de passage ruminale ???

Objectifs de l'étude 1 : La problématique



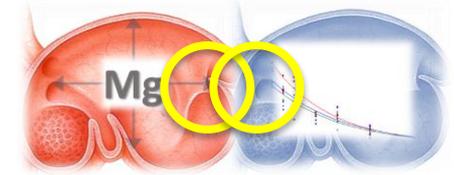
- L'action antagoniste du K est bien documentée,
 - Mais les régressions démontrent des résultats contrastés.

- Un e sem
- L'util supp con
- Cert préd



entré
cteurs

Objectifs de l'étude



- Cette étude avait pour but:
 - d'évaluer l'effet de la cinétique de passage ruminale sur l'absorption et le bilan du magnésium,
 - Chez la vache laitière en lactation
 - Affouragée avec des rations à base d'ensilage d'herbe récolté de manière **précoce** ou **tardive**, donc caractérisé par **des teneurs contrastées en NDF**,
 - Avec des **concentrations similaires en K**, et de manière équilibrée ou excédentaire en protéines.
 - De justifier si la cinétique de passage ruminale doit être prise en considération dans les apports alimentaires recommandés en Mg.
- Hypothèses alternatives :
 - Affourager une ration pauvre en fibre accélère la vitesse de passage
 - L'accélération de la vitesse de passage réduit l'absorption en Mg
 - Une ration excédentaire en PAIN réduit l'absorption du Mg

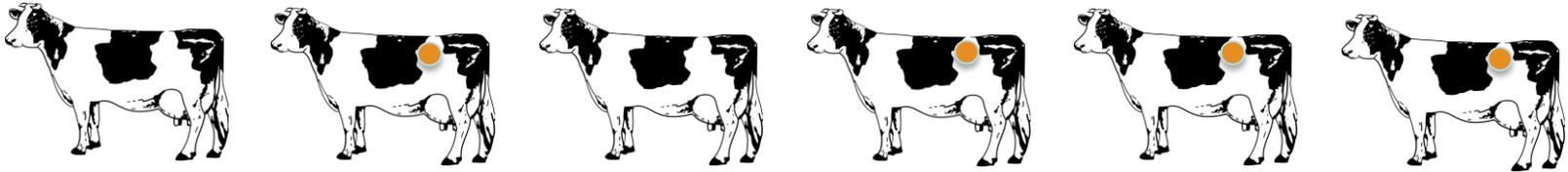




- **Les procédures expérimentales**
 - Design expérimental
 - Préparation des Marqueurs
 - Récoltes des données

Animaux, rations et design expérimental

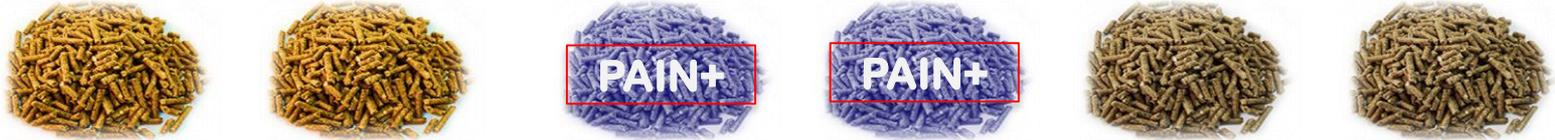
Vaches laitière en lactation, 697 ± 61 kg PV, 130 ± 60 JEL, 5 ± 2 Lact., 4 fistulées



80% MSI → Ensilage d'herbe Précoce vs Tardif, 341 vs 571 g NDF



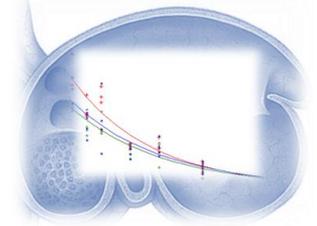
20% MSI → aliments concentrés pour équilibrer 3 rations



Design en carré latin 3 X 3, avec 2 vaches par traitement et période, 14-21 j. d'adaptation

VL	Fistule	Periode 1			Periode 2			Periode 3				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1935	non	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C
1861	oui	A	A	A	C	C	C	C	B	B	B	B
1720	oui	B	B	B	A	A	A	A	C	C	C	C
1665	non	B	B	B	C	C	C	C	A	A	A	A
1791	oui	C	C	C	A	A	A	A	B	B	B	B
1813	oui	C	C	C	B	B	B	B	A	A	A	A

Préparation des marqueurs



Phase liquide

- Cobalt-EDTA
- Le Co est «chélaté», indigestible
- Marqueur soluble dans l'eau
- 138.6 mg Co/g marqueur
- Dose unique 50g dans 500 ml d'eau
- Facile à réaliser, seulement en labo

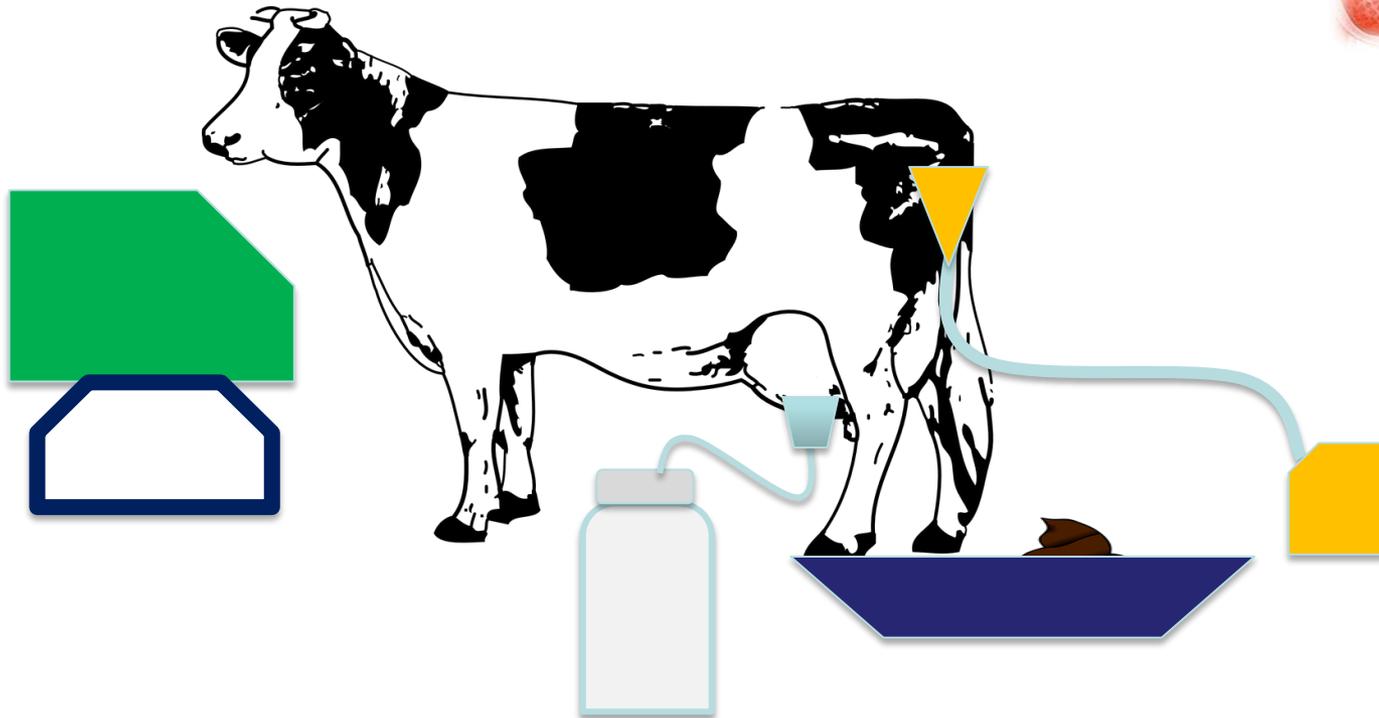
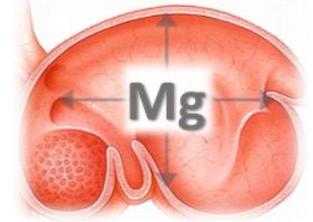


Phase solide

- Fibres marquées à l'Ytterbium
- Echange de protons avec la MO
- Insoluble, associé aux particules
- 15.5 mg Yb/g marqueur
- Dose unique 200g dans le rumen
- Préparation facile mais longue

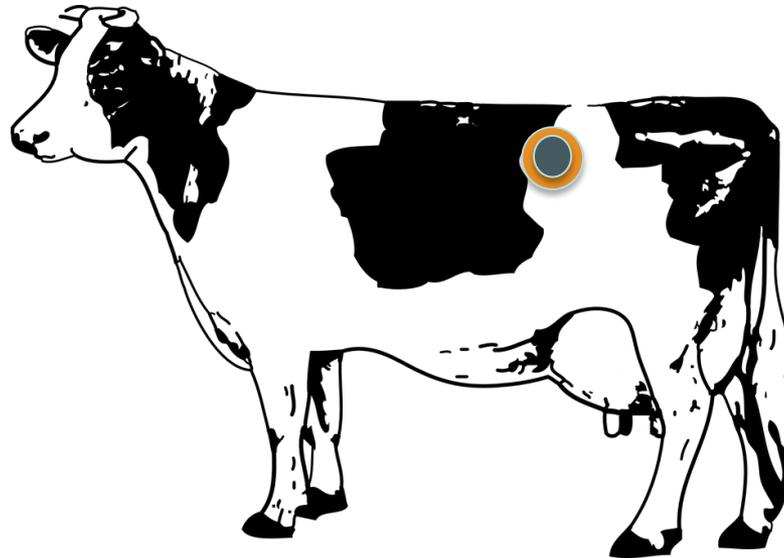
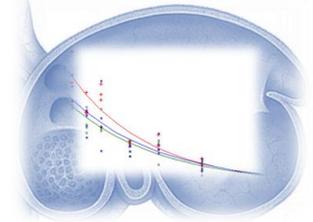


Récolte des données du bilan minérale



- Collecte durant 7 jour à la fin de chaque période
- Fourrages, concentrés et restes pesés, séchés et poolés pour chaque période
- Collecte journalière complète des fèces, du lait et de l'urine, échantillons congelés et poolés par vache et période
- Prise de sang le 5ème jour du bilan

Récolte de données pour l'évaluation de la cinétique ruminale



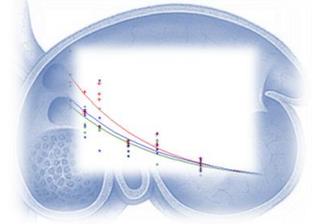
- Uniquement chez les vaches fistulées
- Marqueurs administrés le 3ème jours du bilan juste avant l'affouragement
- Echantillons prélevés avant et 1, 2, 3, 5, 7, 10, 16, 23 h après application
- Estimation du volume ruminale (VOL_L and VOL_S) et de la vitesse de passage liquide et solide (Kp_L and Kp_S)



- **Résultats et discussion**

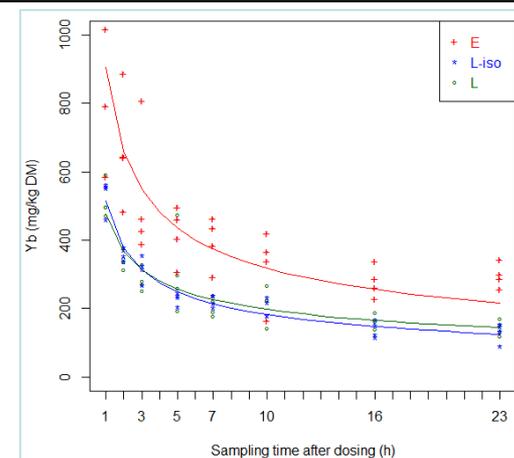
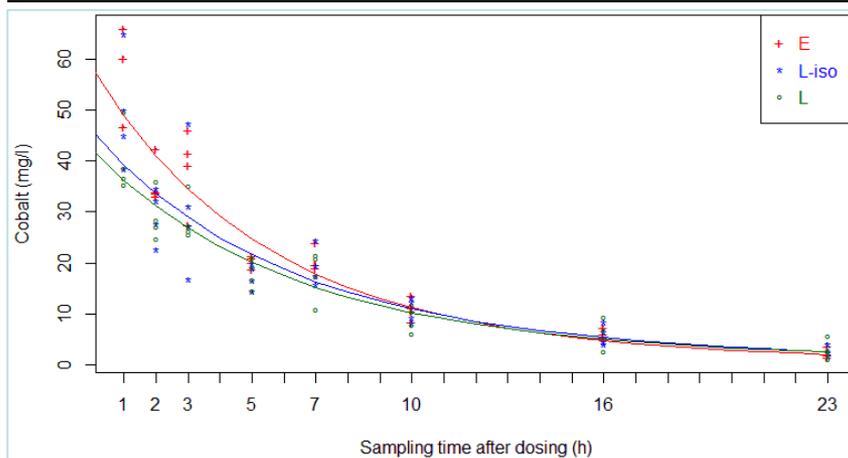
- La cinétique du passage ruminale
- Le bilan magnésique
 - Conclusion intermédiaire
- Les relation entre les paramètres physiques et physiologiques
- Les recommandations éventuelles pour la pratique

La cinétique du passage ruminale



Cinétique ruminale de la phase solide et liquide chez la vache laitière (fistulée; $n = 4$ par traitement) affouragées avec les rations expérimentales.

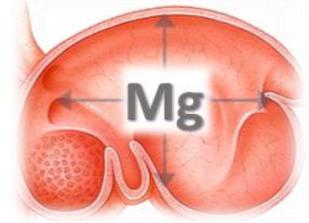
Paramètres	Rations			SEM	P-value
	Précoce	T+Prot	Tardive		
Vol _L , (L)	116^b	146^{ab}	156^a	7.20	0.02
Kp _L (%/h)	17.5	16.0	15.9	0.65	0.12
Vol _S , (kg DM)	3.69^b	5.72^a	6.20^a	0.79	<0.001
Kp _S (%/h)	1.50	1.57	1.46	0.03	0.32



L'absorption du magnésium comme influencée par la cinétique de passage ruminale | Colloque Interne 29.11.2017

Jean-Luc Oberson

Le bilan magnésique



Bilan magnésique des vaches laitière ($n = 6$ par traitement) affouragées avec les rations expérimentales

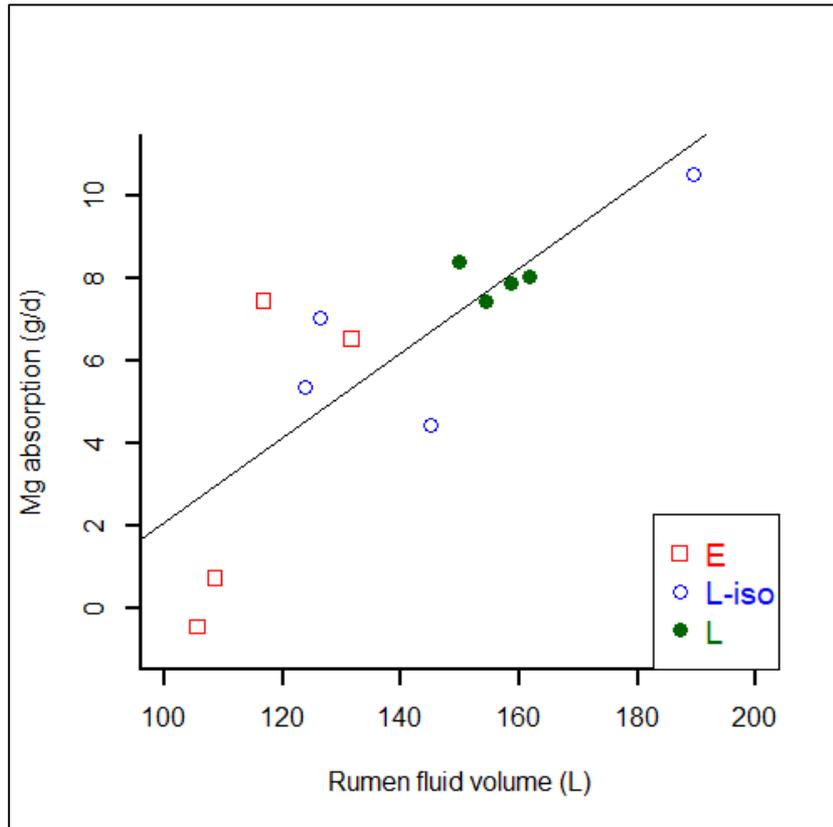
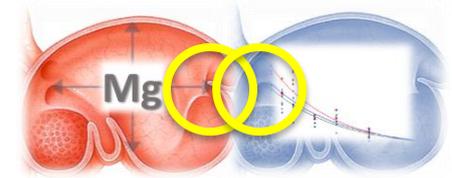
Paramètres	Rations			SEM	p-value
	Précoce	T+Prot	Tardive		
Magnésium (g/d)					
Ingestion	44.6	43.0	43.2	1.21	0.60
Excrétion fécale	39.2^a	35.8^b	35.0^b	1.28	0.007
Absorption apparente	5.24	7.60	8.30	0.584	0.12
CAA (%)	11.9	17.5	18.9	1.37	0.077
Excrétion urinaire	1.74^b	3.31^a	3.47^a	0.249	<0.001
Excrétion laitière	2.85 ^{ab}	2.94 ^a	2.53 ^b	0.140	0.016
Rétention	0.587	1.33	2.26	0.388	0.56
% ingestion	1.26	3.04	4.86	0.924	0.61
Mg and K solubilisé					
K (g/L)	1.20a	1.08ab	0.99b	0.015	0.013
Mg (g/L)	0.10a	0.05b	0.04b	0.004	<0.001
Mg / K (mg/g)	69.5a	50.3b	46.0b	0.51	<0.001

Conclusion intermédiaire...



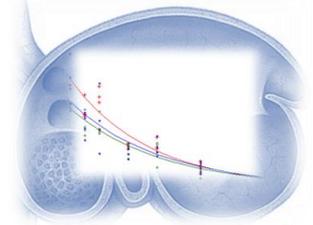
- Les KpL et KpS n'ont pas été influencés par les rations qui différaient soit par leur teneur en NDF ou en protéines
 - $P_{(H_0)} > 0.10$
- L'absorption apparente du Mg n'a pas été influencée par les rations et il n'y avait pas de corrélation avec la vitesse de passage ruminale
- Cependant :
 - Ration **Précoce** → grandes variations observées entre les vaches
 - CAA tendancielle diminué
 - Mg soluble deux fois plus concentré
 - Impacts significatifs des rations sur les volumes ruminaux
- Nouvelle hypothèse
 - Ha₂ : L'absorption du Mg est influencée par le volume ruminal.

Mg absorbé vs VOL_L

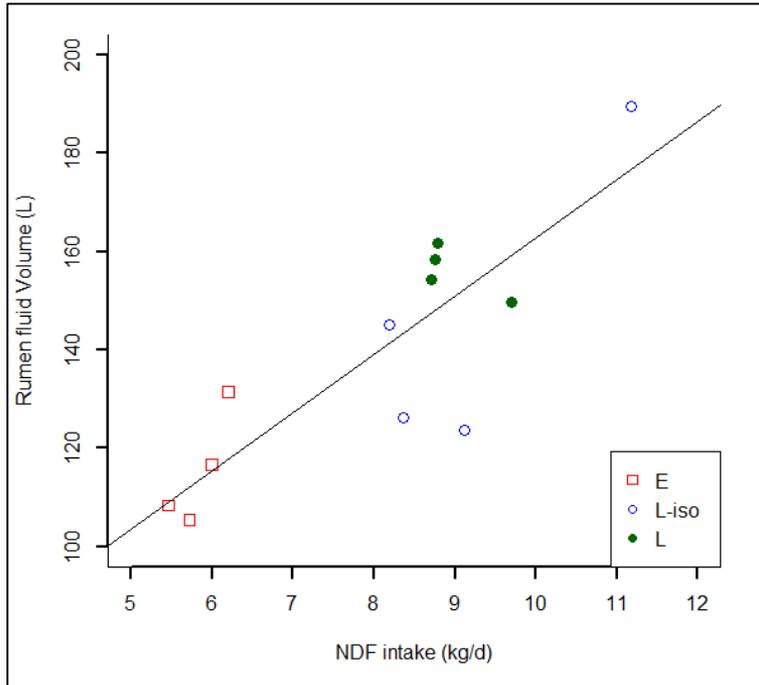


- Corrélation avec le volume liquide VOL_L
 - Pearson's $r = 0.79$, $n = 12$, $P = 0.002$
- Aussi avec le volume solide VOL_S
 - Pearson's $r = 0.59$, $n = 12$, $P = 0.045$
- Explique partiellement pourquoi il n'y a pas d'effet de la ration sur l'AA_{Mg}
- Mais pourquoi le VOL_L entre ensilage **Précoce** et tardif pour **T+Prot** n'étaient pas différent ?

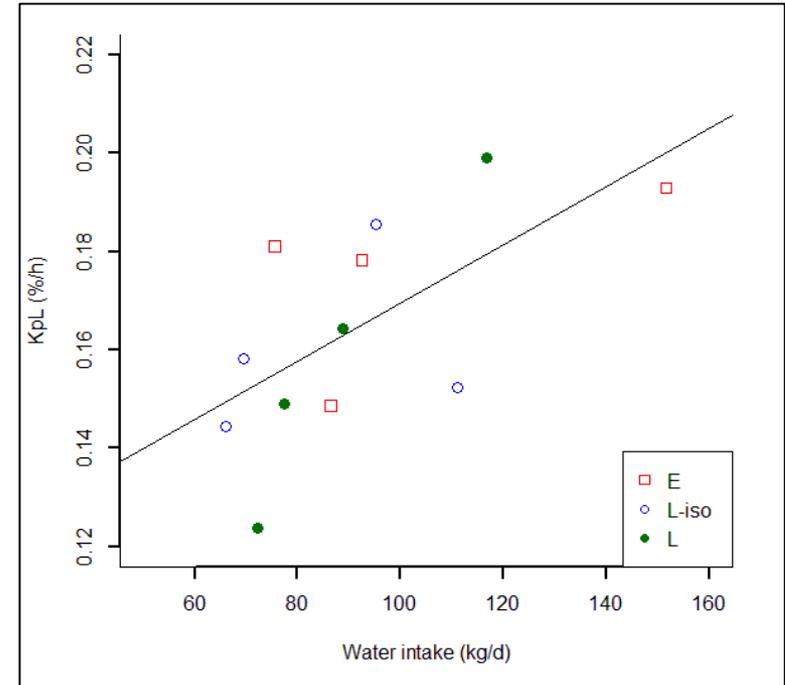
Ce qui explique les variations de cinétique entre rations



La NDF ingéré → VOL



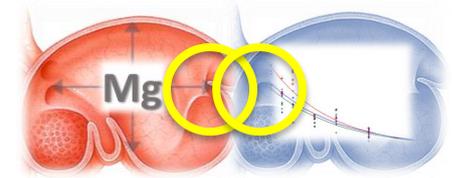
La conso d'eau → KpL



- **Pearson $r = 0.85$, $P < 0.001$**
- Pas de corrélation avec la conso d'eau ou la MSI

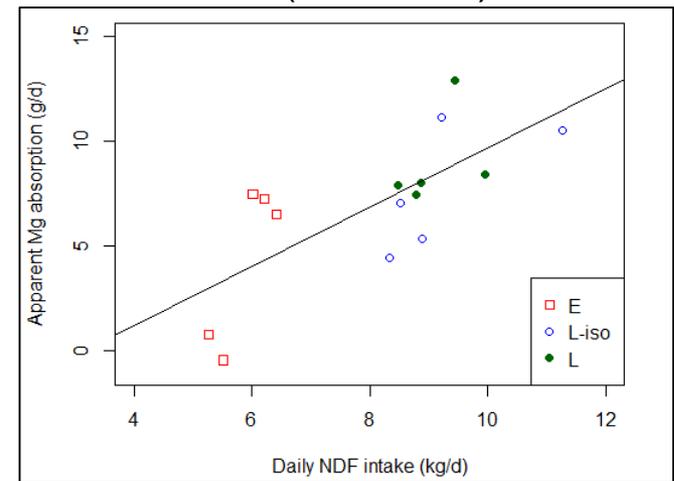
- **Pearson $r = 0.64$, $P = 0.026$**
- Pas de corrélation avec la NDFi ou la MSI

Recommandations pour la pratique



- L'absorption du Mg semble être réduite par la diminution du volume ruminale
 - Ce paramètre pourrait être pris en considération dans les recommandations
- Problème, définir le volume ruminal d'une vache sur une exploitation !
 - Vol_L pas mesurable sans marqueur, pas de vaches fistulées à disposition
- L'absorption du Mg et la NDFi sont corrélés avec le Vol_L
 - Donc, absorption du Mg également prédictible avec la NDFi (P = 0.006).

- Prédire les apports nécessaires :
 - Estimer les besoins net → Livre vert,
 - Estimer l'ingestion → PAFF,
 - Calculer la teneur en NDF de la ration
 - Calculer la teneur en K de la ration



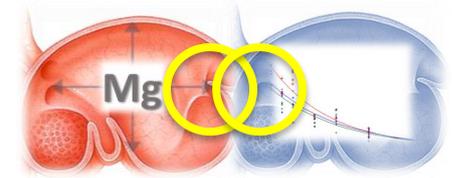


- **Questions en suspens**
Conclusion

Limitations des connaissances actuelles

- L'équation de prédiction de L'absorption du Mg en fonction de la NDFi requière plus de données
 - Origine différente de 0 ? Relation = $+1.32g \text{ Mg}_{\text{Absorbé}} / \text{kg NDFi}$?
 - Marginal R^2 de 0.53 seulement ?
 - Est-ce que le modèle entre l'absorption du Mg et le Vol_L est linéaire, quadratique, logarithmique?
- Si le modèle prédit une absorption plus basse que les besoins net, est-ce qu'un apport supplémentaire est suffisant pour palier le manque?
 - La concentration en Mg ruminal a doublé chez les vaches avec la ration **précoce!!**
 - → Saturation du potentiel d'absorption de l'épithélium à une concentration définie?

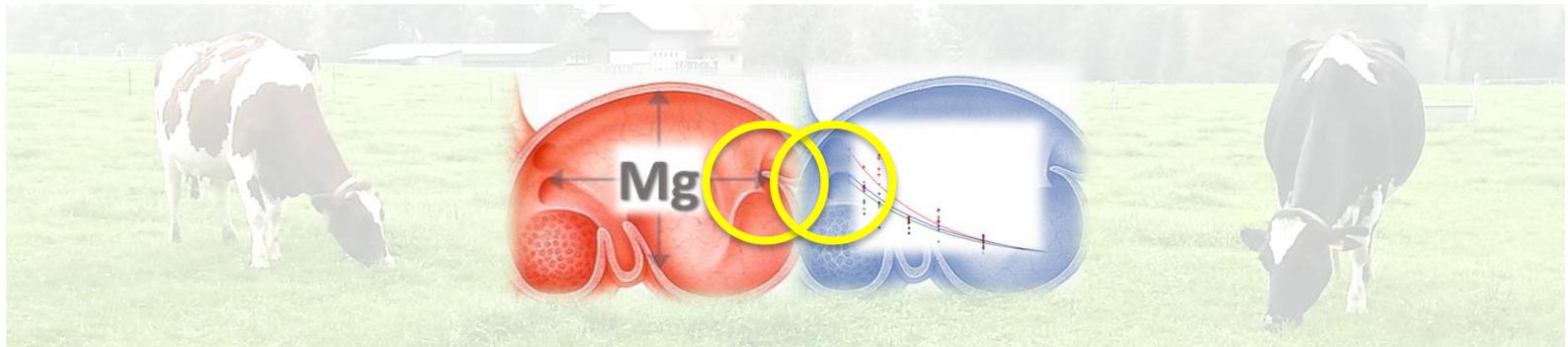
Conclusion



- La vitesse de passage ruminale n'a été influencé ni par la ration, par le teneur en NDF ou en MA, ni par la MSI
- L'excrétion fécale en Mg augmentait et l'excrétion urinaire en Mg diminuait lorsque les vaches recevaient la ration précoce,
 - Le CAA en Mg tendait à diminuer également.
- L'absorption du Mg diminuait avec la diminution volume ruminal liquide
- Le volumes ruminiaux sont corrélés avec l'ingestion quotidienne en NDF
 - Ce paramètre pourrait être utilisé dans les recommandations d'apport.
- Comment le volume influence l'absorption du Mg ?
 - → surface d'absorption réduite, saturation à haute concentration?
- Peut-on confirmer le modèle lié à la NDFi?
- Y a-t-il d'autres interactions avec Vol_L et K?



- Toutes ces réponses dans un prochain épisode ... 😊





Merci pour votre attention

Jean-Luc Oberson
jean-luc.oberson@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain
www.agroscope.admin.ch

References

- Adediji, O., and N. F. Suttle. 1999. Influence of diet type, potassium and animal species on the absorption on magnesium by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 58(01):31A.
- Care, A. D., R. C. Brown, A. R. Farrar, and D. W. Pickard. 1984. Magnesium absorption from the digestive tract of sheep. *Q J Exp Physiol* 69(3):577–587.
- Grace, N. D., and J. C. MacRae. 1972. Influence of feeding regimen and protein supplementation on the sites of net absorption of magnesium in sheep. *Br. J. Nutr.* 27(01):51. <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19720068>.
- Krämer, M., P. Lund, and M. R. Weisbjerg. 2013. Rumen passage kinetics of forage- and concentrate-derived fiber in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96(5):3163–3176.
- Krizsan, S. J., S. Ahvenjärvi, and P. Huhtanen. 2010. A meta-analysis of passage rate estimated by rumen evacuation with cattle and evaluation of passage rate prediction models. *J. Dairy Sci.* 93(12):5890–5901.
- Martens H, Schweigel M, 2000. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. Implications for clinical management. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 16 (2), 339–368.
- Meschy, F. 2010. Nutrition minérale des ruminants. Collection savoir-faire. Quae, Versailles.
- Meschy, F., and R. Corrias. 2005. Recommandations d'apport alimentaire en calcium et magnésium absorbables pour les ruminants. *Rencontres Recherches Ruminants* 12(1):221:224.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th. rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Schonewille, J. T. 2013. Magnesium in dairy cow nutrition: an overview. *Plant Soil* 368(1-2):167–178. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-013-1665-5>.
- Schonewille, J. T., H. Everts, S. Jittakhot, and A. C. Beynen. 2008. Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91(1):271–278.
- Shils, M. E. 1997. Magnesium. In: B. L. O'Dell, and R. A. Sunde, editors, *Handbook of nutritionally essential mineral elements*. Marcel Dekker, New York. p. 117–152.
- Stensig, T., and P. H. Robinson. 1997. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet. *J. Dairy Sci.* 80(7):1339–1352.
- Suttle, N. F. 2010. *Mineral nutrition of livestock*. 4th ed. CABI, Wallingford.
- Tomas, F. M., and B. J. Potter. 1976. The site of magnesium absorption from the ruminant stomach. *Br. J. Nutr.* 36(01):37. <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19760056>.
- Weiss, W. P. 2004. Macromineral digestion by lactating dairy cows: factors affecting digestibility of magnesium. *J. Dairy Sci.* 87(7):2167–2171.