
Gestion de la composition du lait des ruminants : quels rôles de l'alimentation ?

Yves Beckers
Elevage de précision et nutrition



Pourquoi modifier les taux, les quantités voire la nature des matières utiles du lait ?

- Paiement du lait : quantité de matières grasses et de protéines
- Impact sur le devenir du lait
 - Lait de boisson : entier vs demi-écrémé vs écrémé
 - Produits laitiers : yaourt, beurre et fromage
 - Rendement de fabrication
- Caractéristiques organoleptiques
 - Apparence, goût, couleur, texture, ...
- Aliment « santé des consommateurs »
 - « Bonnes » vs « mauvaises » matières grasses
 - Autres composés utiles pour la santé du consommateur

Pourquoi modifier les taux, les quantités voire la nature des matières utiles du lait ?

■ Quelques définitions

- ❑ Taux MU = % ou g/kg de lait
- ❑ Quantité MU (kg) = quantité lait (kg) x taux MU
- ❑ Nature des MU = composition des MU

■ Modifications des matières utiles

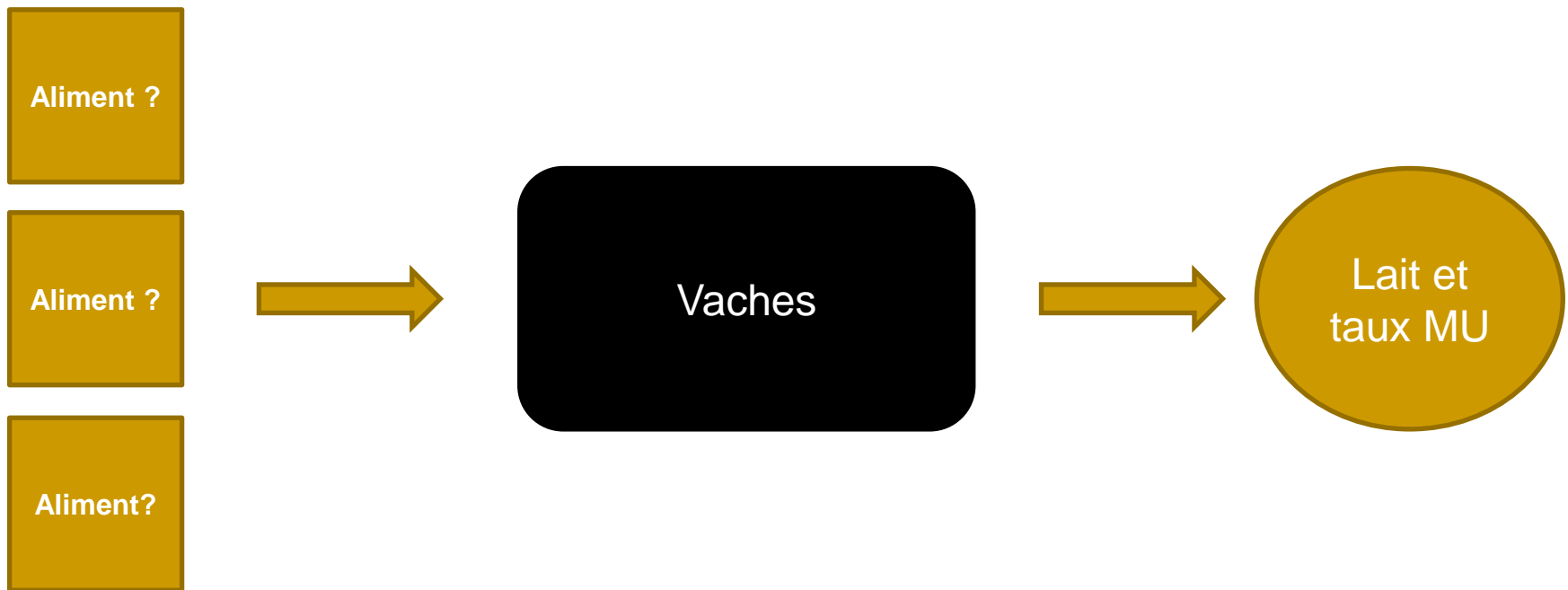
- ❑ Augmentation (ou diminution) du taux
- ❑ Augmentation (ou diminution) de la quantité de lait sans modification des taux de MU

Sécrétion du lait par la glande mammaire

- Conséquences de nombreux mécanismes
 - Facteurs physiologiques
 - Cyclicité de la glande mammaire
 - Développement et fonctionnement
 - Facteurs génétiques
 - Plus de 16 000 gènes impliqués dans la synthèse du lait
 - Facteurs liés aux conduites d'élevage
 - Leviers alimentaires
 - Les pratiques de traite
 - Durée de la lactation et du tarissement
 - Facteurs liés à la santé de l'animal et du pis

Leviers alimentaires

- Variation de l'alimentation et mesures des réponses en termes de lait et taux de MU



Composition du lait

- Eau : 87 %
- Résidu sec : 13 %
 - Lactose (5 %)
 - Protéines (3 à 4 %)
 - Matières grasses (3 à 5 %)
 - Minéraux
 - ...

Leviers alimentaires

- Variation de l'alimentation et mesures des réponses en termes de lait et taux de MU



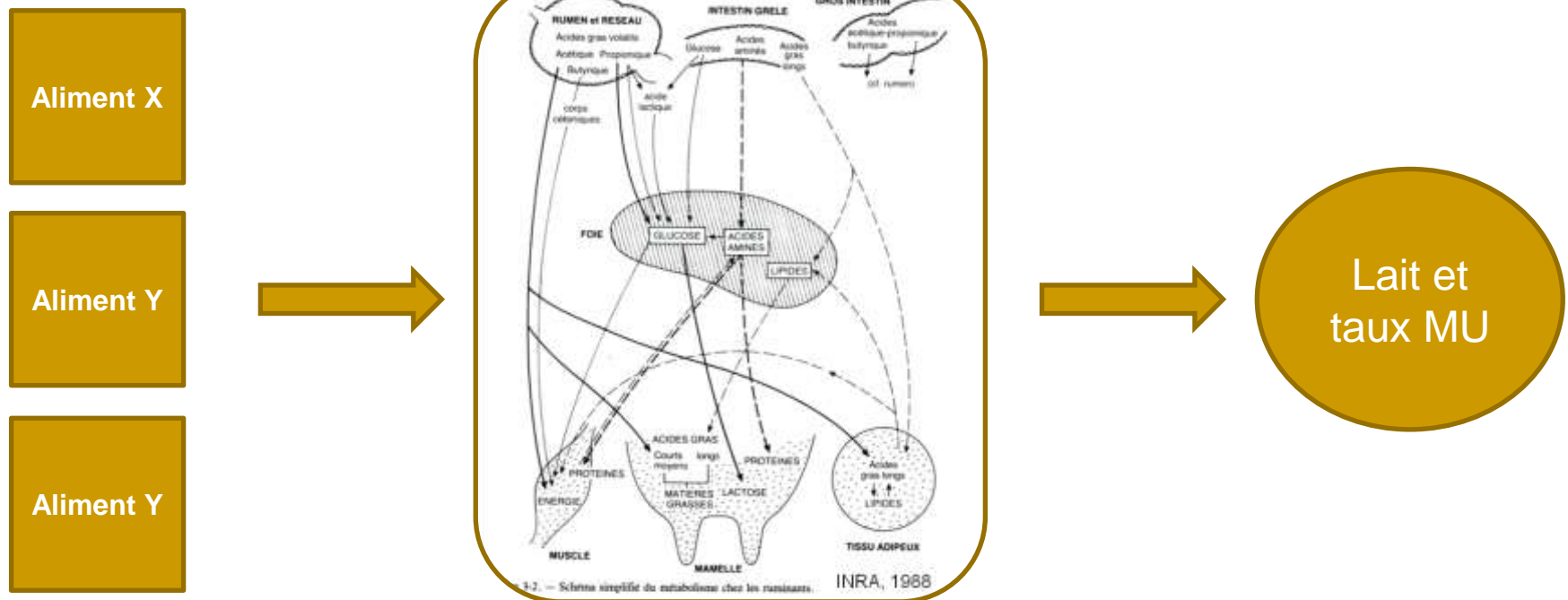
Leviers alimentaires

- Variation de l'alimentation et mesures des réponses en termes de lait et taux de MU



Leviers alimentaires

- Variation de l'alimentation et mesures des réponses en termes de lait et taux de MU



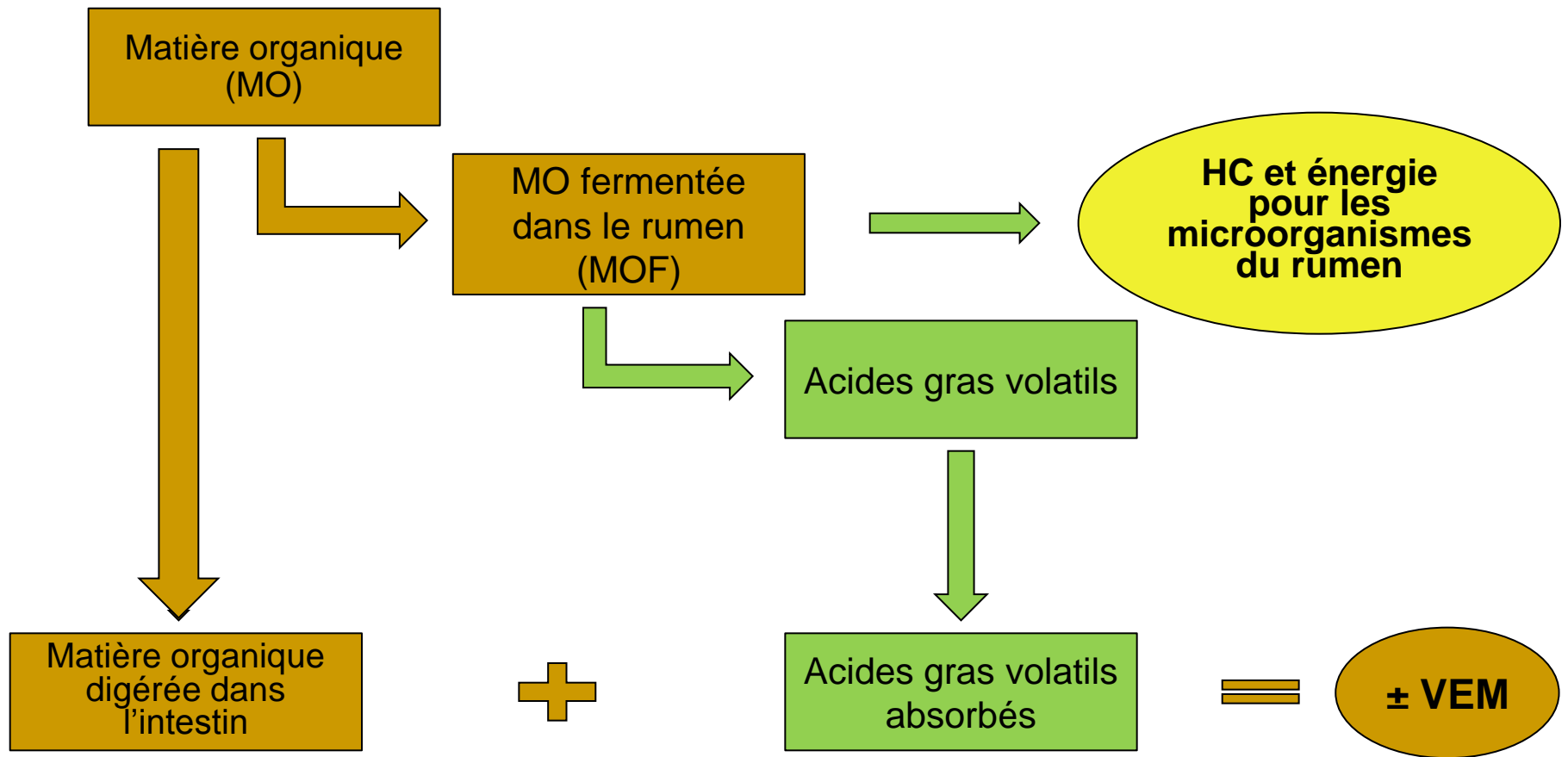
Des nutriments pour le pis

- Deux mécanismes majeurs
 - Transfert des composés du sang dans le lait
 - Le calcium et le phosphore
 - Pigments
 - Les acides gras longs
 - Synthèse par le pis au départ de composés disponibles dans le sang
 - La lactose au départ du glucose
 - Les caséines au départ des acides aminés
 - Les acides gras courts au départ de l'acide acétique

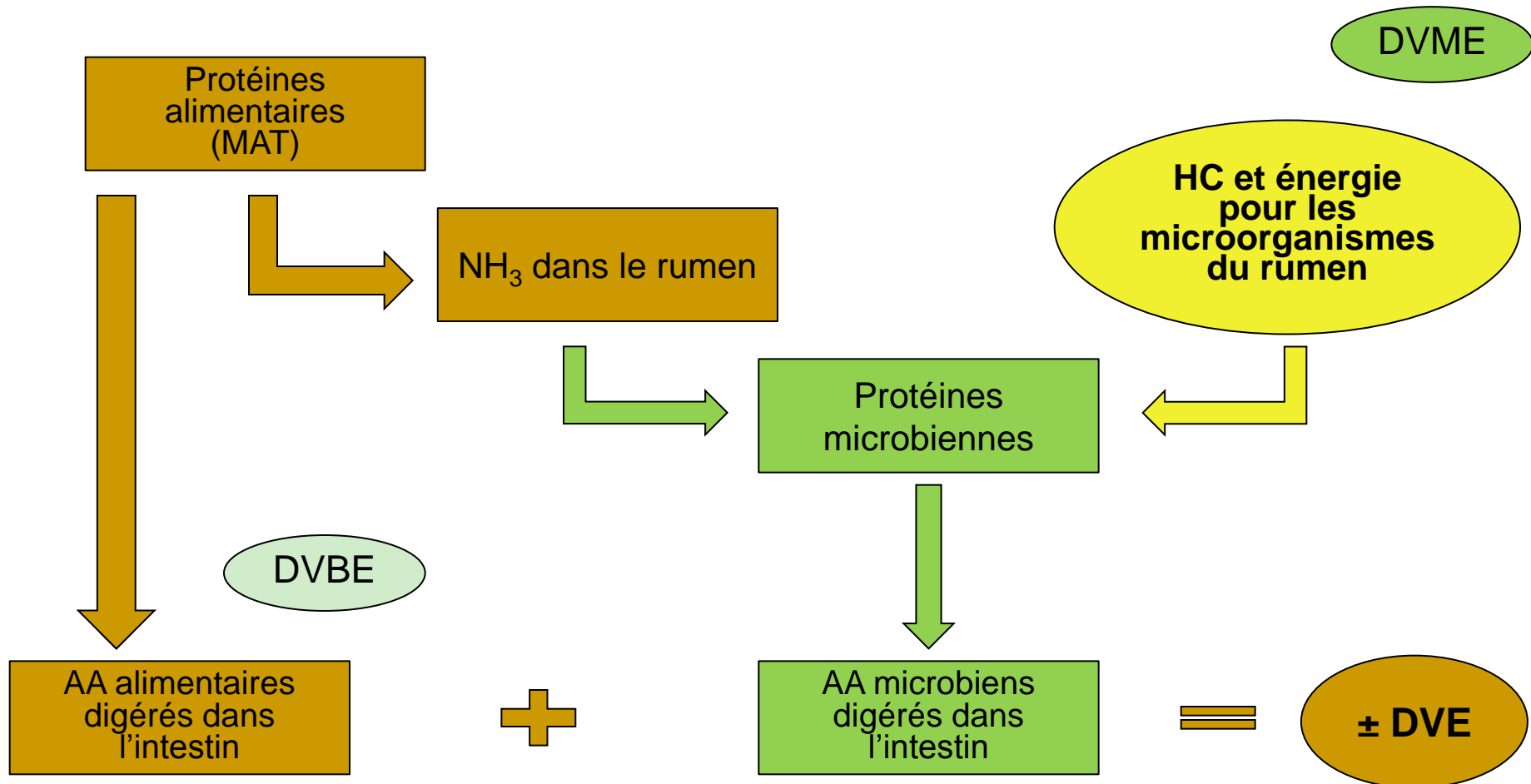
Des nutriments pour le pis

- Nutriments dans le sang reflet de :
 - Aliments ingérés : nature et composition
 - Travail digestif : importance du rumen
 - Acides gras volatils : 2/3 de l'énergie nette (*i.e.* des VEM)
 - Protéines microbiennes : 40 à 100 % des protéines utilisables par l'animal (*i.e.* des DVE)
- Modulation des nutriments dans le sang par le métabolisme de l'animal
 - Modification par le foie
 - Acide propionique devient du glucose
 - Stockage et mobilisation au sein de l'animal
 - Energie, minéraux, Vit A, ...

Particularités du ruminant : énergie



Particularités du ruminant : azote



Particularités du ruminant

- Les aliments ingérés sont en priorité digérés dans le rumen par les microorganismes
 - Condition stricte pour transformer les fourrages en lait ou en viande
- Beaucoup d'aliments « non digérés » dans le rumen sont en réalité profondément modifiés dans le rumen par les microorganismes avant d'être digérés dans l'intestin
 - Exemple : les matières grasses alimentaires
- Plus rares sont les aliments non modifiés lors de leur transit dans le rumen
 - « Aliments by-pass »

En résumé chez le ruminant, tout est dans sa « panse »

Origine du lactose du lait

- % lactose dans le lait est peu variable en situation normale (± 50 g/kg lait)
- Détermine la quantité de lait produite par la vache
 - Moins de lactose synthétisé par le pis signifie moins de lait produit
 - Plus de lactose synthétisé par le pis signifie plus de lait produit
 - [lactose] + eau = quantité de lait

Origine du lactose dans le lait



Voie	Lait	Sang	Réserves	Intestin	Rumen	Aliments
Principale	Lactose	Glucose			Acide propionique	Hydrates de carbone
Secondaire	Lactose	Glucose		Glucose		Amidon by-pass
A éviter	Lactose	Glucose		Acides aminés		Protéines

Nutriments pour le pis

- Vache laitière 650 kg
 - Entretien : 520 g glucose/jour
 - Lait : 60 à 67 g glucose/kg L4
 - 30 kg L4 : 2,5 kg de glucose/jour
 - 20 kg L4 : 1,8 kg de glucose/jour

Les lipides

- Les lipides du lait sont constitués d'acides gras organisés en:
 - Triglycérides : 98 %
 - Phospholipides : 1 %
 - Divers : 1 % (stéroïls dont le cholestérol, tocophérol et vitamines liposolubles)
- 500 acides gras différents (dont 150 bien identifiés)
- Les acides gras se distinguent en fonction
 - De la longueur de la chaîne de carbone (2 à 24 C)
 - De la nature des liaisons entre les carbones
 - Simple vs double
 - Cis vs Trans

Nature de la matière grasse laitière

■ Longueur de la chaîne

- ❑ Acides gras à chaîne courte de 4 à 14 C (C4 3%, C6 3,5%, C8 1%, C10 3%, C12 3%, C14 9%)
- ❑ Acides gras à chaîne moyenne de 15 à 17 C (C16 de 25% à 30%)
- ❑ Acides gras à chaîne longue de 18 à 24 C (C18 de 40 à 48%)

■ Nature de la liaison

- ❑ Acides gras saturés : 70 % (35 à 78 %)
- ❑ Acides gras monoinsaturés : 26 % (17 à 50 %)
- ❑ Acides gras polyinsaturés : 3,3 % (2 à 14 %)
- ❑ Acides gras Trans : 4 % (1 à 32 %)

■ Grande souplesse dans la composition

- ❑ Conséquences de l'origine de la matière grasse dans le lait

Origine des matières grasses dans le lait

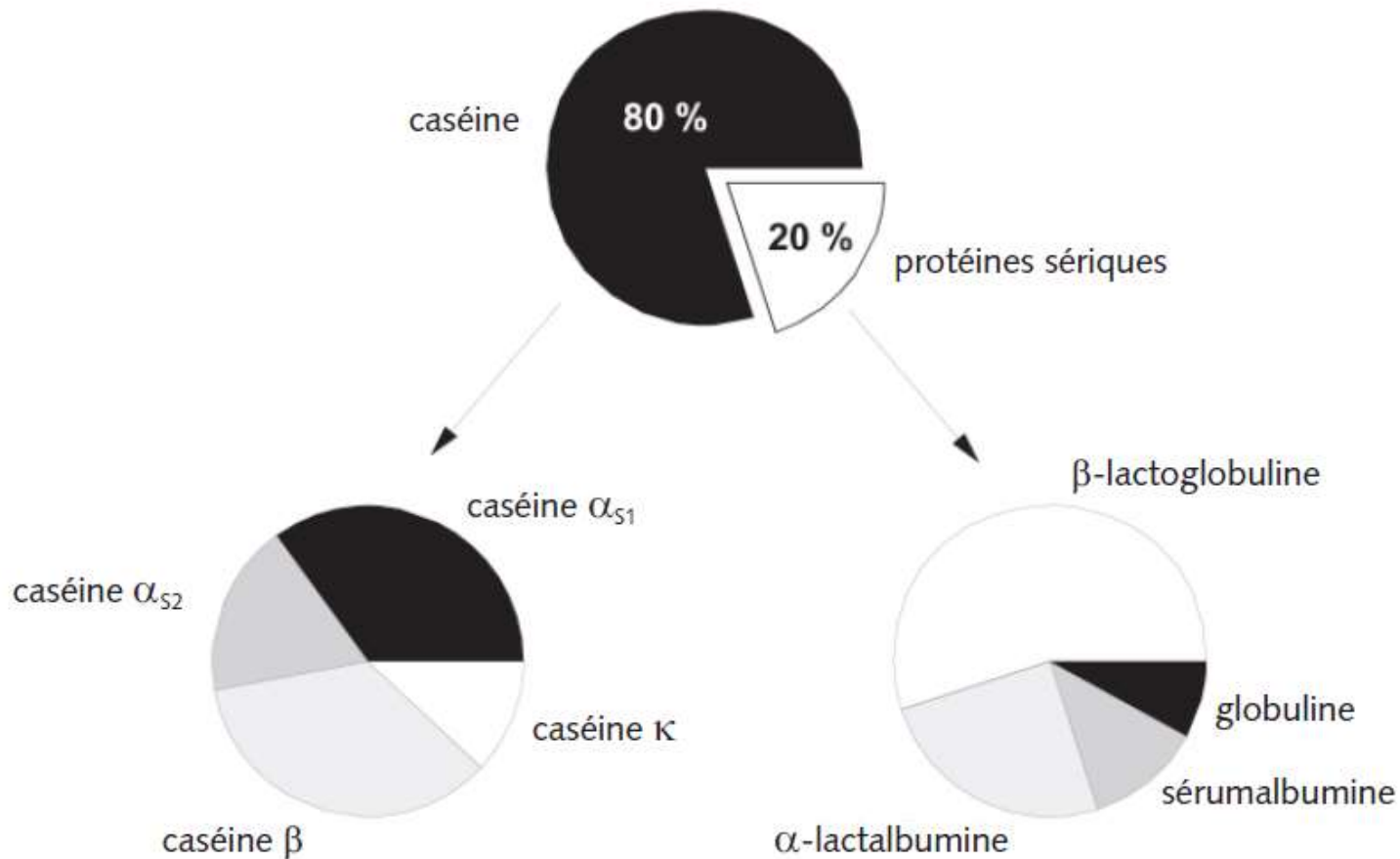


Voie	Lait	Sang	Réserves	Intestin	Rumen	Aliments
Principale	Acides gras courts et moyens	Acide acétique			Acide acétique	Hydrates de carbone
Secondaire	Acides gras courts et moyens	Acide butyrique			Acide butyrique	Hydrates de carbone
Principale	Acides gras longs	Acides gras longs		Acides gras longs		Matières grasses
Dépannage	Acides gras longs	Acides gras longs	Acides gras longs			

Origine des protéines du lait

- Différentes protéines
 - Caséines (80 %) synthétisées par le pis
 - Protéines solubles (20 %)
 - Origine sanguine (50 %)
 - Synthèse par le pis (50 %)
 - Moins de 5 % des matières azotées sous forme d'azote non protéique
 - 55 % sous forme d'urée (reflet de l'urée sanguine)

Protéines dans le lait



Origine des matières azotées dans le lait



Voie	Lait	Sang	Réserves	Intestin	Rumen	Aliments
Principale	Caséine	Acides aminés			Acides aminés microbiens	N et énergie
Secondaire	Caséine	Acides aminés		Acides aminés alimentaires		Protéines by-pass
Principale	Protéines solubles	Acides aminés			Acides aminés microbiens	N et énergie
Principale	Protéines solubles	Protéines	(Protéines)	Acides aminés alimentaires	Acides aminés microbiens	N et énergie, et protéines by-pass
Principale mais à éviter	Urée	Urée			NH ₃	Protéines dégradables

Quelles modifications ?

- Quantité de lait à la hausse
 - Augmenter la quantité de glucose dans le sang
 - Augmenter la quantité d'acide propionique produite dans le rumen : **énergie ingérée par l'animal**
 - Augmenter la quantité de glucose absorbé par l'intestin
 - By-pass du rumen pour une digestion dans l'intestin : **Nature de l'énergie ingérée par l'animal**
- Quels effets sur les matières utiles?
 - Taux à la hausse comme à la baisse
 - Quantité souvent à la hausse
- **Les quantités de matières utiles dans le lait sont une question de quantité et de nature de l'énergie ingérée et digérée par le ruminant**
 - Le rumen doit rester prioritaire pour alimenter le pis

Règles générales pour le lactose

- Fonction de l'énergie ingérée par le ruminant
 - Ingestion de la ration par jour
 - **Les vaches hautes productrices devraient pouvoir manger des quantités de MS de 3,5 à 4 % de leur poids vif !**
 - Vache de 650 kg → 23 kg de MS/j
- Fonction de la nature de l'énergie de la ration
 - VEM/kg MS et MOF/kg MS : ↑ VEM et ↑ ou → MOF
 - Par ordre de priorité
 - Les fibres dont la cellulose sont prioritaires : VEM et MOF ↑
 - Fibres fermentescibles !
 - Quantité d'amidon fermentescible du régime : VEM et MOF ↑ ↑
 - Quantité d'amidon by-pass du régime : VEM ↑ et MOF →

Règles générales pour le lactose

- Une quantité minimale d'hydrates de carbone fibreux
- Optimiser la rumination et la salivation
 - Rôles des fibres : teneur et longueur
 - Trop de fibres : énergie limitante voire acétonémie
 - Lactose et TP diminuent
 - Trop peu de fibres : chaos dans le rumen voire acidose
 - TB diminue
 - 19 à 21 % d'ADF/MS au minimum (\pm idem pour cellulose brute)
 - 26 à 28 % de NDF/MS au minimum
 - 75 % originaires du fourrage long
 - **Ingestion NDF = 0,9% du poids vif** (*i.e.* 6 kg/j pour une vache de 650 kg)

Règles générales pour le lactose

- Une quantité minimale d'hydrates de carbone fibreux
- Optimiser la rumination et la salivation
 - Rôles des fibres : teneur et longueur
 - Ingestion NDF = 0,9% du poids vif (i.e. 6 kg/j pour une vache de 650 kg)
- Fourrage (MS) : de 1,4 à 2,5 % du poids vif des ruminants
 - Valeurs élevées si hachage prononcé !
 - Durant la récolte et/ou la préparation et la distribution
 - **La ration doit contenir 10 à 15 % de particules dont la taille est égale à la taille du museau de la vache**
 - Les vaches doivent manger ces particules !

Règles générales pour le lactose

■ Normes françaises

□ NDF

- 35 %/MS min pour des rations à moins de 25 % d'amidon
- 40 %/MS min pour des rations à 30 % d'amidon
- 25 % de la MS originaires du NDF des fourrages
 - **250 g NDF fourrage/kg MS ration**

□ ADF

- 18 %/MS min pour des rations à moins de 25 % d'amidon
- 21 %/MS min pour des rations à 30 % d'amidon

Règles générales pour le lactose

- Une quantité minimale d'hydrates de carbone fibreux
- Une quantité adéquate d'hydrates de carbone non fibreux (*i.e.* amidon, sucre, pectines, ...)
 - $NFC = 100 - (\text{protéines} + \text{lipides} + \text{NDF} + \text{minéraux})$
 - Ration idéale entre 20 et 40 % de la MS
 - Trop de NFC = dépression du TB
 - Trop peu de NFC = matières utiles pas optimisées
 - Favoriser le by-pass pour les teneurs élevées en NFC

Règles générales pour les matières utiles

- Influences multifactorielles sur le TP et le TB
 - 50 % génétique
 - 40 % alimentation
 - ↗ 3 à 4 g TB/kg lait
 - ↗ 1 à 2 g TP/kg lait
 - Quand Lactose et TP ↗ alors TB ↘ bien souvent en pratique
 - 10 % autres : stade et numéro de lactation, saison, ...
- Alimentation normale (*i.e.* selon les normes)
 - Supplément de 1000 VEM = ↗ 0,5 g TP/kg lait
 - Pas (très peu) d'effet d'un supplément de DVE sur TP
 - TB : effet % de fourrages et structure
 - Hachage fin : chute de 3 à 10 g TB/kg lait !
 - Graines oléagineuses : ↗ 1 à 2 g TB/kg lait dans le meilleur des cas ...

Règles générales pour les matières utiles

- Différence TB – TP
 - Idéalement autour de 8 g/kg de lait
 - Supérieure à 12 g/kg de lait
 - Ration peu efficace
 - Inférieure à 3 g/kg de lait
 - Acidose latente
- Rapport TB/TP
 - Idéalement compris entre 1 (1,1) et 1,5 (1,4)
 - Inférieur à 1 (1,1) : acidose latente
 - Trop de NFC fermentescibles
 - Supérieur à 1,5 (1,4) : acétonémie latente
 - Trop de fibres fermentescibles et non fermentescibles

Règles générales pour le taux et la nature des protéines

- Faire tourner le rumen en priorité
 - De l'ordre de 150 g de protéines dégradables par kg de MOF
 - Maximiser la synthèse des protéines microbiennes
 - 1 kg de DVE microbiennes/vache laitière x jour
 - Couverture entretien et 18 à 20 kg de lait
 - Stimuler l'ingestion de la ration
 - Valeur positive de l'OEB de la ration

Règles générales pour le taux et la nature des protéines

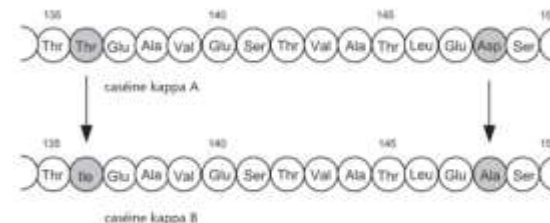
- Faire tourner le rumen
- Protéines by-pass
 - Principalement pour les productions laitières élevées
 - Défaut d'ingestion (début de lactation)
 - Une partie sera consommée pour faire le lactose !
 - Protéines végétales résistantes à la dégradation dans le rumen
 - Protection par la chaleur
 - Tourteau solvant, expansion, extrusion, ...
 - Protection chimique

Règles générales pour le taux et la nature des protéines

- Faire tourner le rumen
- Protéines by-pass
- **Nature des protéines**
 - Pas d'influence de l'alimentation en situation normale
 - Type de caséines est fonction de la génétique

Fromageabilité du lait

- Multifactoriel et fonction du paramètre considéré de la fromageabilité
- Teneurs en caséines et en protéines
- Type de caséine
 - Favoriser les kappa caséine (10 à 15 %) dont le variant BB (vs AA et AB)



Source : ALP forum 2004, Nr. 17 f

Fromageabilité du lait

- Autres facteurs positifs
 - Acidité titrable
 - Ions calcium
 - Urée
 - Lactose
- Autres facteurs négatifs
 - pH
 - Cellules somatiques

Règles générales : taux et quantité de MG

- Le TB est très sensible à la structure de la ration et à la rapidité de la digestion de l'amidon (*i.e.* NFC) dans le rumen
 - Cf. Quantité de fibres et de NFC fermentescibles
- Le quantité de matières grasses produites est maximisée lorsque la proportion de concentré représente de 35 à 50 % de la ration
- Le levier alimentaire permet aussi de faire varier la nature de la matière grasse du lait
 - Acides gras courts et moyens vs acides gras longs
 - Acides gras saturés vs acides gras insaturés

Pratiques alimentaires et taux de matières utiles du lait

Pratique alimentaire	Taux de MG	Taux de MP
Augmentation de l'ingestion	↑	↑
Augmentation de la fréquence d'ingestion	↑	↗
Déficit énergétique	↓	↓
Teneur élevée en hydrates de carbone non fibreux (amidon, sucre, pectines, ...)	↓	↑
Teneur normale en hydrates de carbone non fibreux (amidon, sucre, pectines, ...)	↑	-
Excès de fibres	↗	↓
Manque de fibres	↓	↑
Hachage important (taille réduite des particules)	↓	↑
Teneurs en protéines élevées	-	- ou ↗
Teneurs en protéines faibles	-	↓
Protéines by-pass	-	- ou ↗

Nature de la matière grasse du lait et effets sur la santé

- Acides gras à effets négatifs si consommés en grande quantité
 - Grande quantité = ils induisent l'adipogenèse
 - Acides gras saturés
 - Principalement C12, C14 et C16 pour le lait

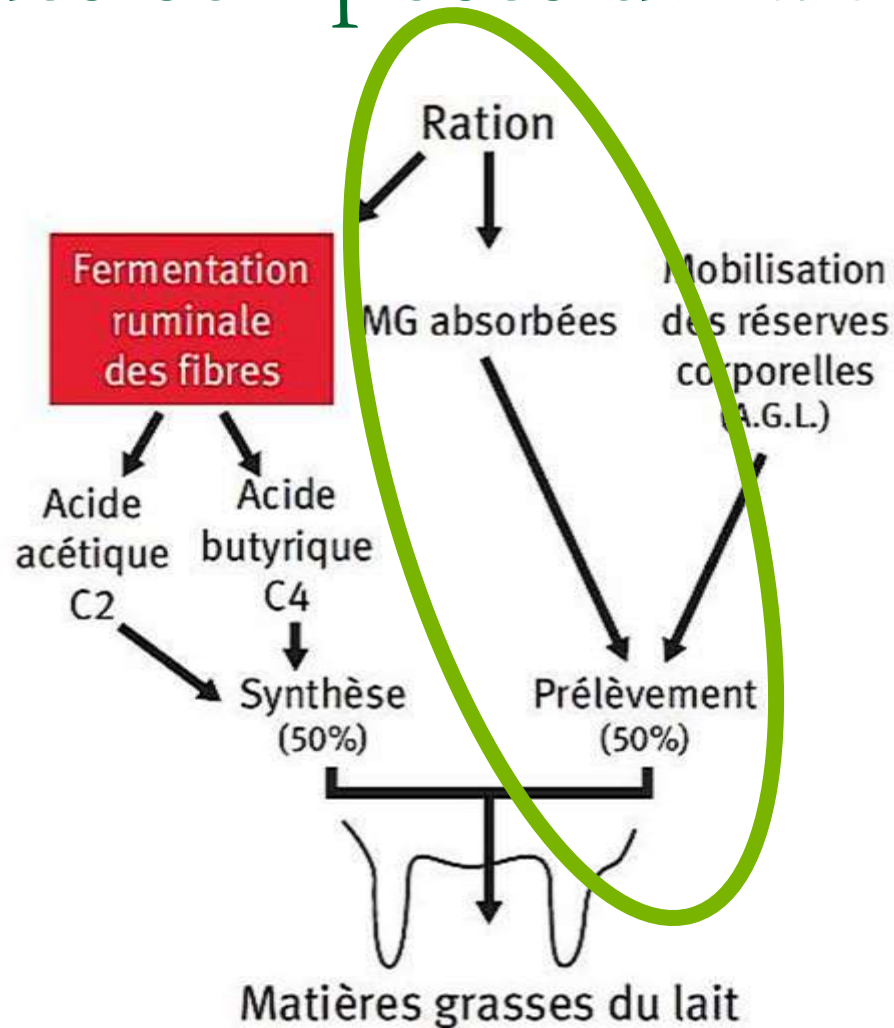
Nature de la matière grasse du lait et effets sur la santé

- Acides gras à effets négatifs si consommés en grande quantité
- Acides gras à effets positifs potentiels ou démontrés
 - Acide butyrique (C4)
 - Acides gras polyinsaturés
 - Acide linoléique : C18-3 (ω 3)
 - Acides linoléiques conjugués (ALC ou CLA)
 - Acide ruménique
 - Acide vaccénique

Modulation de la nature des acides gras du lait par l'alimentation

- Régime enrichi en acides gras insaturés
 - Fourrage : herbe fraîche et jeune (1 à 3 % d'acides gras dont plus de 50 % de C18-3)
 - Concentré : graines (*i.e.* oléagineux) ou coproduits des graines riches en huiles (*i.e.* tourteaux)
 - Huiles végétales
- Effets attendus
 - Réduction de la proportion des acides gras saturés
 - Augmentation de la proportion des acides gras polyinsaturés

Origine des composés du lait



Choix de la supplémentation lipidique

Tableau 1. Composition moyenne en acides gras (% des AG totaux) des principales sources de lipides consommées par les ruminants¹.

	Acides gras					
	<16:0 ²	16:0	18:0	18:1n-9	18:2n-6	18:3n-3
Huile de coprah	80	8,5	2,5	7,5	1,5	-
Huile de palmiste	71	8,5	2,5	15	2,5	0,5
Huile de palme	1,7	46,5	4,4	36,1	8,7	0,2
Suif	3,5	25,4	17,2	39,9	4,4	0,4
Graine de colza	0,2	4,8	2,1	60,5	20,8	9,2
Graine de tournesol (linoléique)	0,1	5,1	4,3	21,6	66,8	0,3
Graine de tournesol (oléique)	-	3	5	83	9	-
Graine de coton	< 1	24	2	17	47	< 1
Graine de soja	0,1	11,3	4,1	22,4	53,5	7,2
Graine de lin	0,1	3,6	3,4	18,8	16,3	54,4

¹Doreau et al., 2012 Inra Prod. Anim.

Limites de la supplémentation lipidique

- Les acides gras polyinsaturés alimentaires sont fortement modifiés par les microorganismes du rumen
 - La biohydrogénation est importante : $\pm 90\%$
 - Polyinsaturés \rightarrow saturés
- Diminution du taux de matières grasses dans le lait
 - Voire inversion des taux !
 - Principalement chez les bovins

Biohydrogénation par les microorganismes du rumen

110

A. Ferlay et al. / Biochimie 141 (2017) 107–120

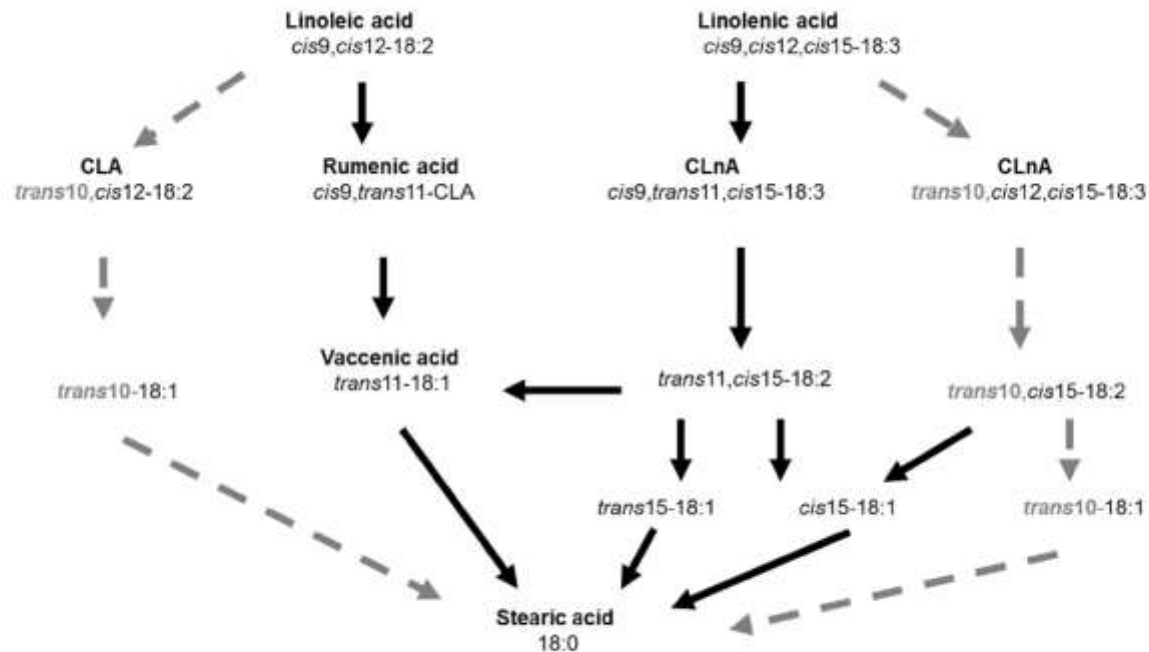


Fig. 1. Major pathways of ruminal 18:2n-6 and 18:3n-3 metabolism (adapted from Harfoot and Hazlewood [18], Griinari and Bauman [37], Chilliard et al. [13], Wallace et al. [38], Lourenço et al. [31], Shingfield et al. [11]). Arrows with solid lines represent the processes in normal conditions, while arrows with dashed lines describe the pathway when pH is low and/or diet is rich in starch and supplemented with unsaturated fatty acids.

Limites de la supplémentation lipidique

- Modification des points de fusion des acides gras
 - Avantages ou inconvénients pour les produits transformés
 - Tartinabilité du beurre
 - Gras mous vs gras fermes
- Oxydation des matières grasses
 - Conservation
 - Propriétés sensorielles

Règles générales de la supplémentation lipidique

- A réserver en cas de déficit énergétique prononcé
- Attention aux effets sur le fonctionnement du rumen et du pis
 - Max 5 à 6 % de matières grasses dans la ration
 - Plus demande une protection des graisses
 - Effet sur le TB et la nature de la matière grasse dans le lait
 - Protection naturelle vs artificielle

Facteurs alimentaires – nature de la matière grasse laitière

- Pâturage/fourrages conservés
 - ↗ : acides gras insaturés, trans et CLA
 - ↘ : acides gras saturés
 - Effets de l'espèce, variété, stade, ...
 - Effets très prononcés par rapport à l'ensilage de maïs
- Concentré
 - Réponse variable selon son importance et sa nature
 - Oléagineux : lin et colza (tournesol et soja)
 - Diminuent les acides gras courts et moyens et augmentent les acides gras insaturés
 - Peuvent se rapprocher de l'effet « pâturage » sans l'égaliser ...

Alimentation – qualités sensorielles des produits

- Qualité sensorielle
 - Causes multifactorielles
 - Effets matières premières vs technologiques
 - Perception très variables selon les consommateurs
- Fréquence du variant B de la caséine kappa
 - Aptitude à la coagulation
 - Effets raciaux et individuels intra-race sur le rendement fromager
 - Peu ou pas d'effets sur les qualités sensorielles
- Cellules somatiques
 - Effets sur les rendements fromagers
 - Effets sur les qualités sensorielles mais atténués, voire éliminés, par l'affinage du fromage

Alimentation – qualités sensorielles des produits

■ Nature du fourrage

- Herbe > foin = ou > ensilage >> ensilage maïs
- Ensilage bien conservé vs mal conservé
 - Germes butyriques – pâte pressée cuite
- Ration étable > < ration pâturage
- Composition floristique
 - Flore de plaine vs flore de montagne
 - Effet légumineuse + graminée vs graminée seule ?

Alimentation – qualités sensorielles des produits

■ Mécanismes d'action

- Modifications des matières grasses (et des protéines)
- Emprunte positive ou négative de « l'aliment » dans le lait (transfert d'une molécule X)
 - Défauts de saveurs dus aux crucifères
 - Pigments - couleur du lait
 - Terpènes des dicotylédones – saveur des fromages
- Enzymes modifiant la protéolyse et la lipolyse durant l'affinage
- Modification des microorganismes responsables

L'exemple des caroténoïdes dans le lait

- Plus de 600 molécules identifiées
 - Rôles dans la photosynthèse
 - \pm 10 molécules dans les aliments des ruminants
- Molécules lipophiles et pigmentaires
 - Couleur des produits animaux (jaune, orange et rouge)
 - Œufs (+++), lait (bovin +), graisses corporelles (+)
- β -carotène donne la Vit A par clivage
- D'autres rôles
 - Antioxydant, fertilité, immunité, ...

L'exemple des caroténoïdes dans le lait

- Caroténoïdes très présents dans les feuilles
 - Nettement moins dans les graines
- Très sensibles à la radiation solaire et l'oxygène
 - Concentrations (beaucoup) plus faibles dans les fourrages conservés
- Quantité de β -carotène dans le lait est fonction de la quantité ingérée
 - Pas de β -carotène dans le lait des chèvres et brebis contrairement aux vaches
- La majeure partie des caroténoïdes (β -carotène) se retrouve dans les fromages, le beurre et la glace et ils jouent un rôle dans la coloration « jaune » des produit

Facteurs alimentaires - beurre

- Nature des matières grasses
 - Caractéristiques du beurre
 - Tartinabilité, texture, couleur
 - Perception par le consommateur
 - Couleur : *cf.* caroténoïdes
 - Flaveur : plus de 250 composés volatils !
- Effet du fourrage
 - Pâturage > produits herbagers conservés >> ensilage de maïs
 - Modulation possible par les concentrés
 - Se rapprocher de l'effet « pâturage »

Conclusions

- De nombreux facteurs alimentaires peuvent modifier rapidement la quantité de lait et de matières utiles
- % lactose est peu variable alors que la quantité l'est grandement !
- % (et quantités) de matières grasses et de protéines dans le lait sont modulables
 - Leviers immédiats et réversibles via l'alimentation
 - % et quantité de matières grasses sont le plus fortement et rapidement modifiables à la hausse ... comme à la baisse
- Seule la nature des matières grasses dans le lait est modifiable par l'alimentation

Suppléments d'informations

Effets de l'alimentation sur la production laitière, la composition en matières grasses du lait, du beurre et du fromage

Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

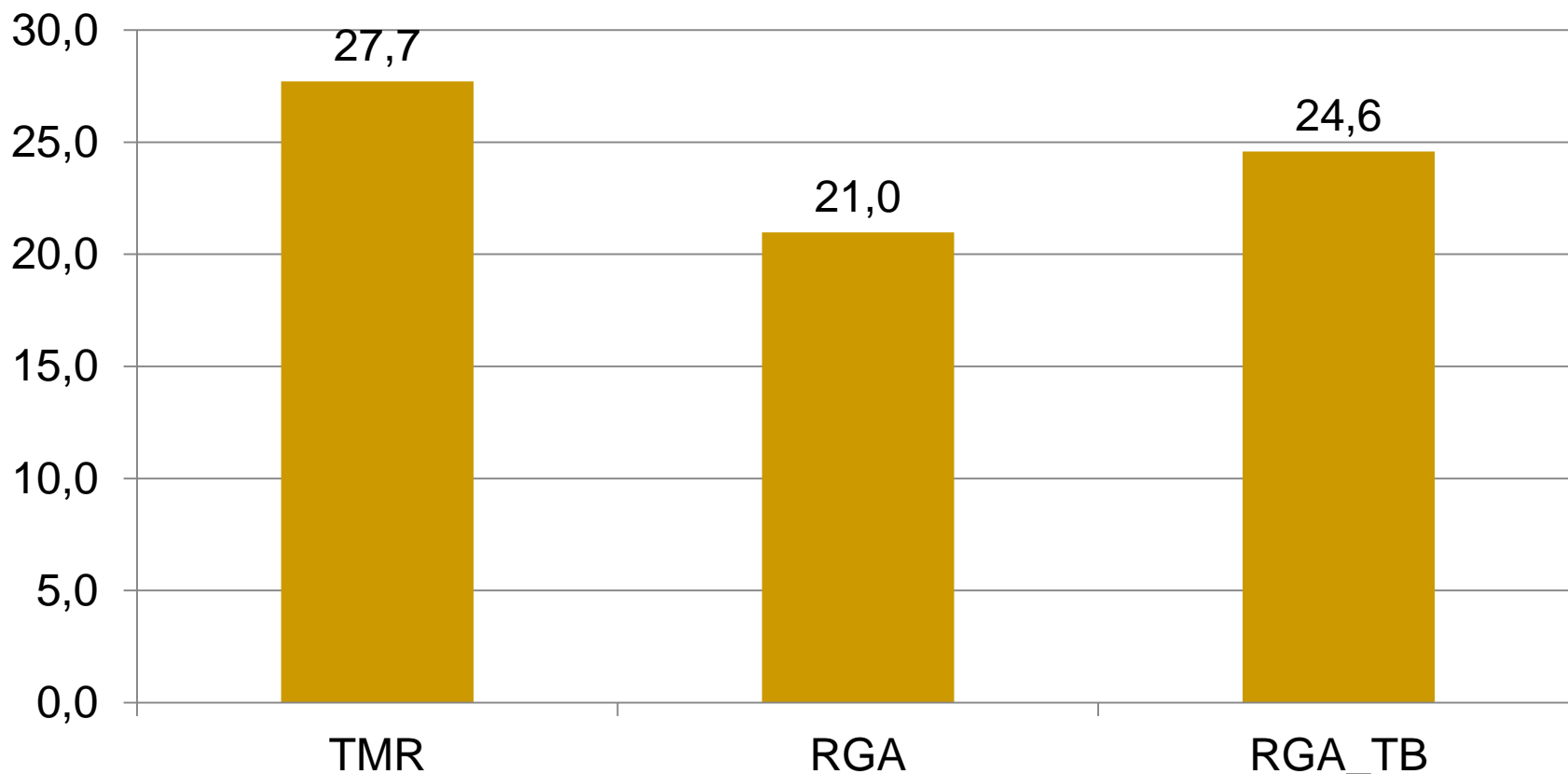
- Expérience irlandaise de mars à octobre
 - O'Callaghan *et al.* Journal of Dairy Science 2016 et 2017
- Vaches de la race Frisonne avec vêlage de février
- 3 scénarios alimentaires
 - Ration totale mélangée (TMR)
 - 1/3 ensilage herbe – 1/3 ensilage maïs – 1/3 concentré
 - 23 kg de MS ingéré
 - Ration 100 % pâturage : ray-grass anglais (RGA)
 - 18 kg de MS ingéré
 - Rations 100 % pâturage : RGA (80 %) + trèfle blanc (20 %) (RGA_TB)
 - 18 kg de MS ingéré

Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

- Expérience irlandaise de mars à octobre
- Mesure de la production laitière
- Mesure de la composition du lait
- Fabrication de
 - Fromage cheddar
 - 3 x en septembre et octobre
 - Lait standardisé : protéines/matières grasses = 0,95
 - Lait pasteurisé à 72°C pendant 15 secondes
 - Ajout d'un starter et de chymosine
 - Bloc de 24 kg mûré à 8°C pendant 9 mois
 - Beurre
 - 3 x en juin
 - Lait pasteurisé à 72°C pendant 15 secondes
 - Ecrémé à 50°C pour produire une crème à 38-40 % de matières grasses
 - La crème a été stockée 72 h à 5°C
 - Barattage à 7°C à 150 rpm
 - Lavage du beurre et salage
 - Conservation à 5°C pendant 6 mois

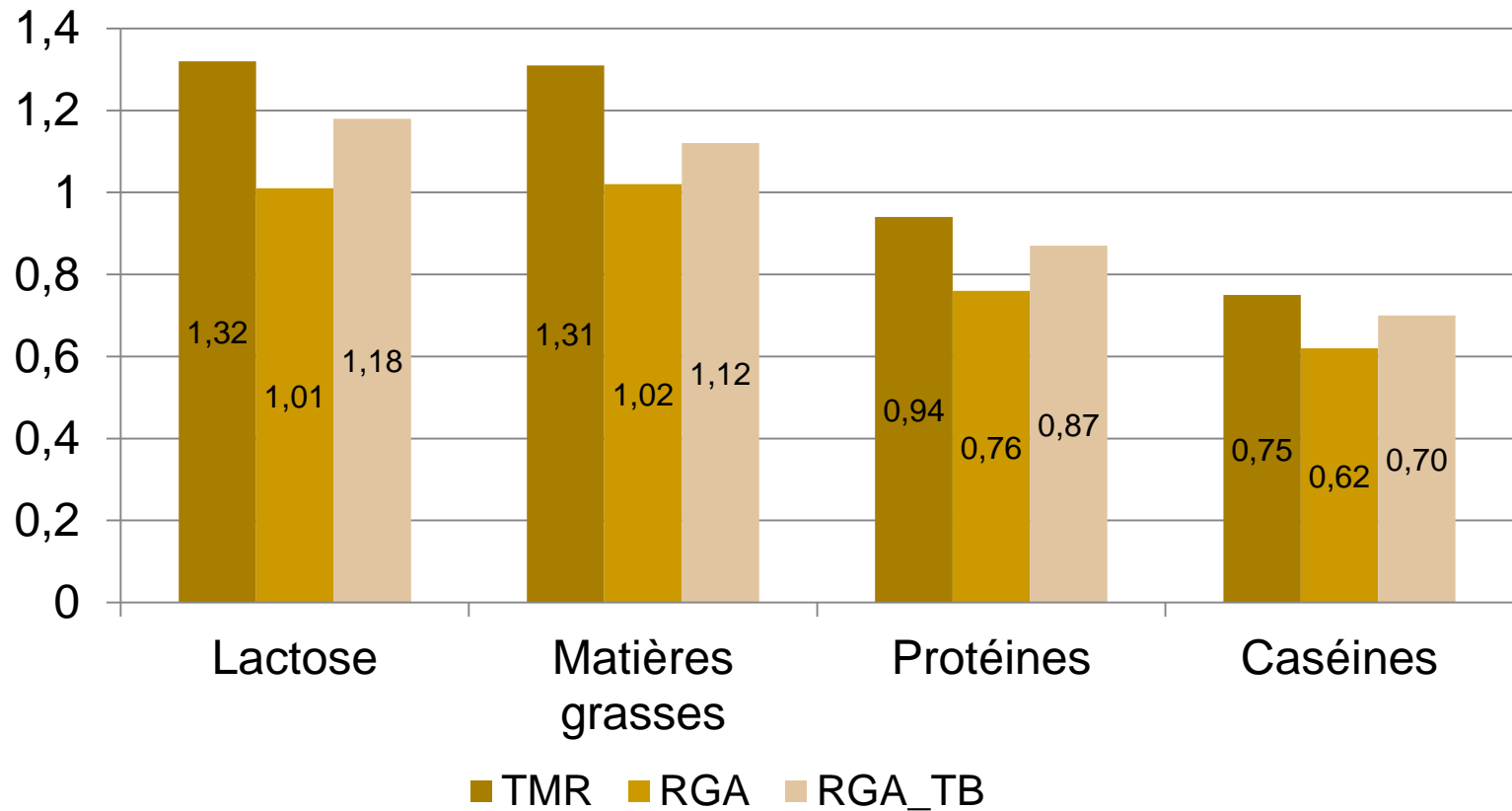
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Litres de lait



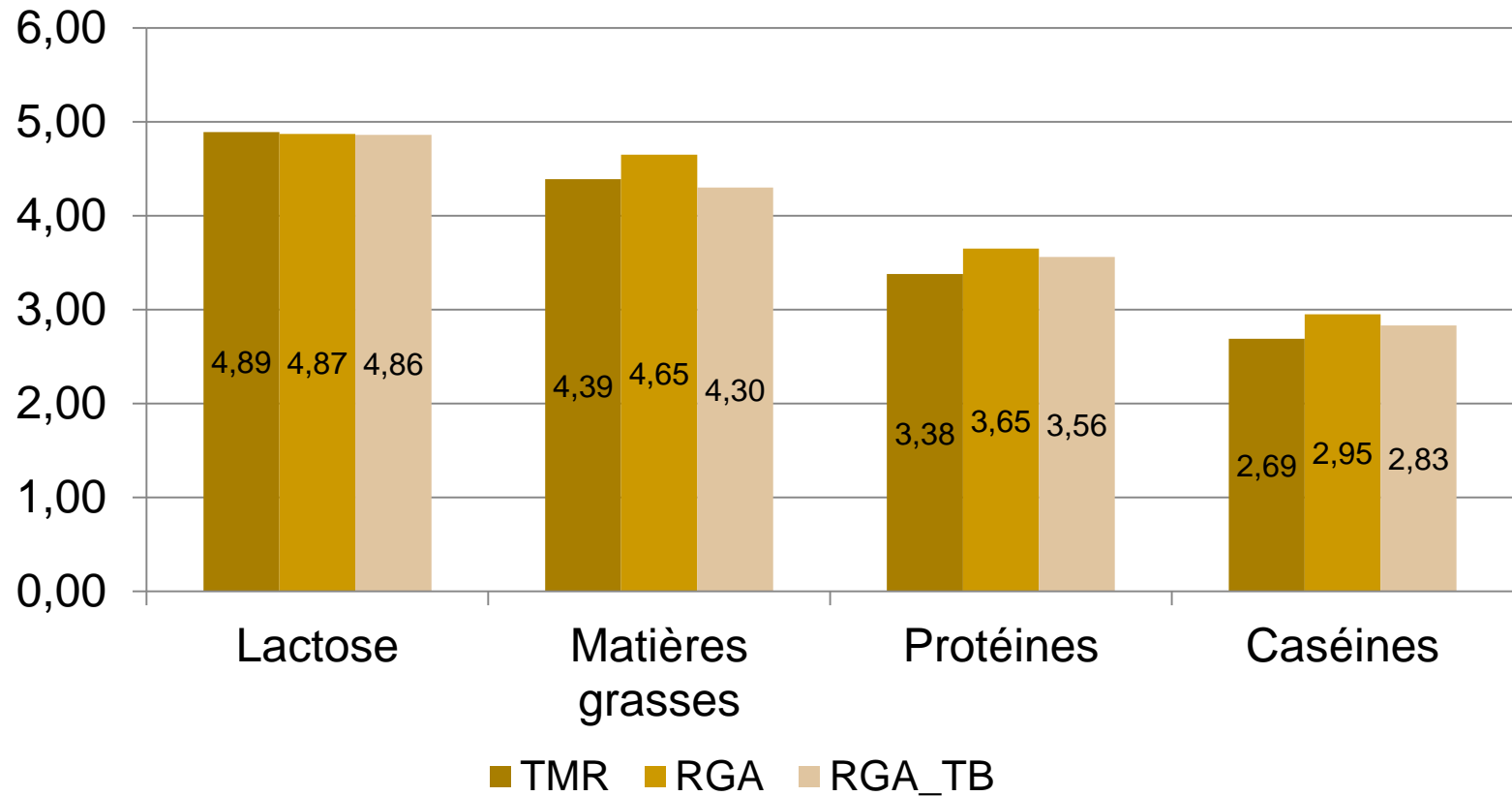
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Matière utiles dans le lait (kg/jour)



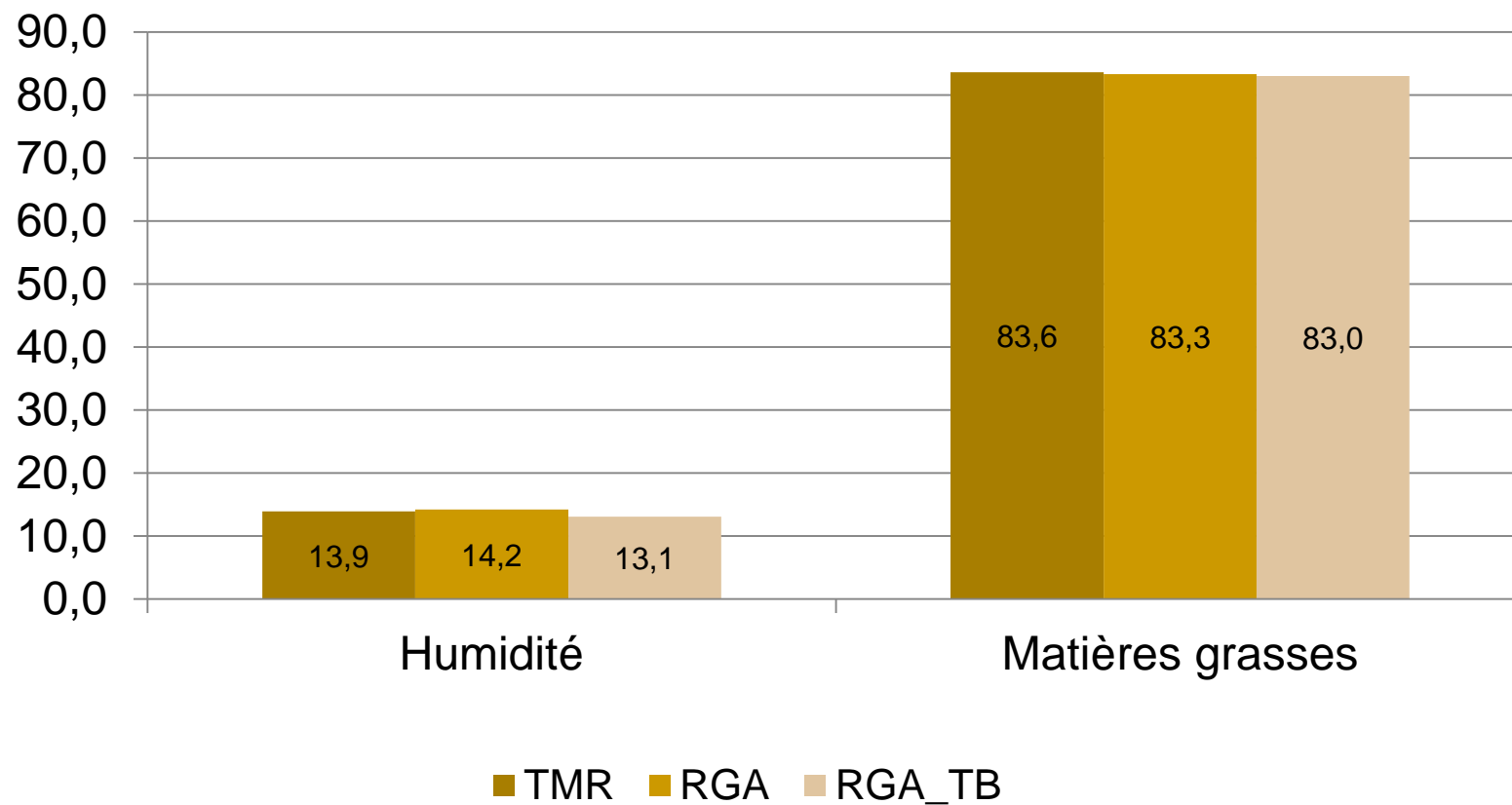
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Matière utiles dans le lait (%)



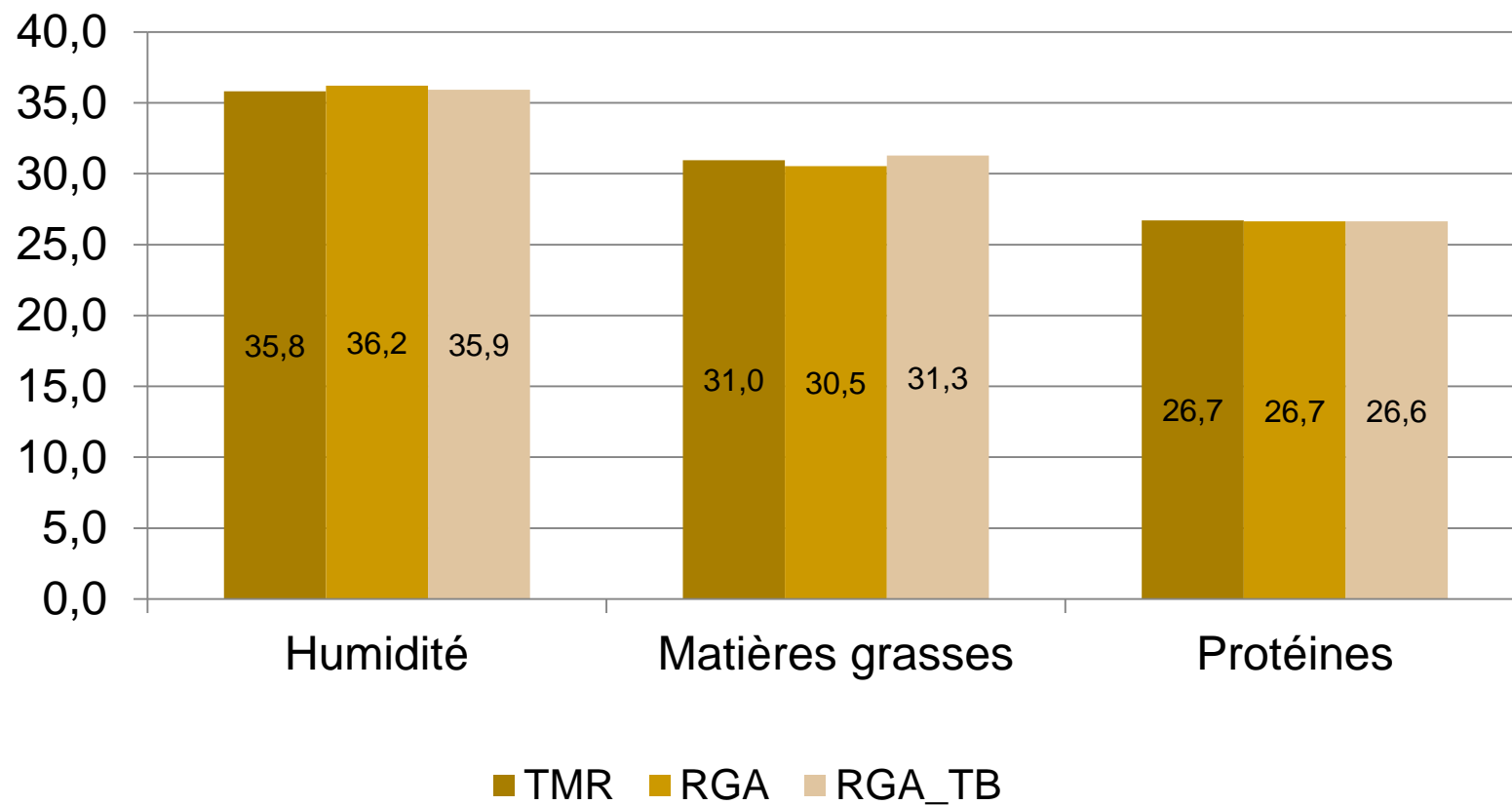
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Composition du beurre (%)



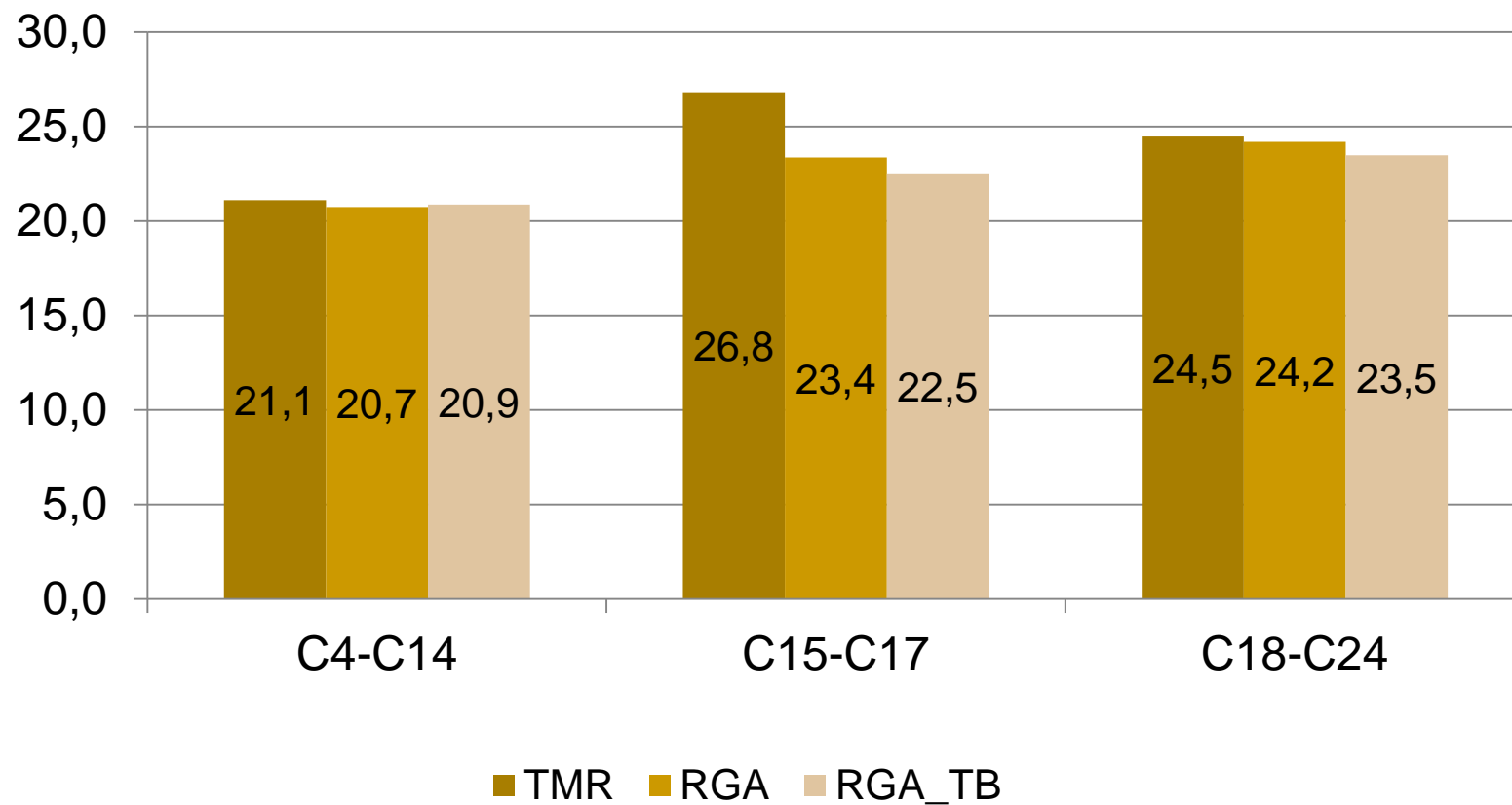
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Composition du fromage (%)

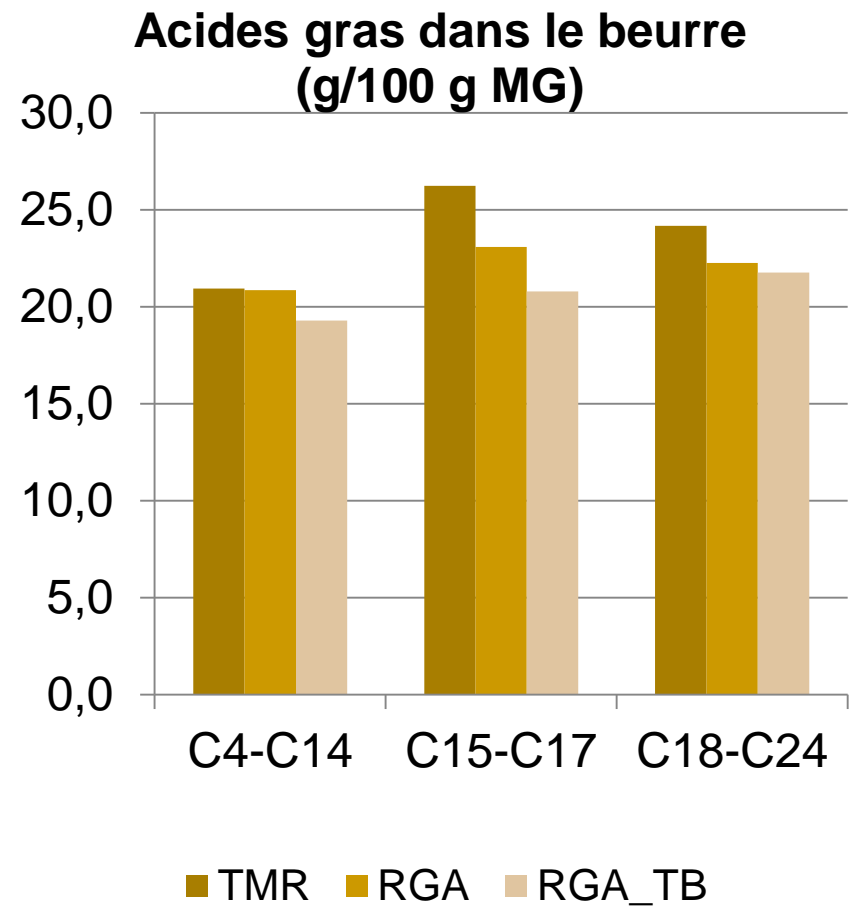
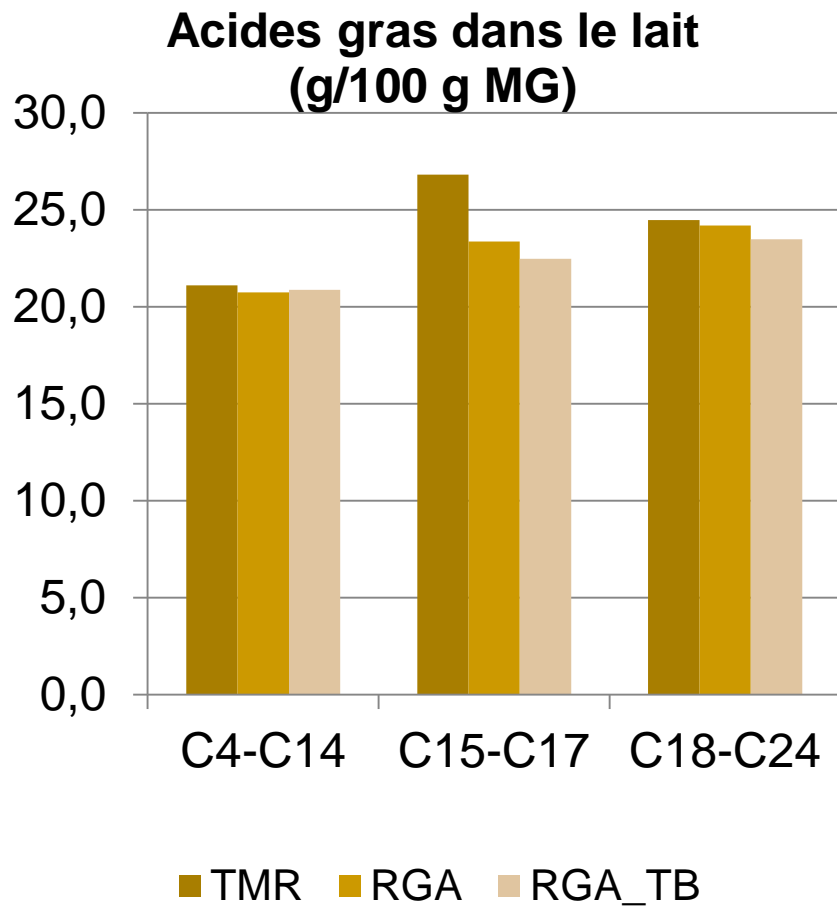


Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

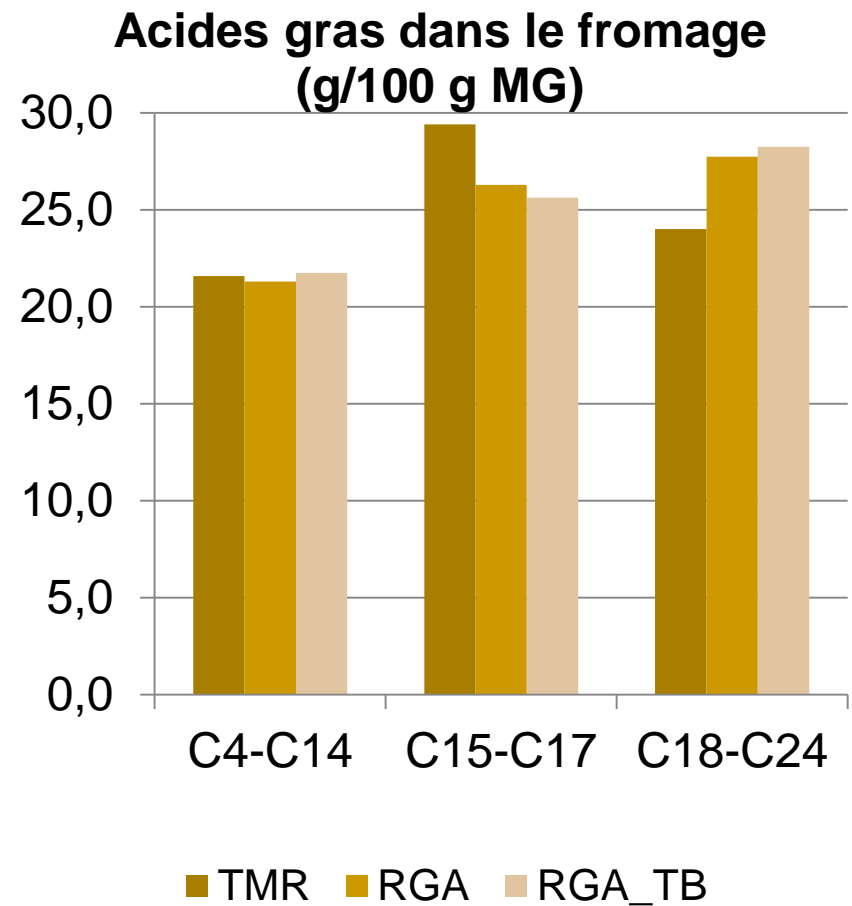
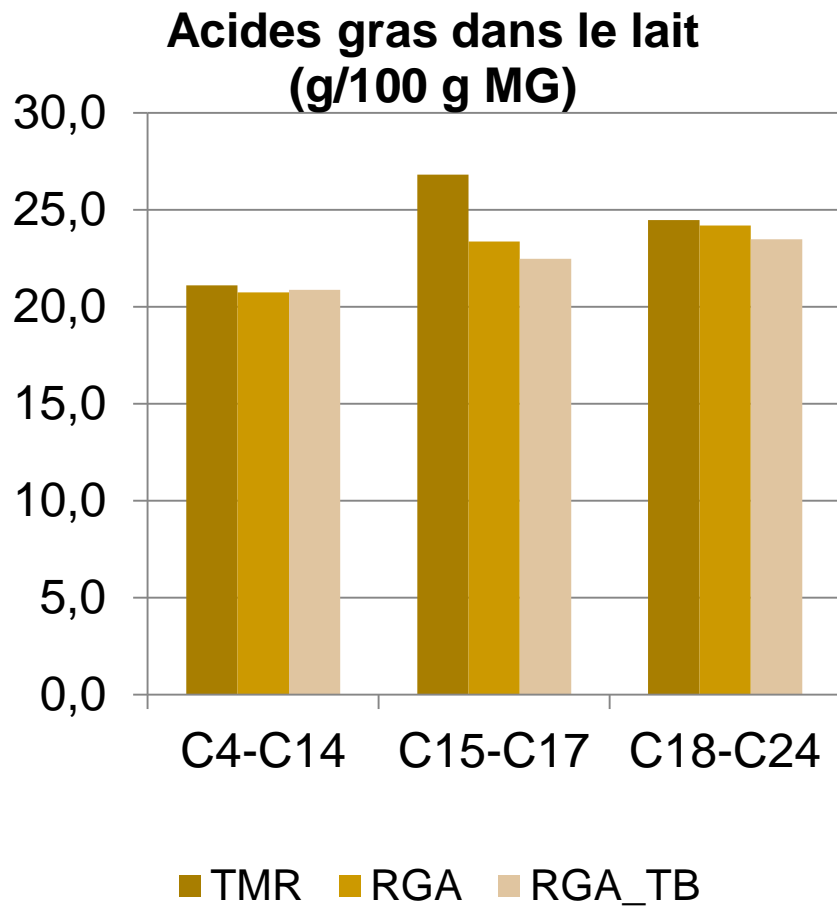
Acides gras dans le lait (g/100 g MG)



Lait vs beurre

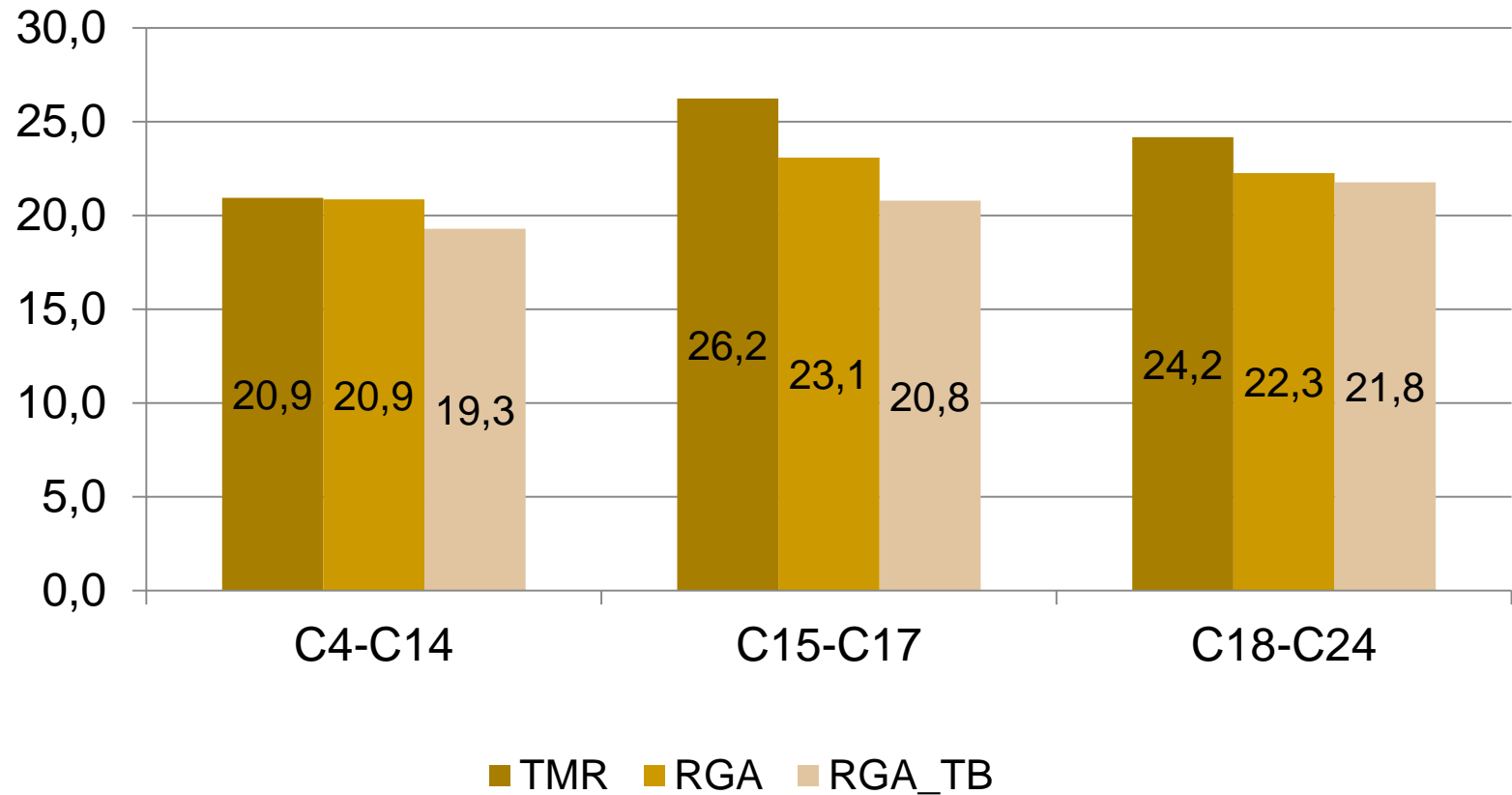


Lait vs fromage



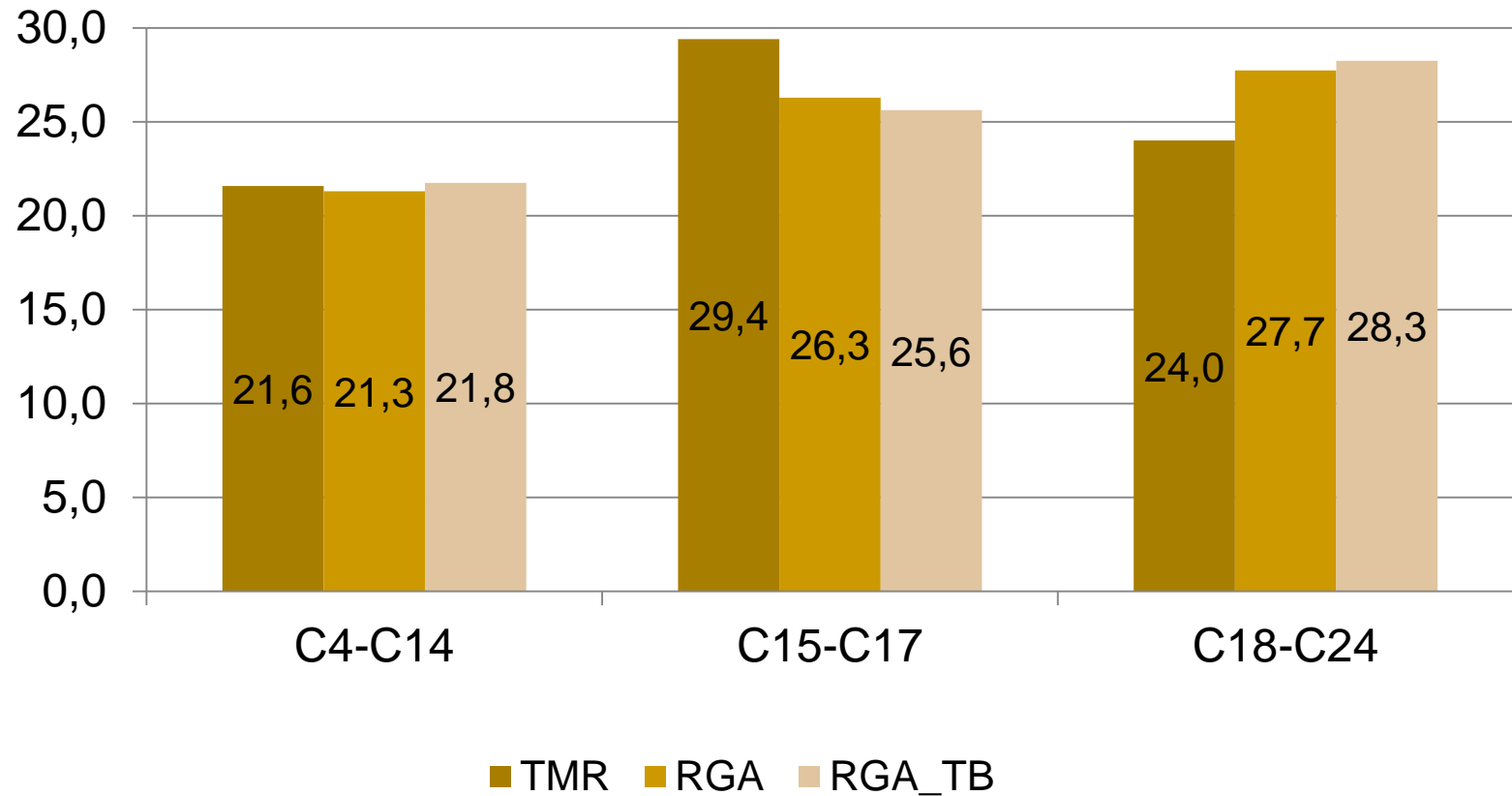
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le beurre (g/100 g MG)



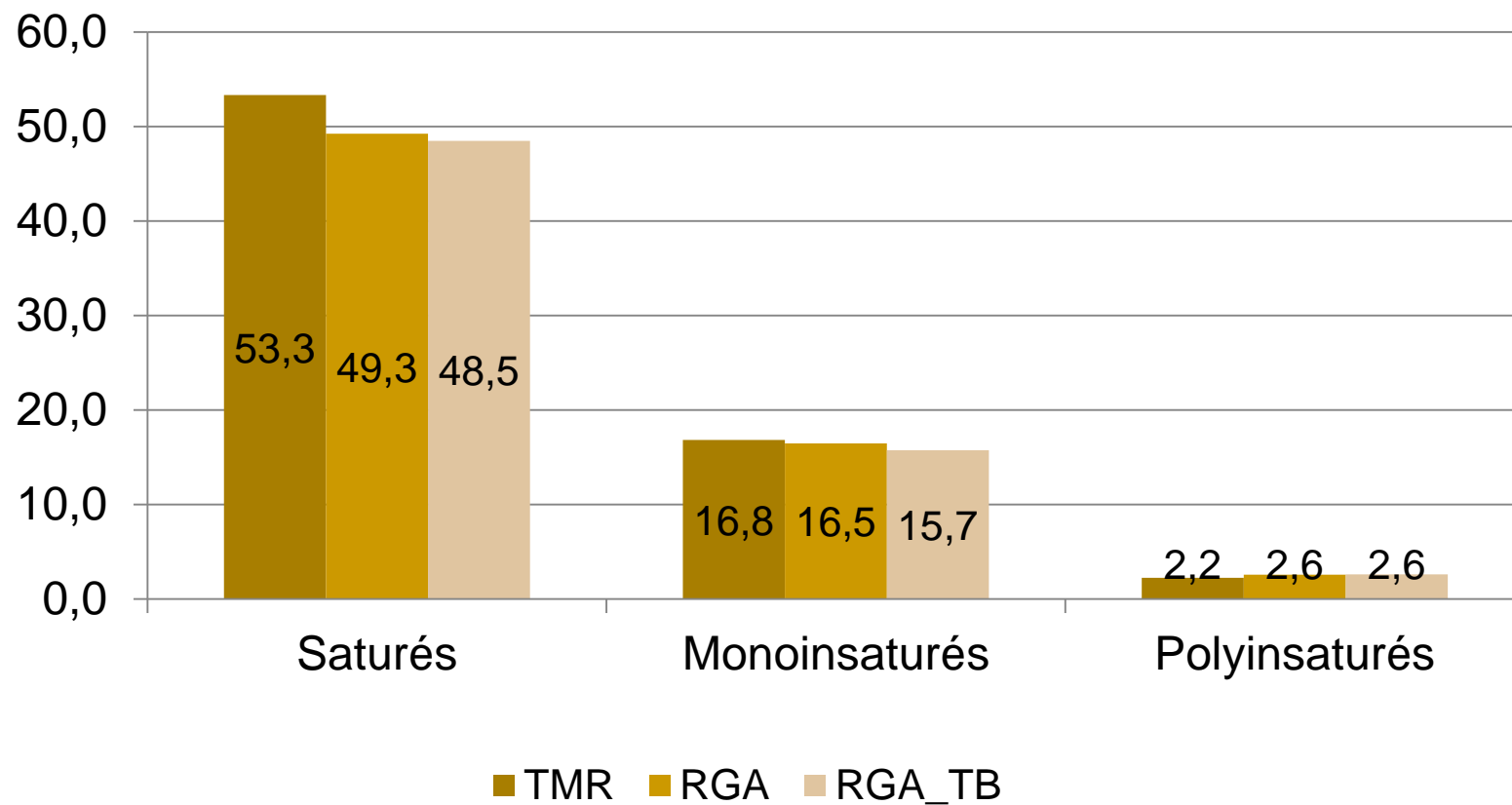
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le fromage (g/100 g MG)

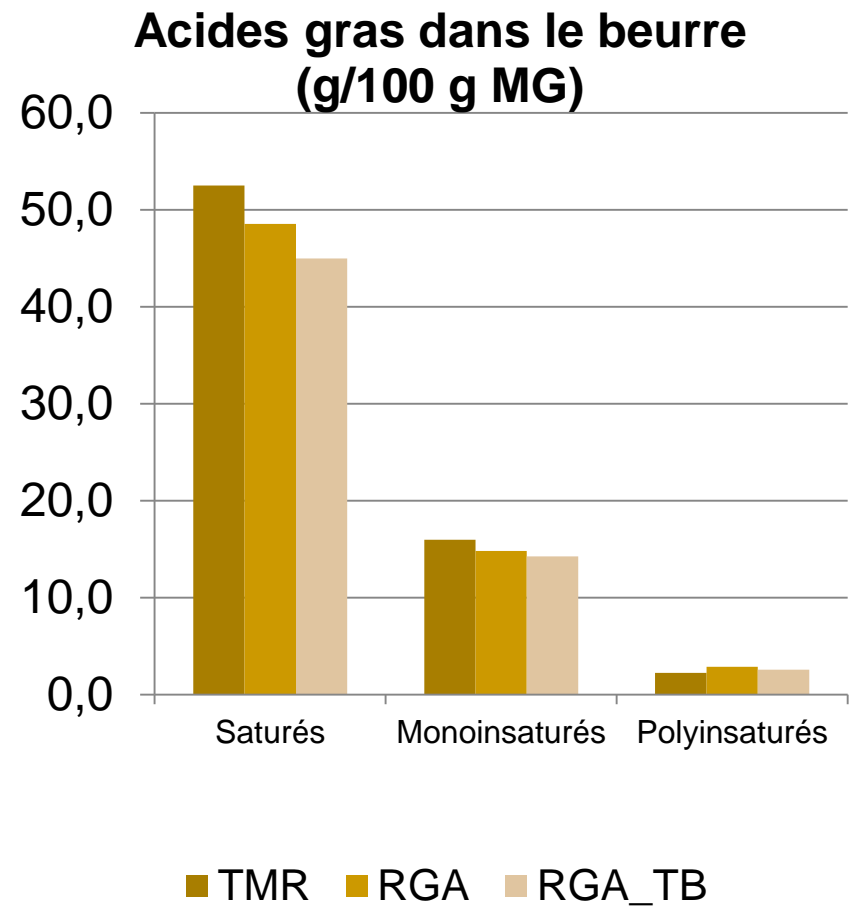
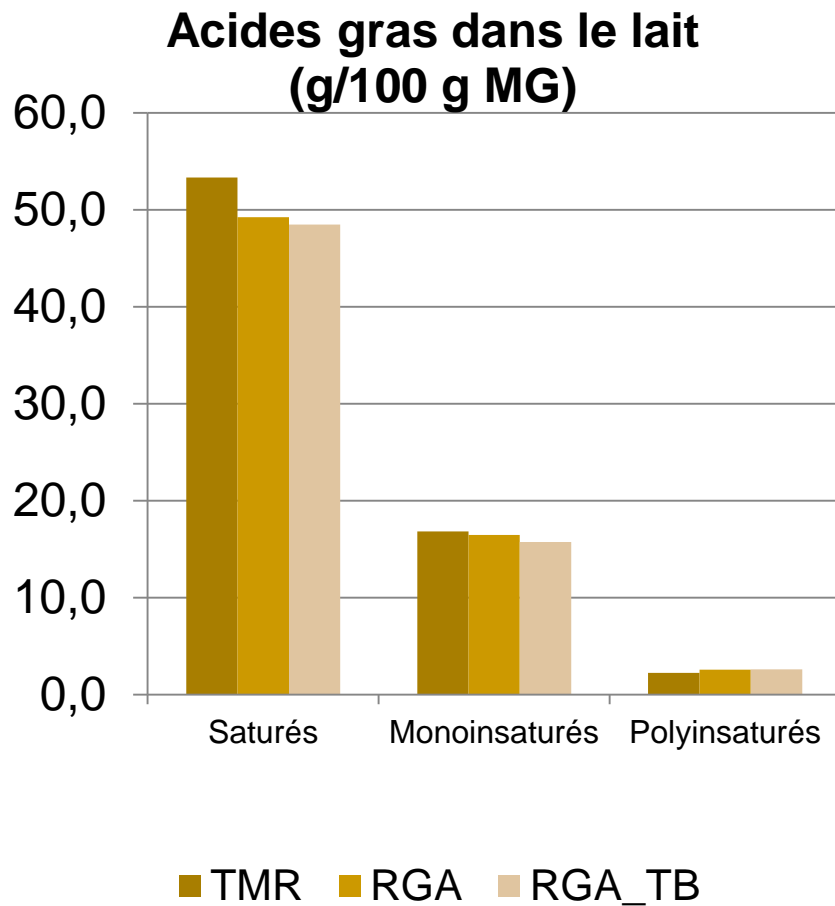


Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

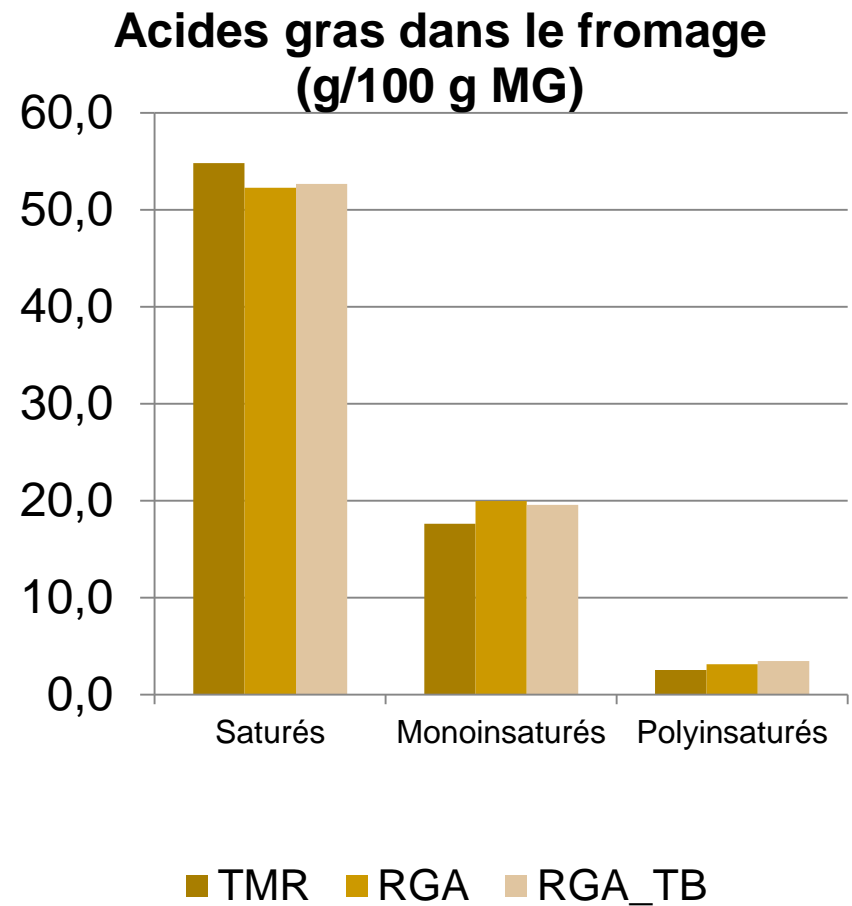
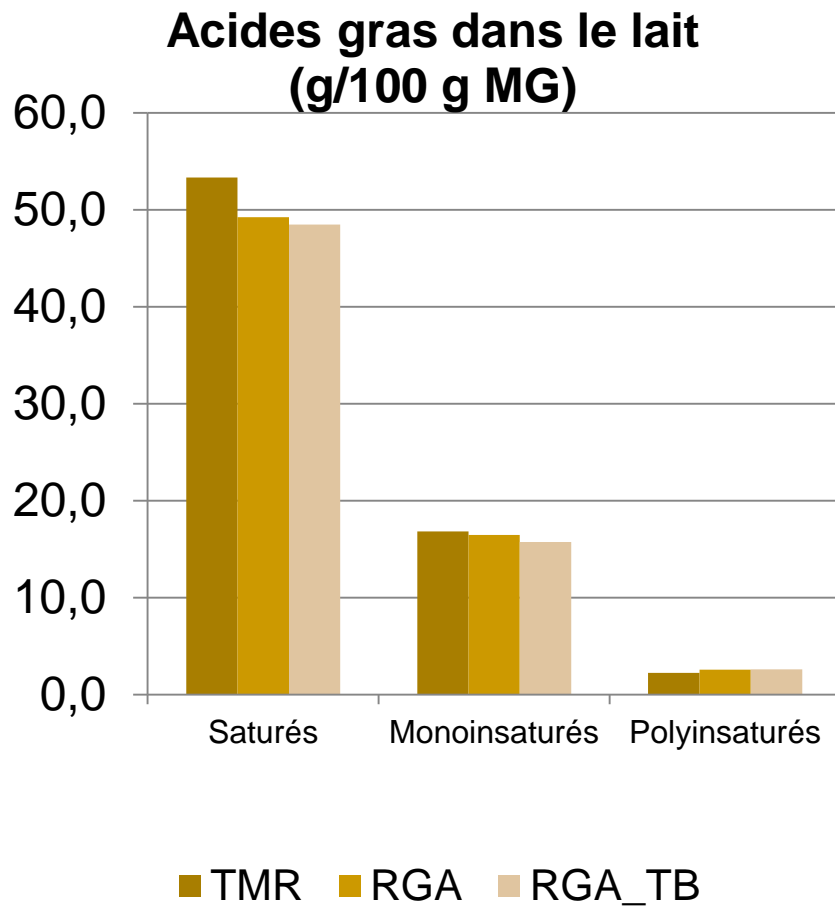
Acides gras dans le lait (g/100 g MG)



Lait vs beurre

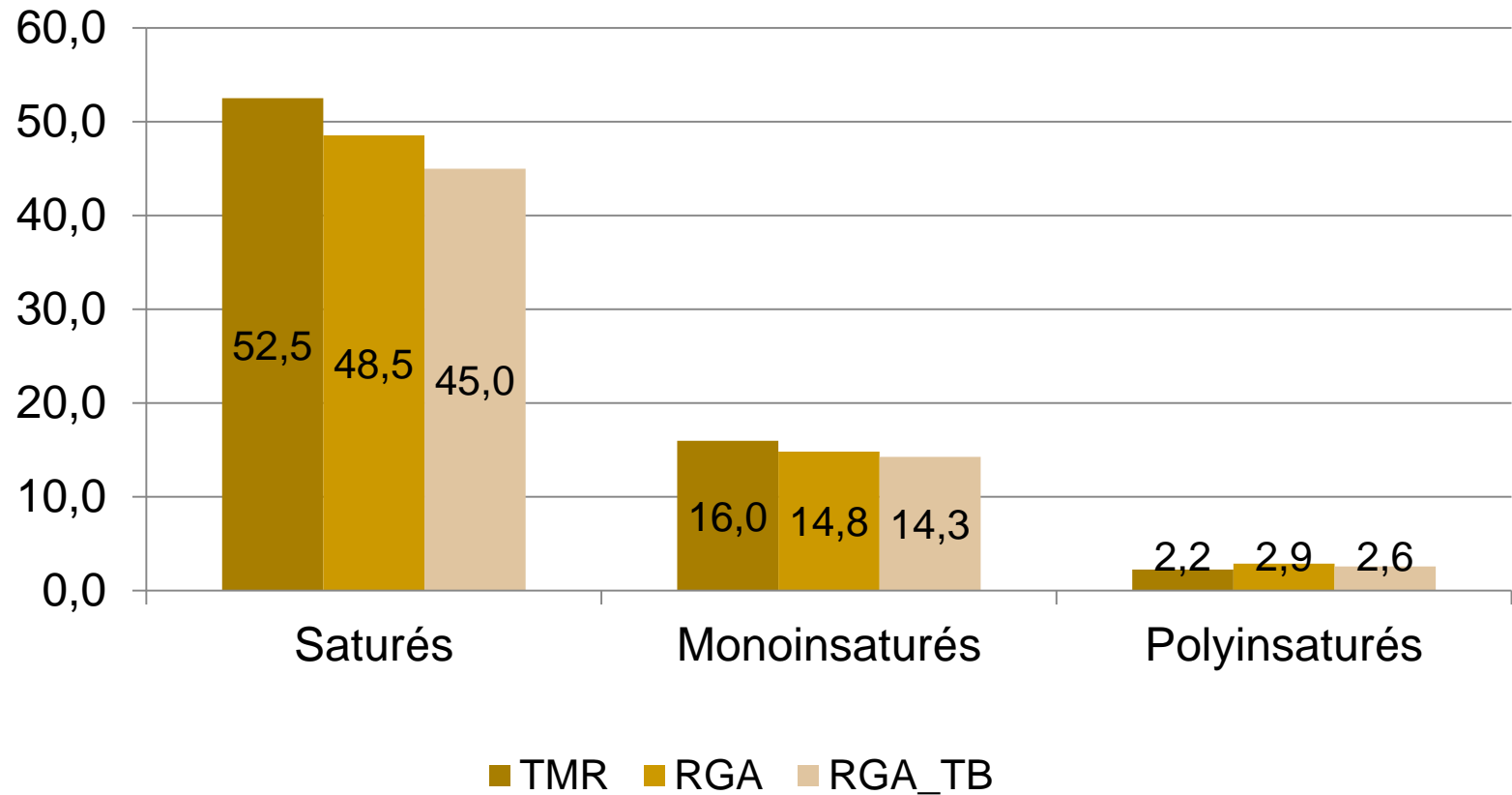


Lait *vs* fromage



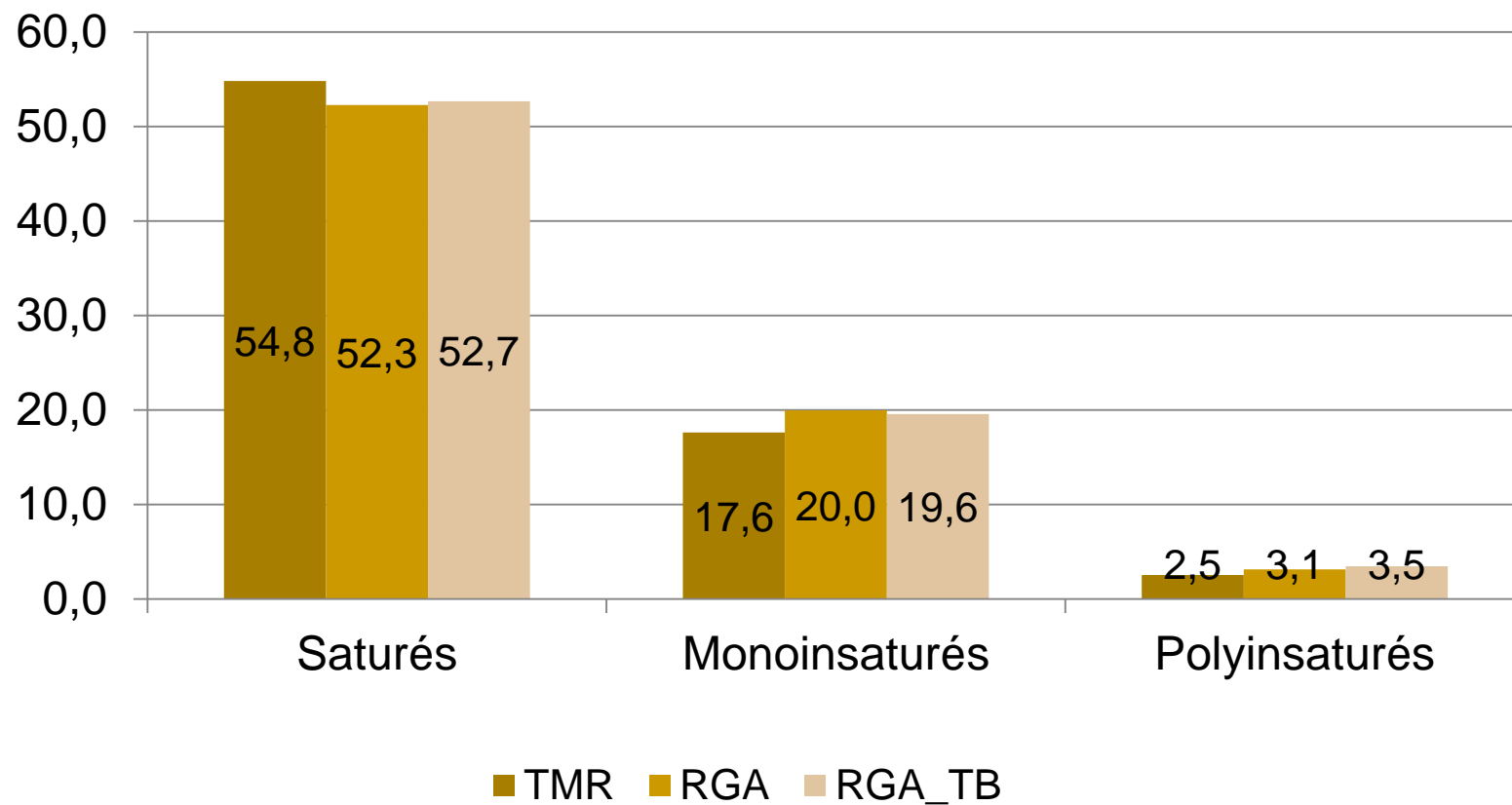
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le beurre (g/100 g MG)

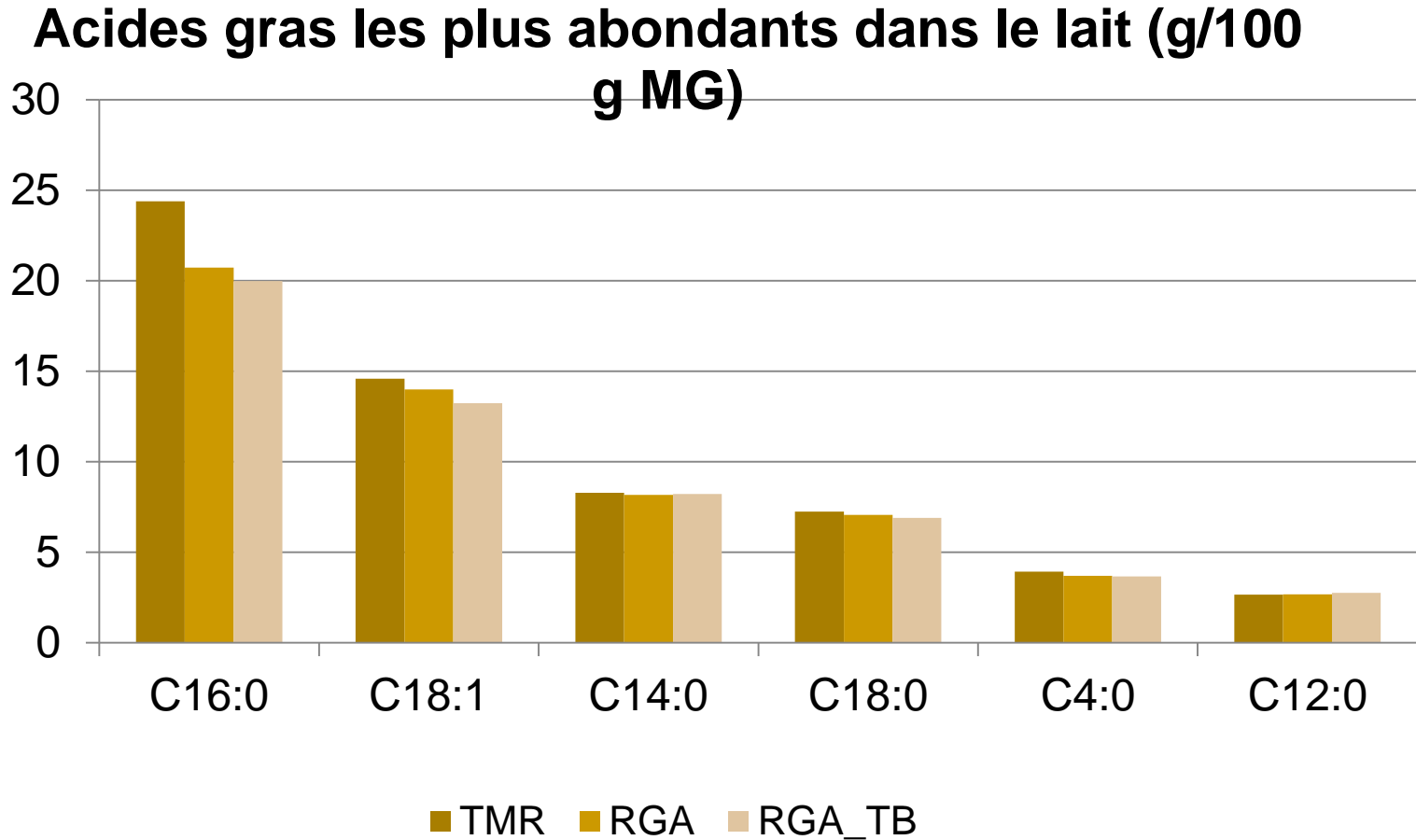


Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

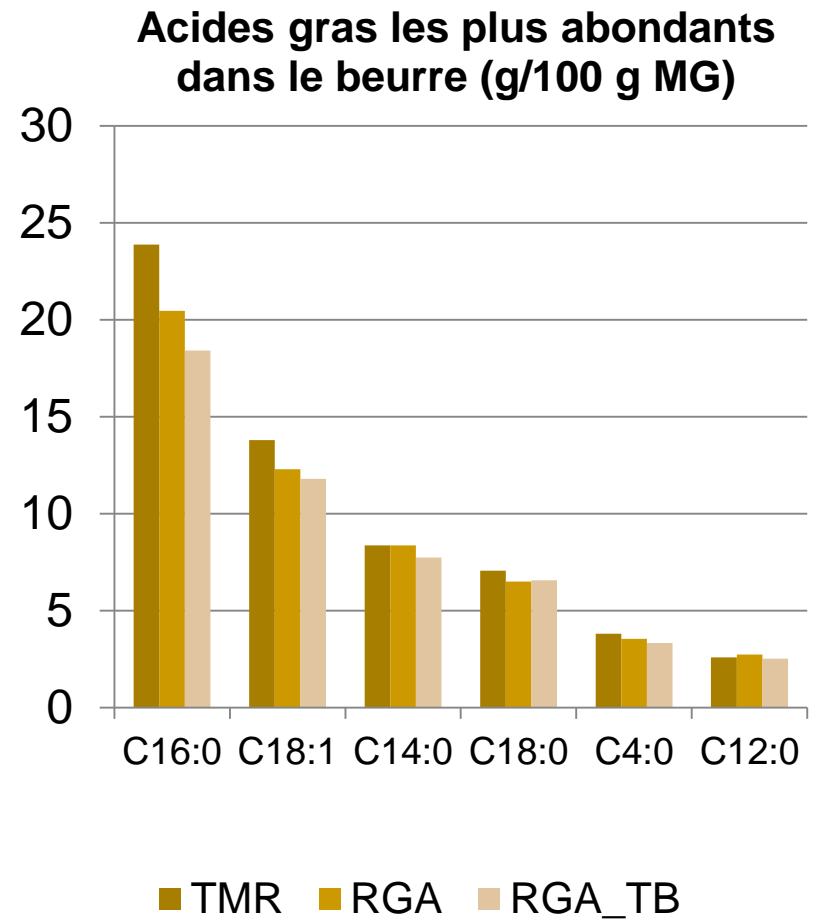
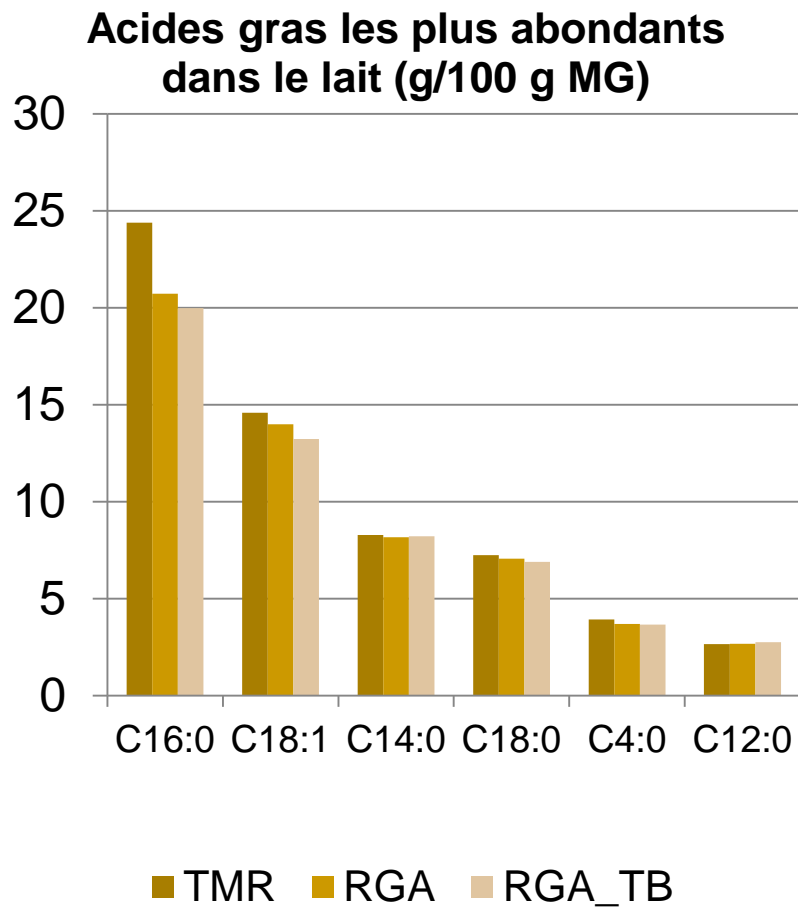
Acides gras dans le fromage (g/100 g MG)



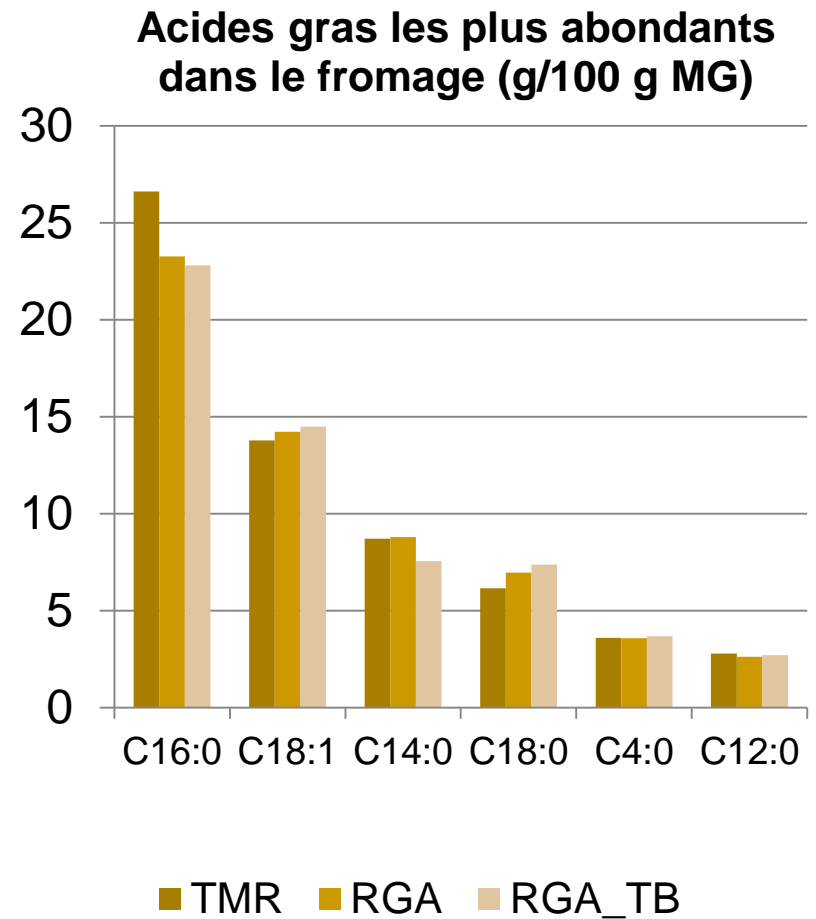
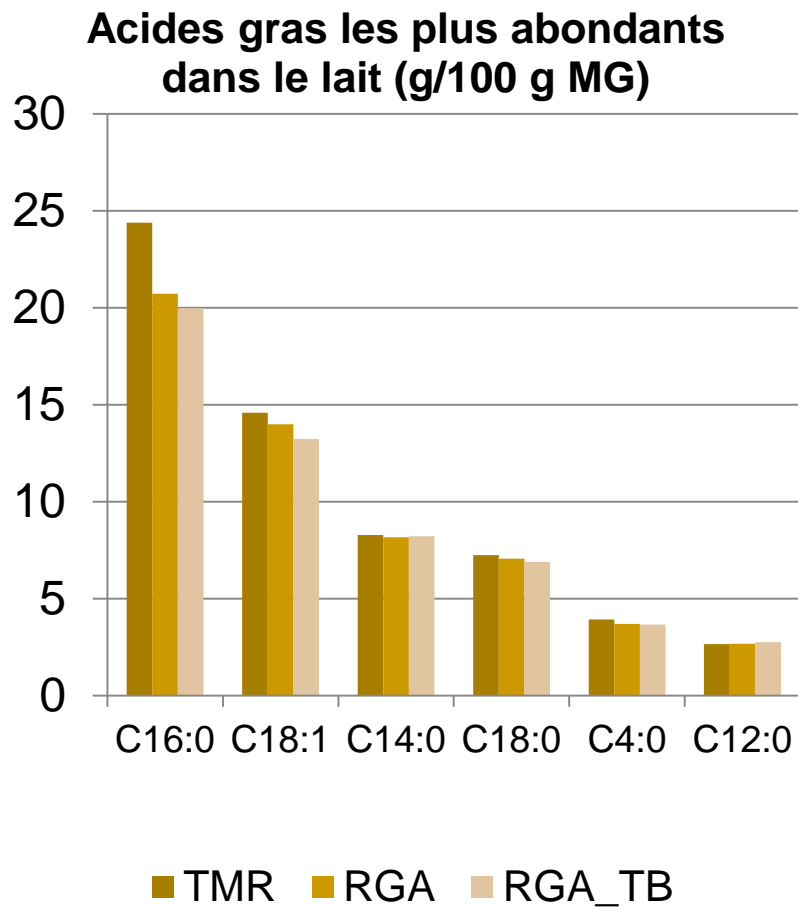
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre



Lait vs beurre

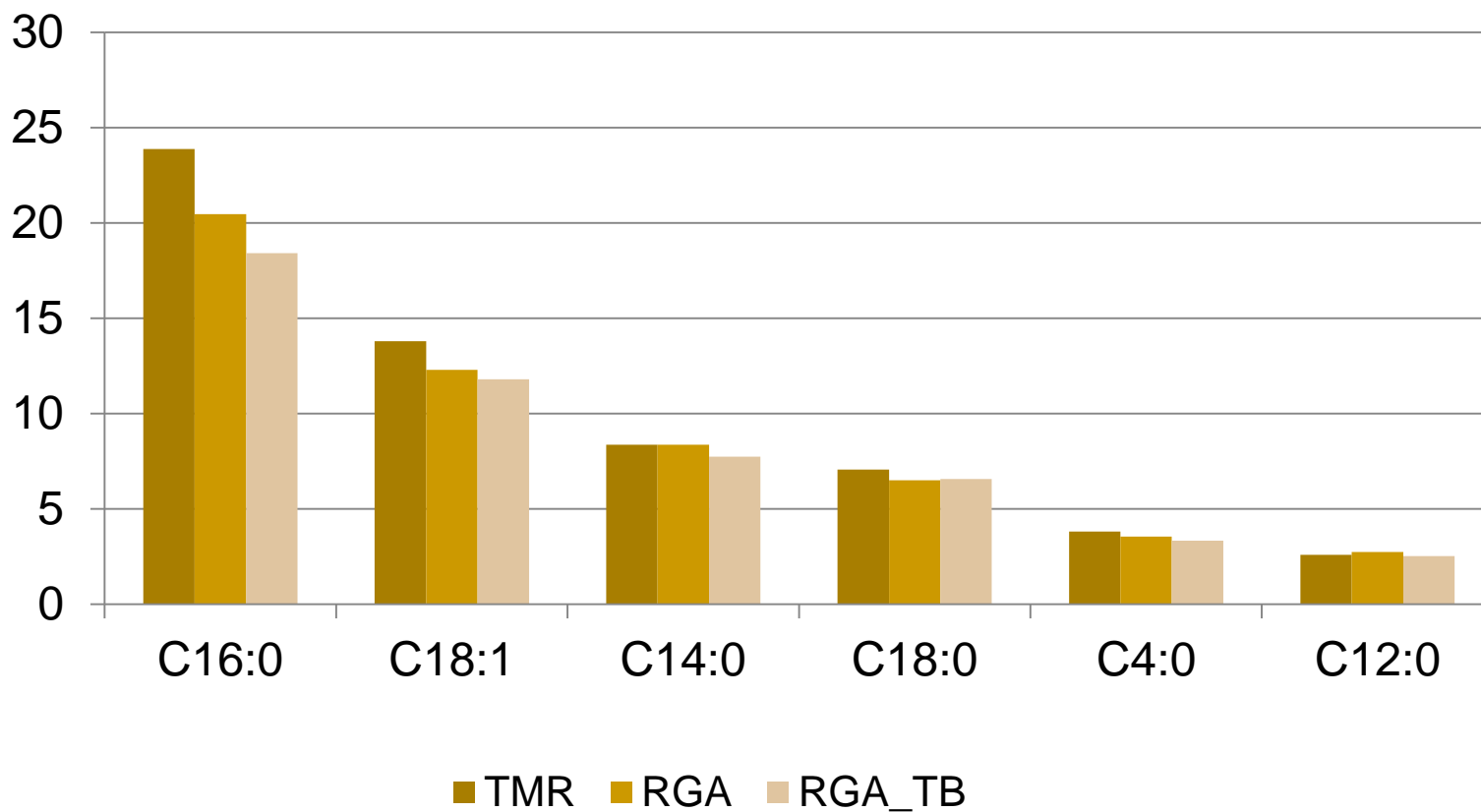


Lait vs fromage



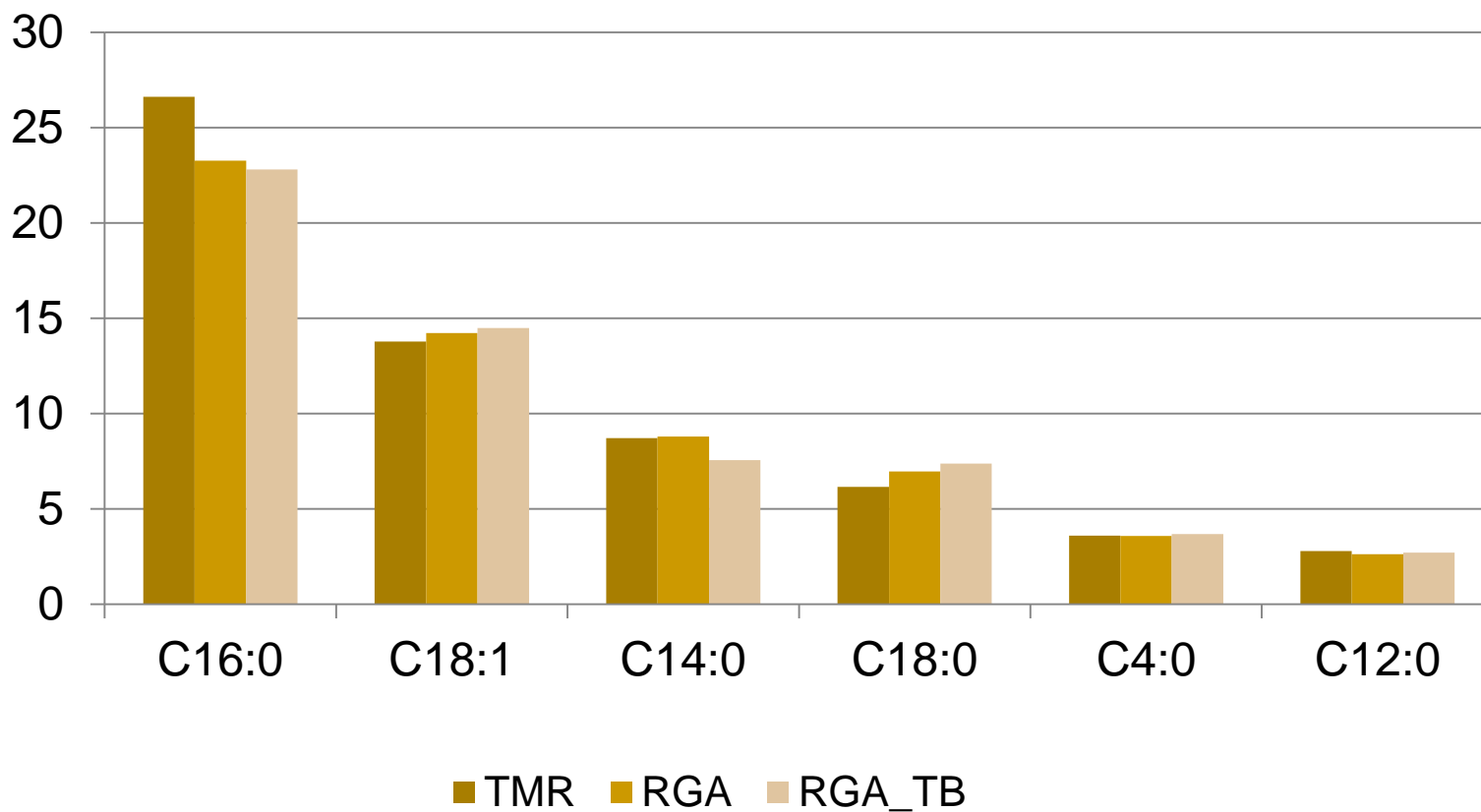
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras les plus abondants dans le beurre (g/100 g MG)



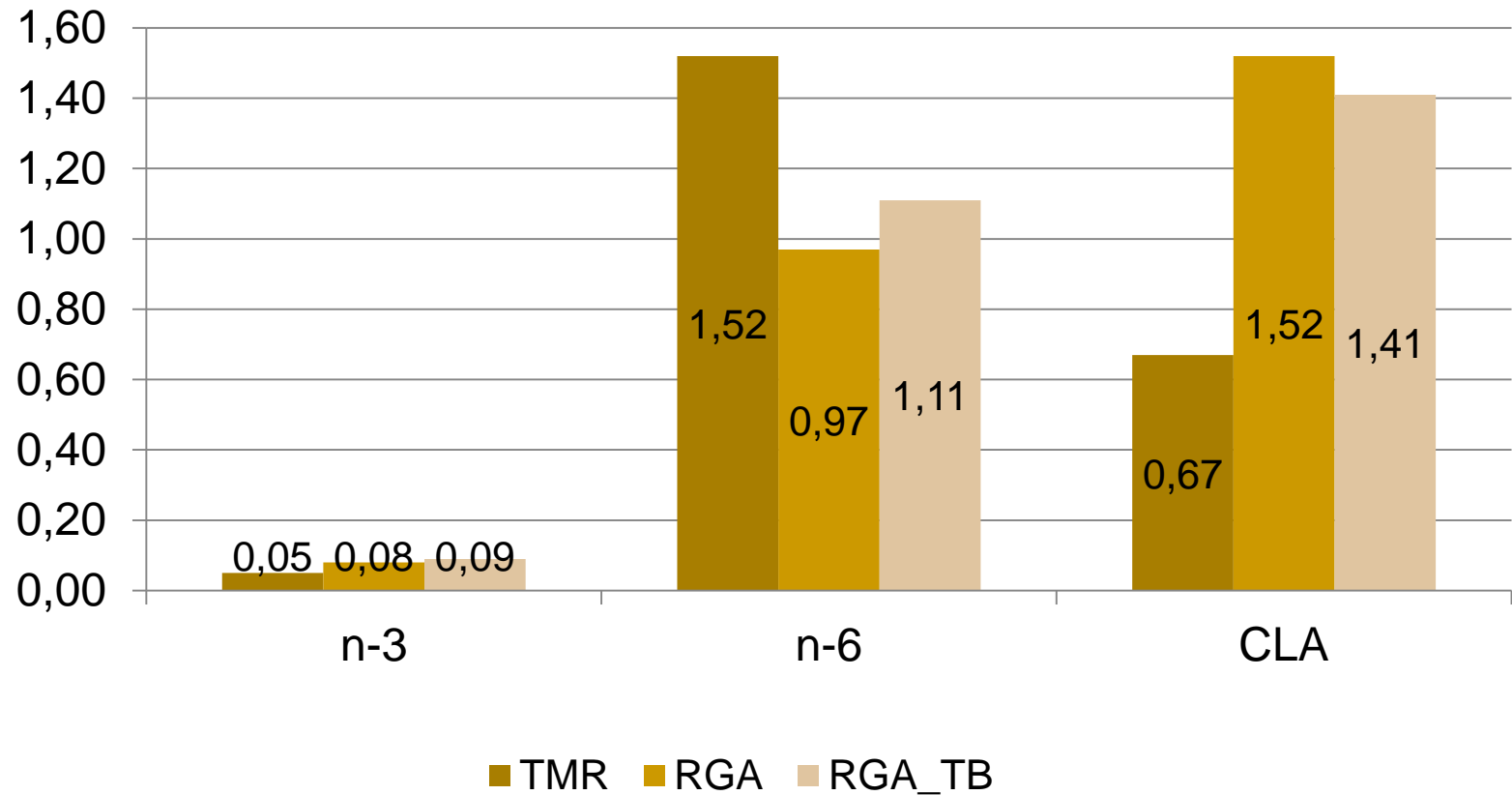
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras les plus abondants dans le fromage (g/100 g MG)



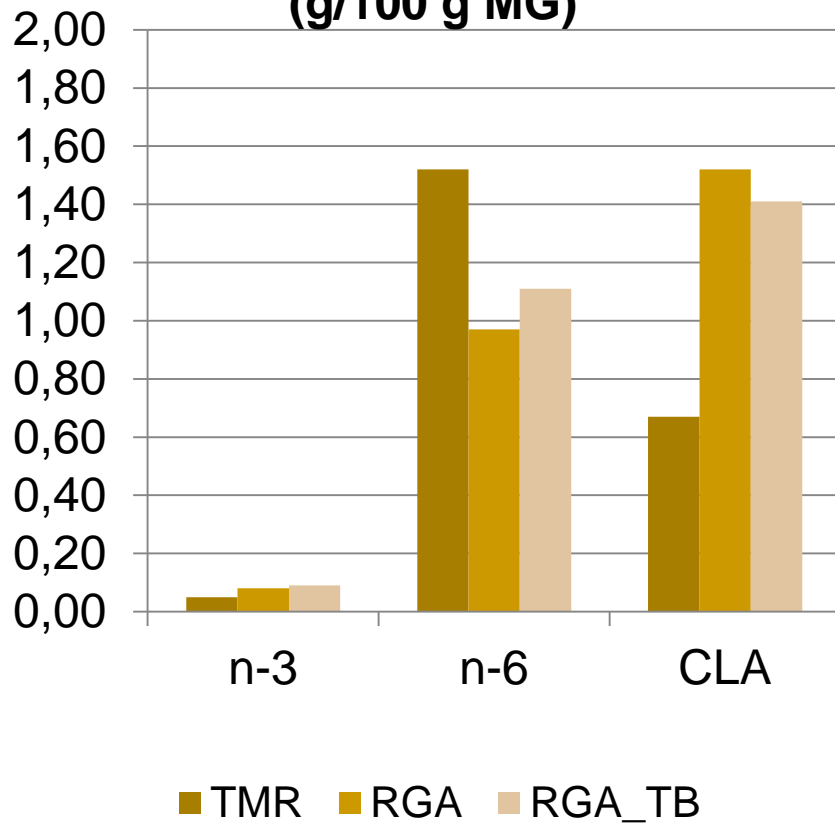
Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le lait (g/100 g MG)

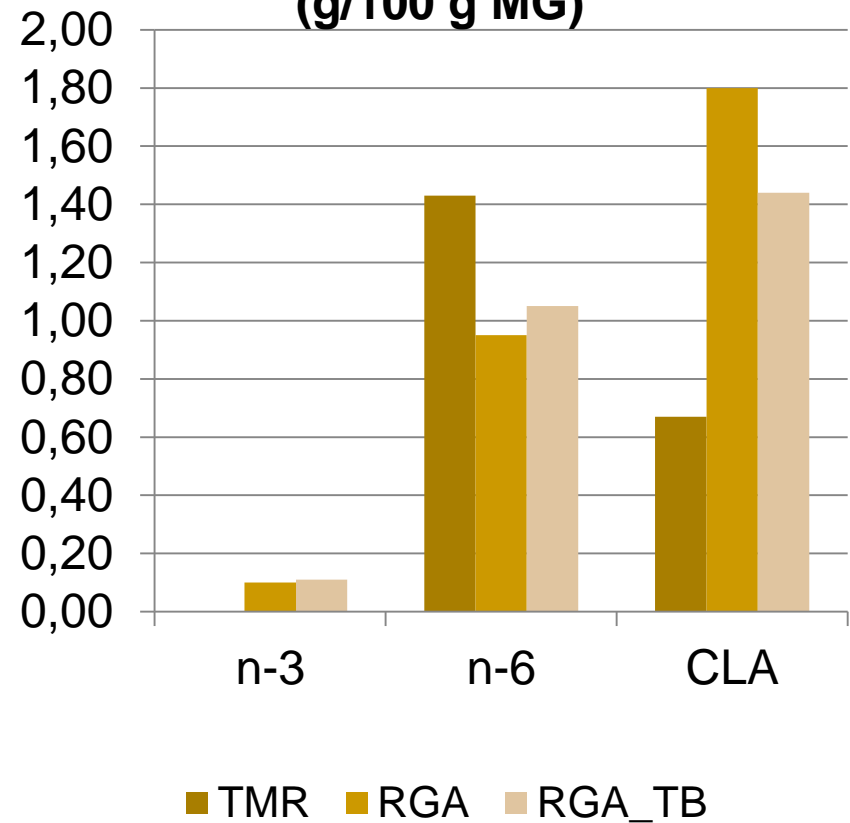


Lait vs beurre

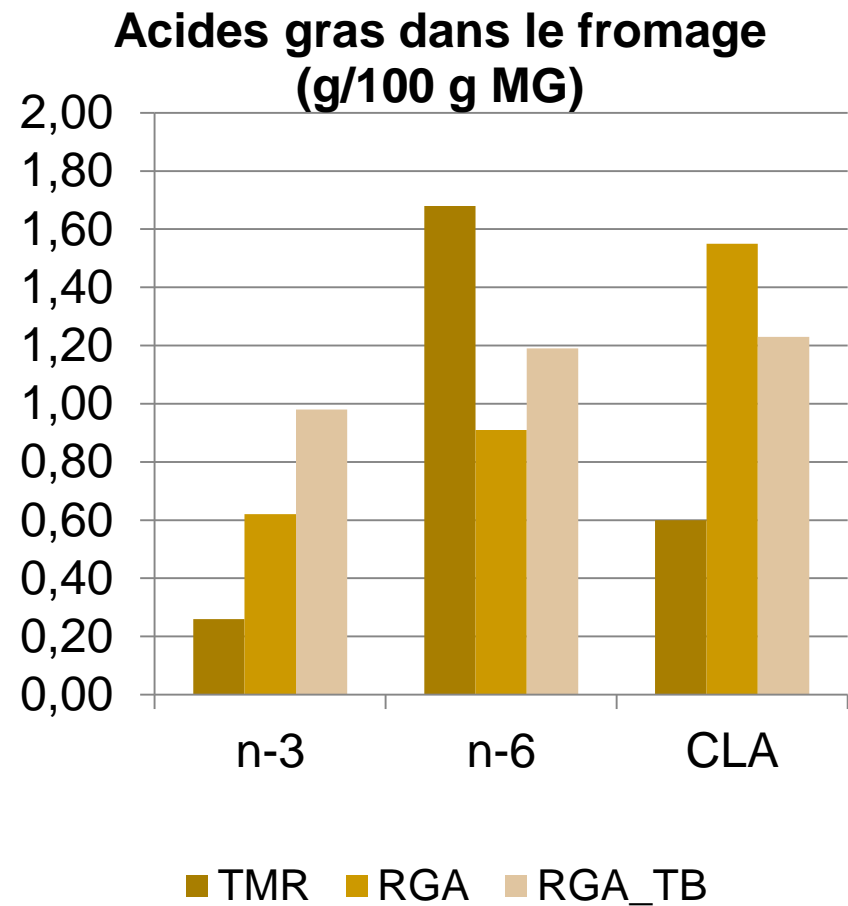
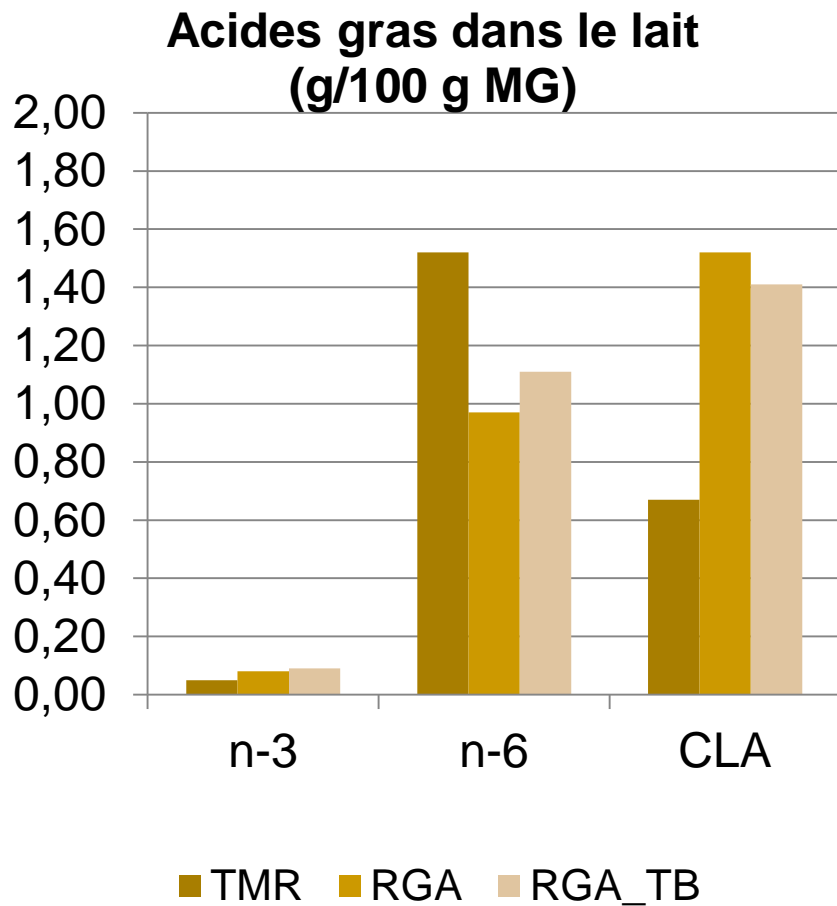
Acides gras dans le lait
(g/100 g MG)



Acides gras dans le beurre
(g/100 g MG)

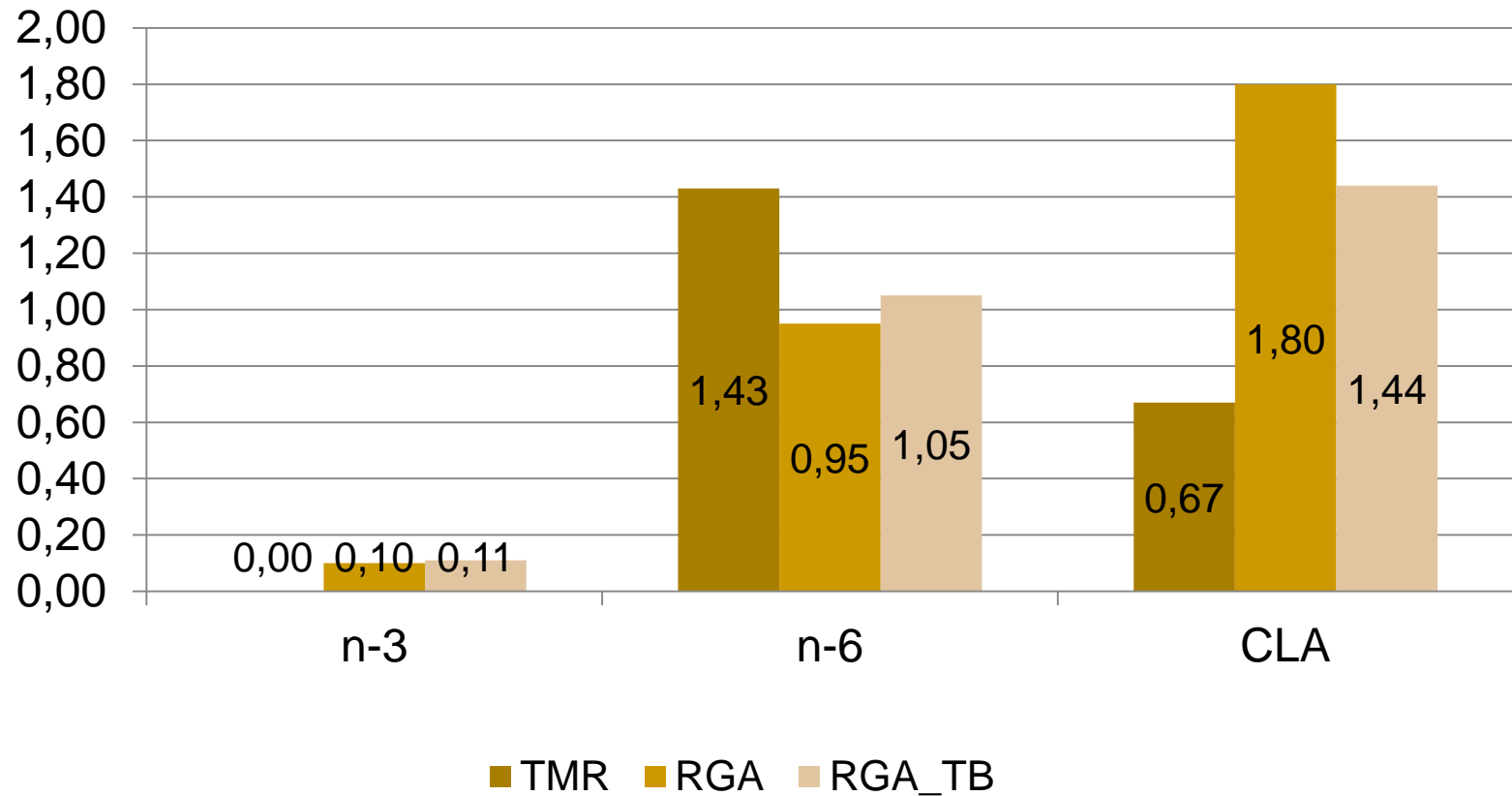


Lait *vs* fromage



Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le beurre (g/100 g MG)



Pratiques alimentaires – lait – matières utiles – fromage et beurre

Acides gras dans le fromage (g/100 g MG)

