



18^{ème} *Carrefour des Productions animales*

Thème 4 : Outils d'aide à l'amélioration de la qualité du lait



Qualité du lait

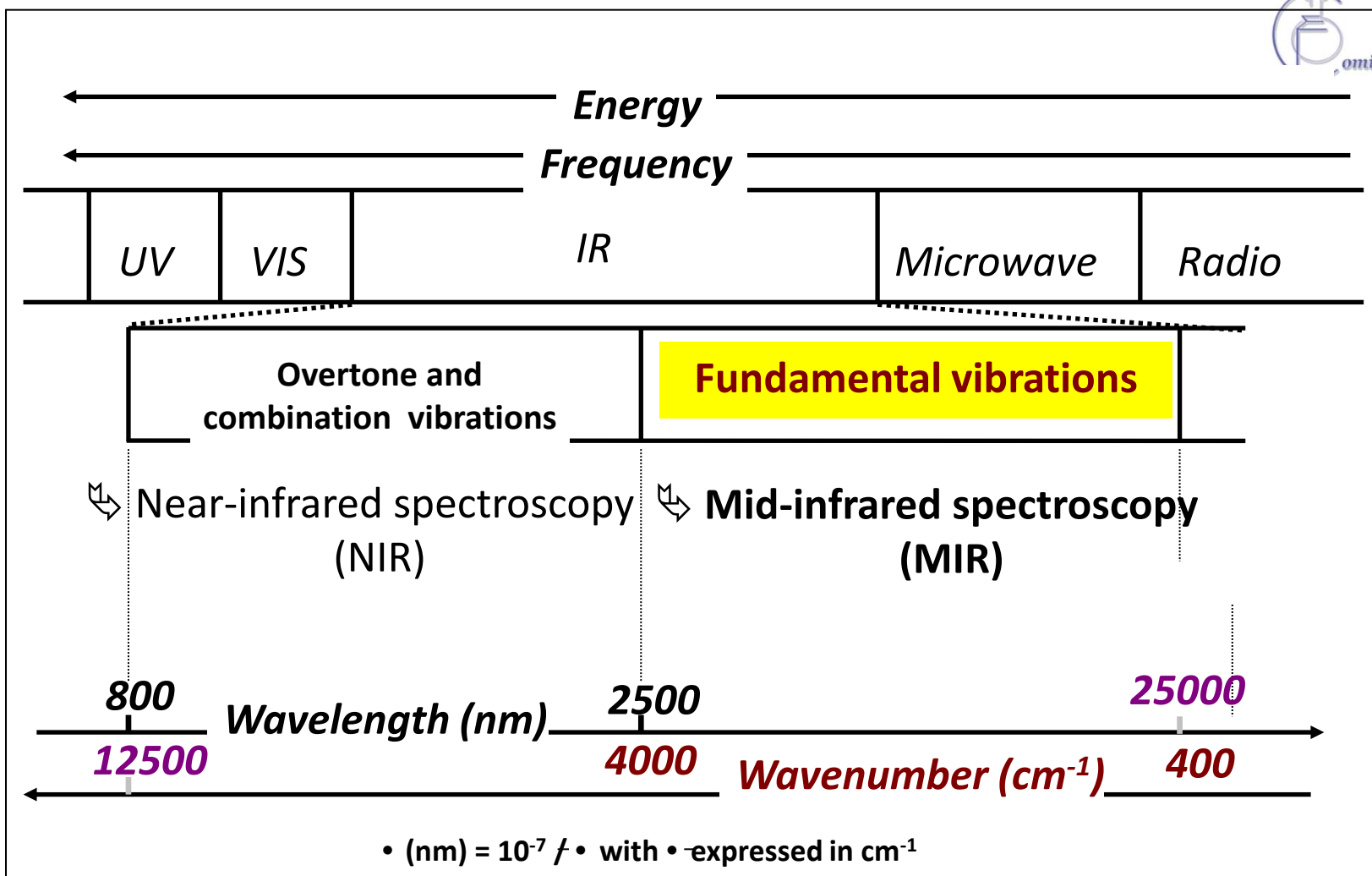
La Wallonie à la pointe grâce à l'utilisation de la spectrométrie infrarouge

Frédéric Dehareng, Hélène Soyeurt, Nicolas Gengler, Catherine Bastin, Didier Veselko, Carlo Bertozzi, Vincent Baeten, Georges Sinnaeve & Pierre Dardenne



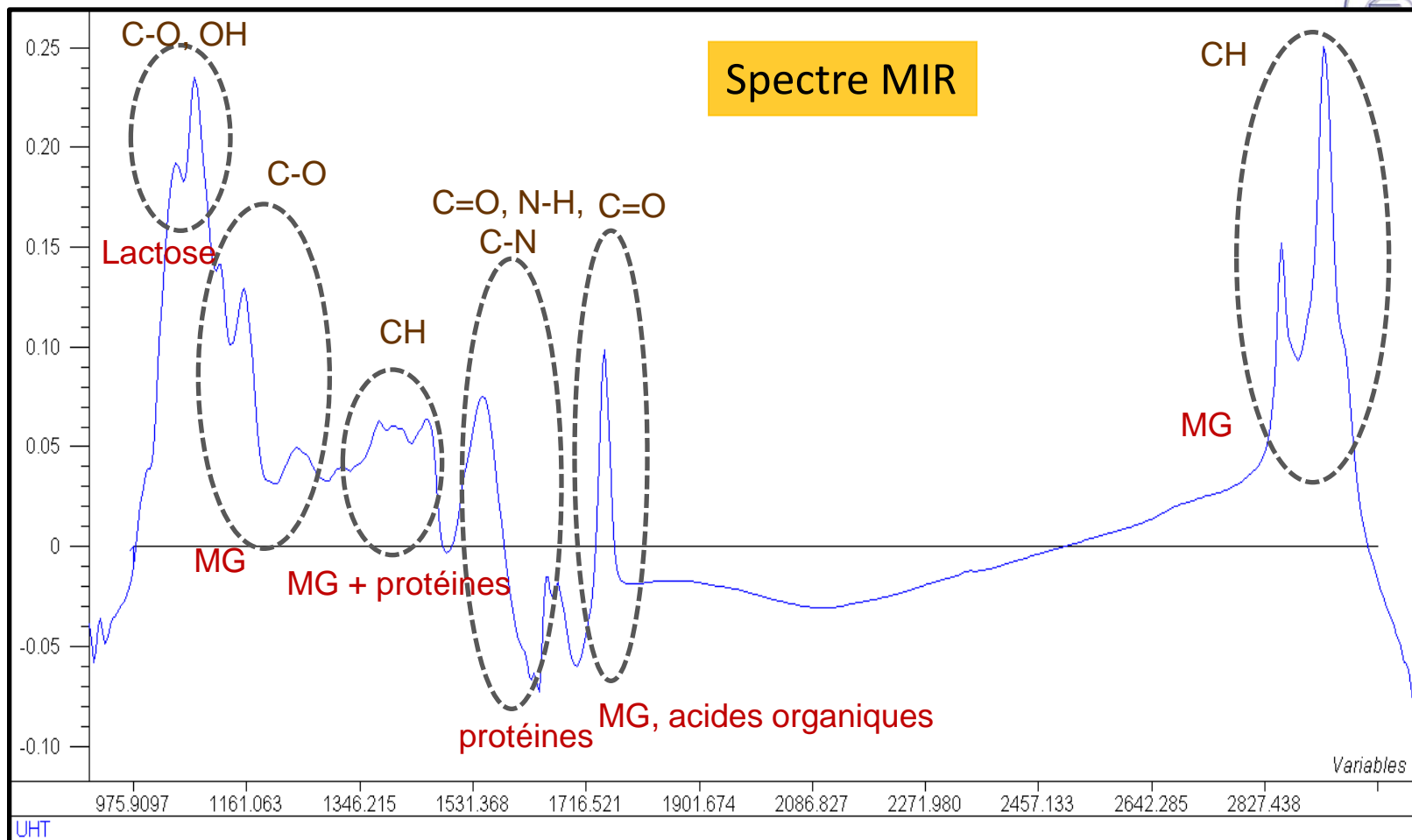


REGION DU SPECTRE INFRA-ROUGE



Les composés organiques exposés aux radiations électromagnétiques :

- peuvent **absorber** l'énergie à **certaines** longueurs d'ondes
- **transmettre ou disperser** l'énergie à **d'autres** longueurs d'ondes



- **Position** des bandes → Analyses qualitatives
- **Intensité** des bandes → Analyses quantitatives

Spectromètres à Filtres



+



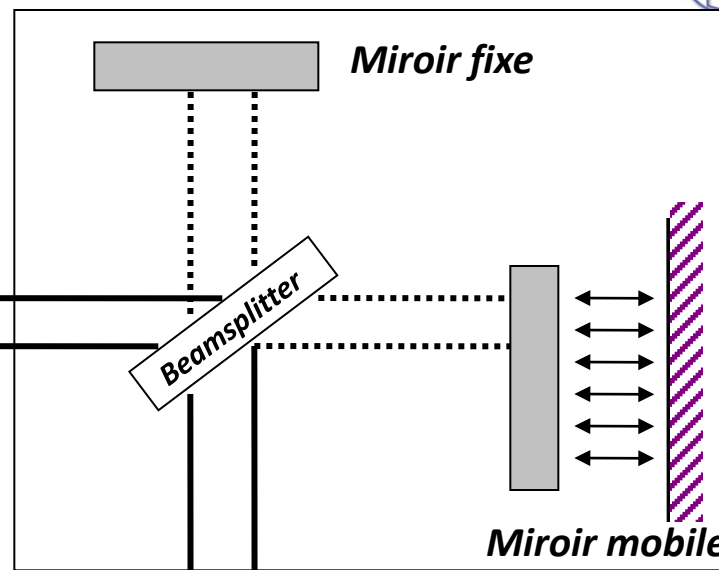
MG et Protéines totales

Radiation Polychromatique

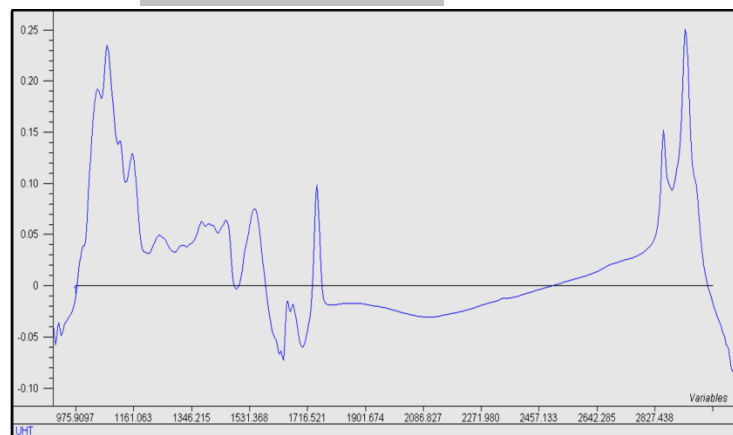


Source

Interferomètre (Michelson)



Spectre MIR



Echantillon

**Transformer de
Fourier**

Détecteur

Spectromètres à filtres



+



MG & Protéines totales, Lactose

Spectromètres FT-MIR

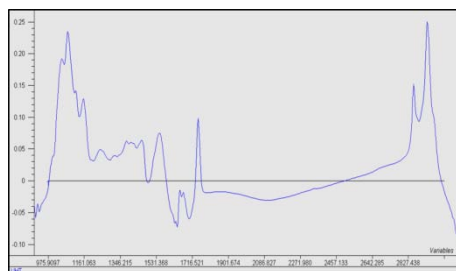


+



MG & Protéines totales, Lactose
et beaucoup plus !

Spectromètres FT-MIR



**Analyses de
référence**

Chimiométrie



**Nouvelles
Équations de
calibrage**



Constituent (g/dl of milk)	N	Mean	SD	SEC	R ² c	SECV	R ² cv	RPD
Fat	1604	3.93	0.94	0.025	1.00	0.026	1.00	36.5
C4:0	1643	0.10	0.03	0.009	0.91	0.009	0.90	3.2
C6:0	1649	0.08	0.02	0.005	0.94	0.005	0.94	4.1
C8:0	1631	0.05	0.01	0.003	0.95	0.003	0.95	4.2
C10:0	1636	0.11	0.03	0.008	0.95	0.008	0.94	4.2
C12:0	1619	0.14	0.04	0.011	0.93	0.011	0.93	3.8
C14:0	1644	0.46	0.13	0.030	0.94	0.031	0.94	4.1
C14:1	1623	0.04	0.02	0.007	0.79	0.007	0.77	2.1
C16:0	1630	1.25	0.41	0.071	0.97	0.074	0.97	5.6
C16:1 <i>cis</i>	1628	0.07	0.02	0.011	0.78	0.011	0.76	2.0
C17:0	1594	0.03	0.01	0.003	0.87	0.003	0.86	2.6
C18:0	1626	0.36	0.13	0.046	0.87	0.048	0.86	2.6
C18:1 <i>trans</i>	1619	0.12	0.06	0.022	0.85	0.023	0.84	2.5
C18:1 <i>cis</i> -9	1629	0.69	0.22	0.055	0.94	0.057	0.94	3.9
C18:1 <i>cis</i>	1629	0.74	0.24	0.054	0.95	0.056	0.95	4.3
C18:2	1610	0.09	0.03	0.014	0.73	0.014	0.71	1.9
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12	1603	0.06	0.02	0.010	0.78	0.011	0.77	2.1
C18:3 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15	1618	0.02	0.01	0.004	0.75	0.004	0.73	1.9
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	1600	0.03	0.02	0.009	0.81	0.009	0.80	2.2
Saturated FA	1635	2.75	0.75	0.060	0.99	0.063	0.99	12.0
Monounsaturated FA	1624	1.01	0.30	0.051	0.97	0.053	0.97	5.7
Polyunsaturated FA	1641	0.16	0.05	0.021	0.82	0.022	0.80	2.2
Unsaturated FA	1631	1.17	0.34	0.058	0.97	0.060	0.97	5.7
Short chain FA	1648	0.36	0.10	0.023	0.95	0.023	0.94	4.2
Medium chain FA	1626	2.11	0.62	0.089	0.98	0.093	0.98	6.7
Long chain FA	1630	1.44	0.44	0.096	0.95	0.100	0.95	4.4

RPD \geq 2



Comité du Lait

Centre wallon de Recherches agronomiques



Wallonie



Nouveaux paramètres prédits

- Profils en acides gras
- Minéraux
- Lactoferrine
- Méthane éructé
- Caséine totale
- Acidité titrable
- +
- Beta-hydroxybutyrate
- Acétone
- Acide citrique
- Profil en fractions protéiques
- etc...

Pour créer de nouveaux paramètres :

- Echantillonnage couvrant une large variabilité
- Analyses de référence



Coûts importants !

Création des premières bases spectrales



- Utilisation d'échantillonnages existants
- Grande variabilité couverte
- Sélection possible d'échantillons pour analyses de référence



- Large variabilité (races, régimes alimentaires, saisons, ...) : robustesse accrue
- Coûts diminués
- Historique possible



Nouvelles bases spectrales

Base Futurospectre (AWE ; Comité du lait ; CRA-W ; GxABT) :
Données spectrales associées aux données zootechniques,
génétiques et/ou analytiques issues du contrôle laitier (2.375.000
données individuelles)

Base payement du lait (Comité du lait ; CRA-W ; GxABT) de la région
wallonne (données Tank)

Base Optimir qui couvre plusieurs pays d'Europe (Allemagne,
France, Luxembourg, Irlande, UK et Wallonie).Projet Interreg
(Project leader AWE, participation du CRA-W, comité du lait et
GxABT)

Vers de nouveaux outils

- Qualité nutritionnelle du lait
- Désordres métaboliques chez la vache (acidose, acétonémie, fièvre de lait, mammites, ...)
- Production de méthane éructé
- Statut énergétique de la vache, métabolisme lipidique de la vache
- Aptitude à la transformation du produit (tartinabilité, fromageabilité, etc...)
- Fertilité de la vache
- Alimentation de la vache
- Calculs des héritabilités
- etc....

Un partenariat réussi





18^{ème} *Carrefour des Productions animales*

Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers

Les présentations et exposés seront disponibles prochainement sur les sites suivants:

<http://www.gembloux.ulg.ac.be/zt/>

<http://www.cra.wallonie.be/fr/51/conferences/679>



Étude de la variabilité des aptitudes à la transformation laitière en Région Wallonne basée sur l'utilisation de la spectrométrie infrarouge

Colinet F.G.¹, Troch T.², Vanden Bossche S.², Soyeurt H.³, Gengler N.¹, Abbas O.⁴, Baeten V.⁴, Dehareng F.⁵, Sinnaeve G.⁵, Dardenne P.^{4,5} & Sindic M.²

ULg, Gembloux Agro-Bio Tech

¹ Unité de Zootechnie

² Unité « Analyses, Qualité et Risques »

Laboratoire de Qualité et Sécurité des Produits Agroalimentaires

³ Département des Sciences Agronomiques

CRA-W, Département Valorisation des Productions Agricoles

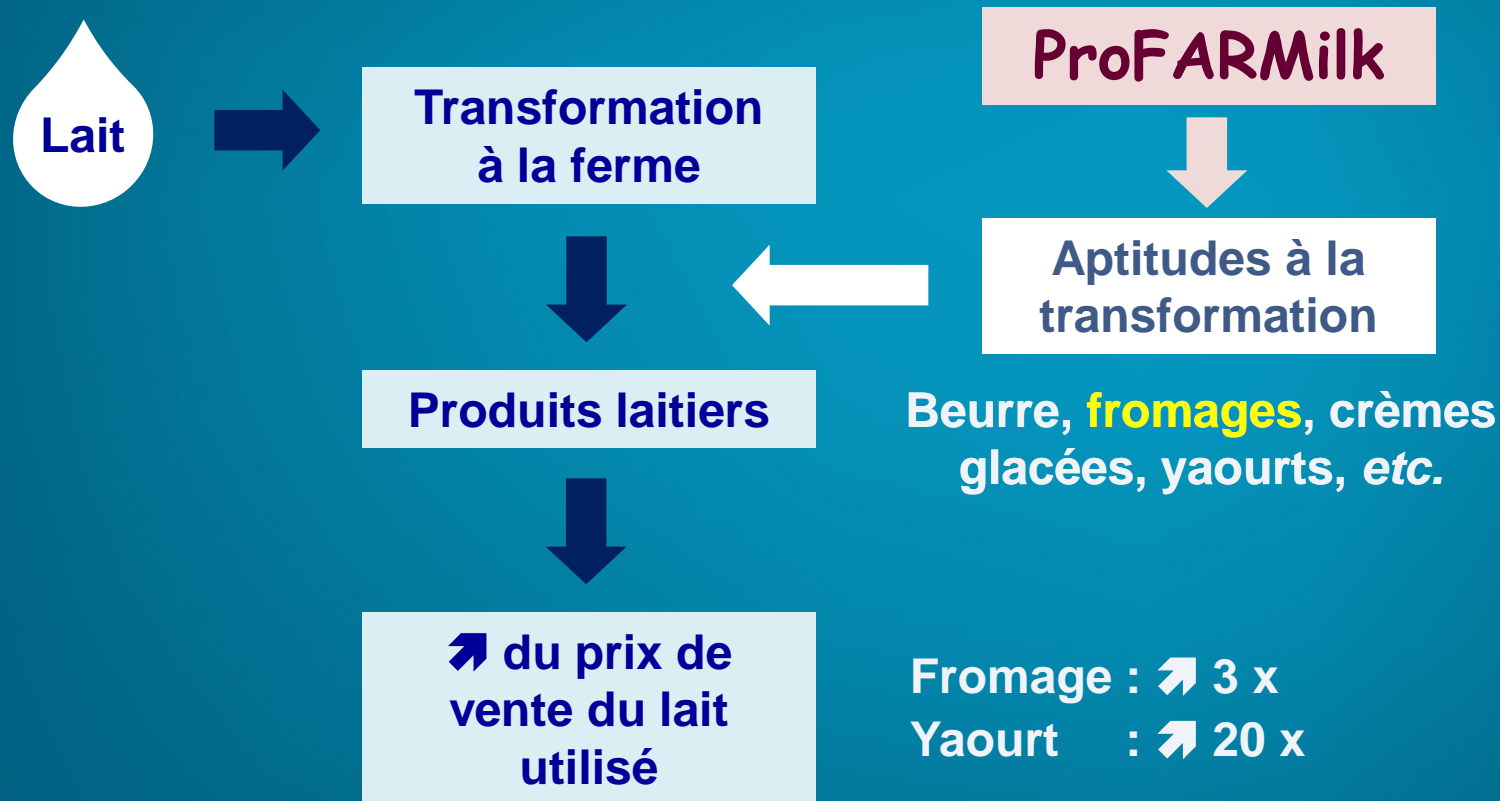
⁴ Unité Qualité des produits

⁵ Unité Technologies de la transformation des produits

ICAR 37th Annual Meeting -

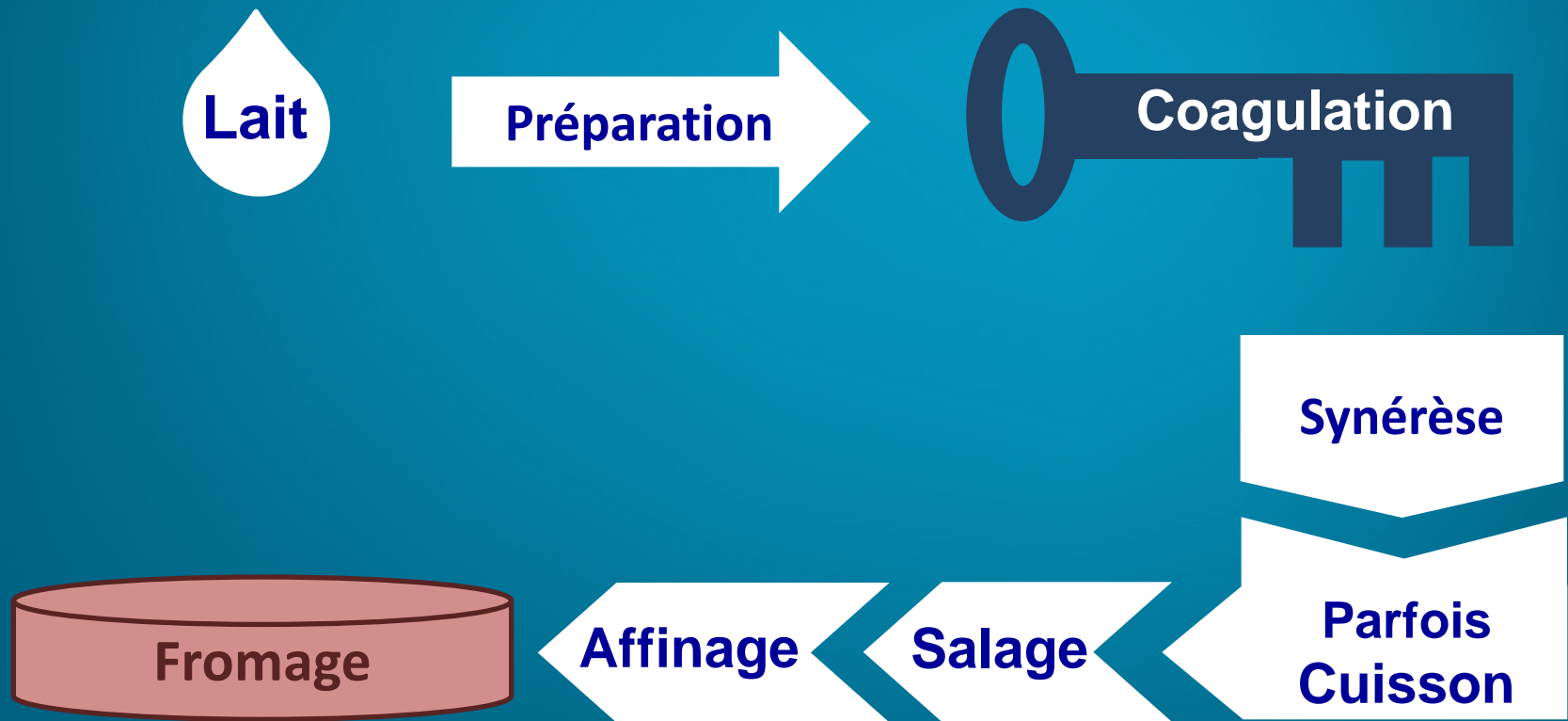
Riga, Latvia (31 May - 4 June,

Transformation à la ferme



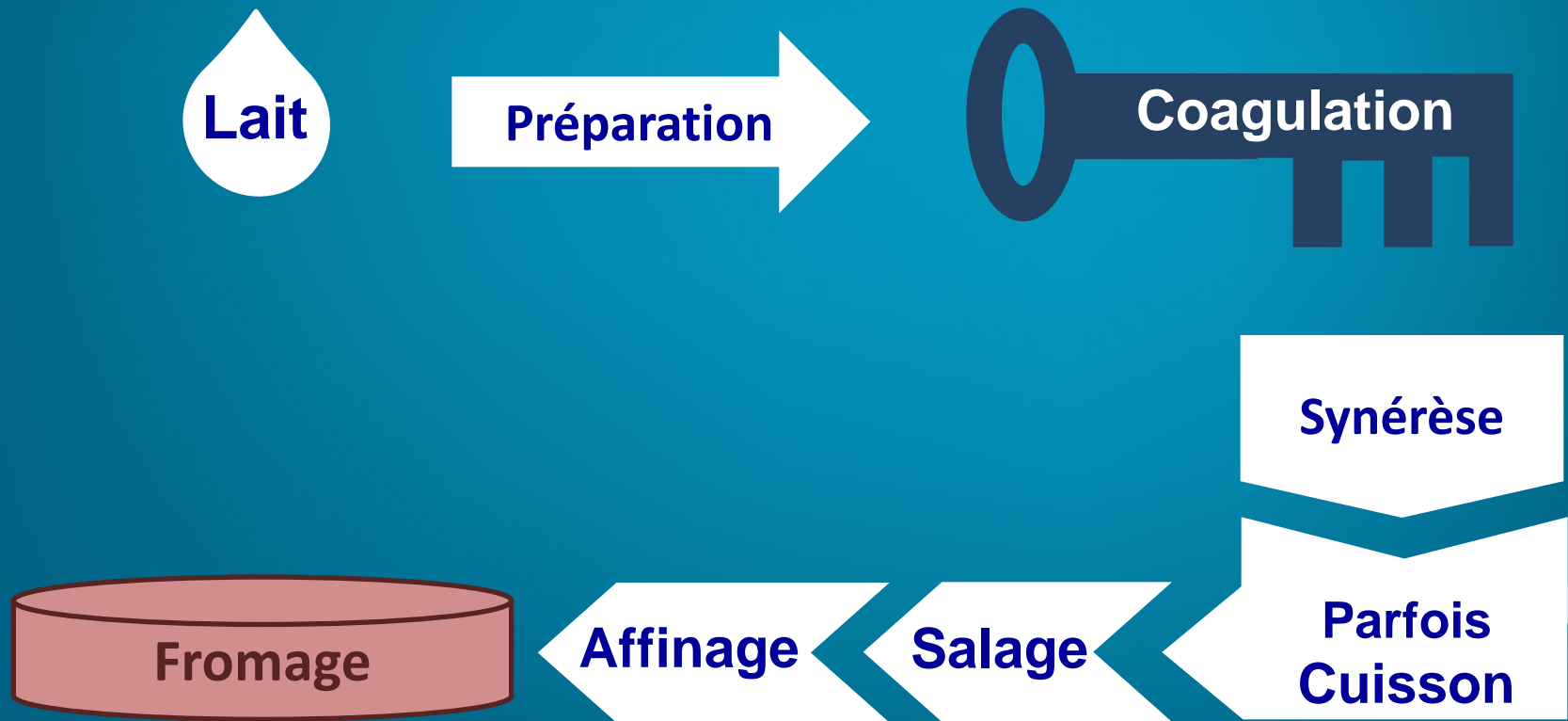
Aptitudes à la transformation

- Fabrication fromagère



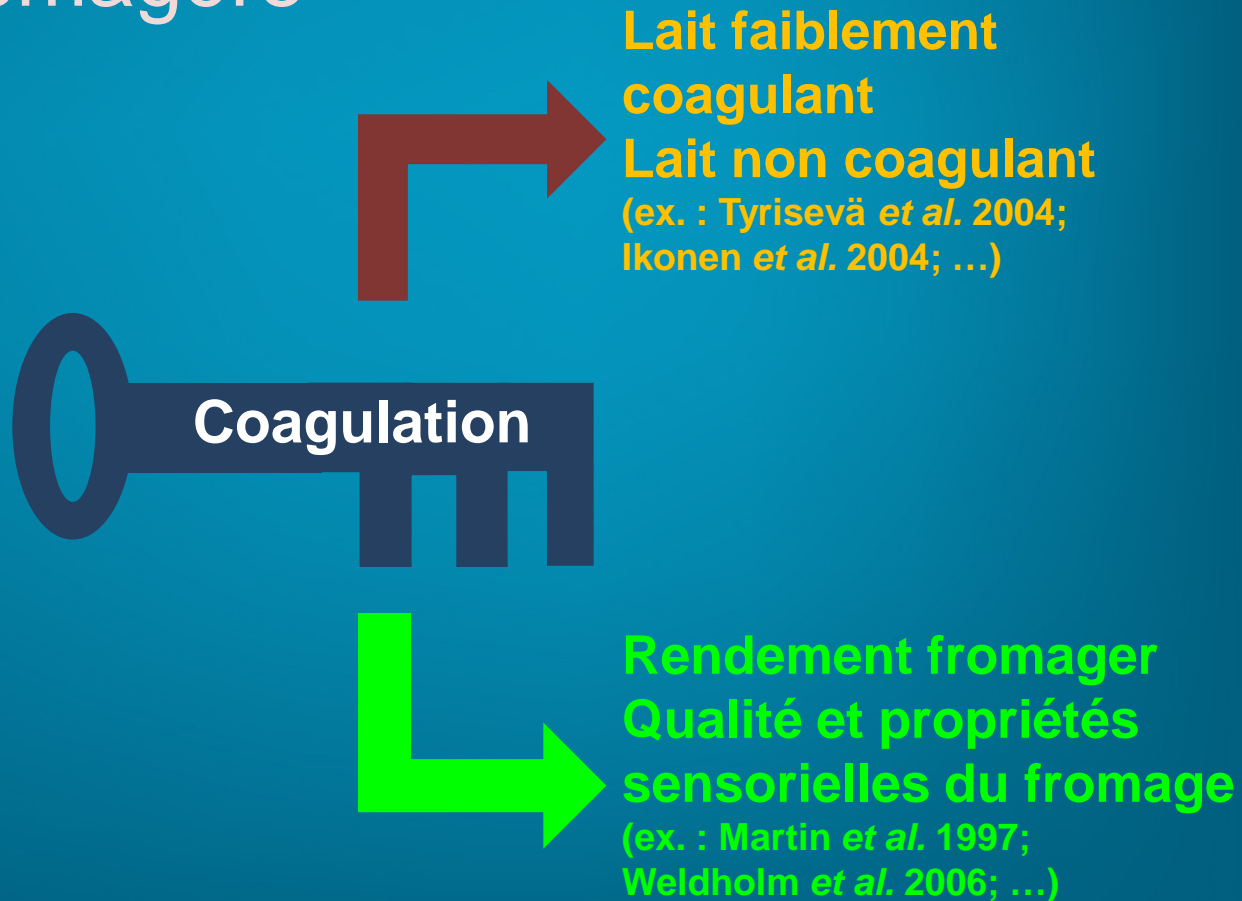
Aptitudes à la transformation

- Fabrication fromagère



Aptitudes à la transformation

- Fabrication fromagère



Aptitudes à la transformation

■ Fabrication fromagère

Lait : qualité
& composition



Environnement :
saison, alimentation, ...

Lindström *et al.* 1984
Ikonen *et al.* 1999
De Marchi *et al.* 2007 & 2008
Formaggioni *et al.* 2001
...

ICAR 37th Annual Meeting -

Riga, Latvia (31 May - 4 June,

2010)

Carrefour des Productions animales, Gembloux 20 février 2013

Aptitudes à la transformation

■ Fabrication fromagère

• Paramètres étudiés

- Temps nécessaire à l'initiation de la coagulation (RCT)
- Temps pour atteindre une fermeté nécessaire pour le décaillage (k_{20})
- Fermeté du caillé à 30 minutes (a_{30})
- Acidité titrable (AT)
- Rendement fromager de laboratoire en frais et en sec

- Études des aptitudes à la transformation

Nous ne disposons d'aucune méthodologie
rapide et à grande échelle
pour déterminer ces aptitudes d'échantillons
de lait pris individuellement.

Les analyses de lait individuel au laboratoire sont,
en général, coûteuses et chronophages.

L'utilisation de la spectrométrie en proche et moyen
infra-rouge permet d'analyser un très grand nombre
d'échantillons à bas prix.

Méthodologie

- Fabrication fromagère
 - Échantillons prélevés
 - 8 exploitations
 - Traites du matin ou du soir
 - Différentes races bovines
 - Analyses en laboratoire
 - Spectre MIR (Comité du Lait de Battice)
 - Développement d'équations de prédiction

Équations de prédiction

■ Fabrication fromagère

Paramètres des équations de prédiction développées

		Eff.	Moy.	ET	ES _C	ES _{CV}	R ² _C	R ² _{CV}	RPD	RER
RCT	<i>s</i>	526	865	235	129	136	0,70	0,66	1,7	9
k₂₀	<i>s</i>	530	214	36	25	27	0,50	0,46	1,3	5,2
a₃₀	<i>mm</i>	422	34,3	42	2,9	3,1	0,50	0,45	1,4	5,7
Rend. From. Frais (<i>g caillé/100g lait</i>)		234	26,8	6,5	2,6	2,8	0,83	0,81	2,3	12
Rend. From. Sec (<i>g MS caillé/100g MS lait</i>)		243	61,9	6,4	2,6	2,7	0,84	0,82	2,3	11,9
AT	<i>D</i>	451	16,6	1,80	0,77	0,80	0,82	0,80	2,2	15

Équations de prédiction

■ Fabrication fromagère

Paramètres des équations de prédiction développées

		Eff.	Moy.	ET	ES _C	ES _{CV}	R ² _C	R ² _{CV}	RPD	RER
<p>→ Résultats prometteurs, suffisants pour une étude de variabilité mais nécessité d'analyses supplémentaires en vue d'améliorer les équations</p>										
(g caillé/100g lait)										
Rend. From. Sec (g MS caillé/100g MS lait)		243	61,9	6,4	2,6	2,7	0,84	0,82	2,3	11,9
AT	D	451	16,6	1,80	0,77	0,80	0,82	0,80	2,2	15

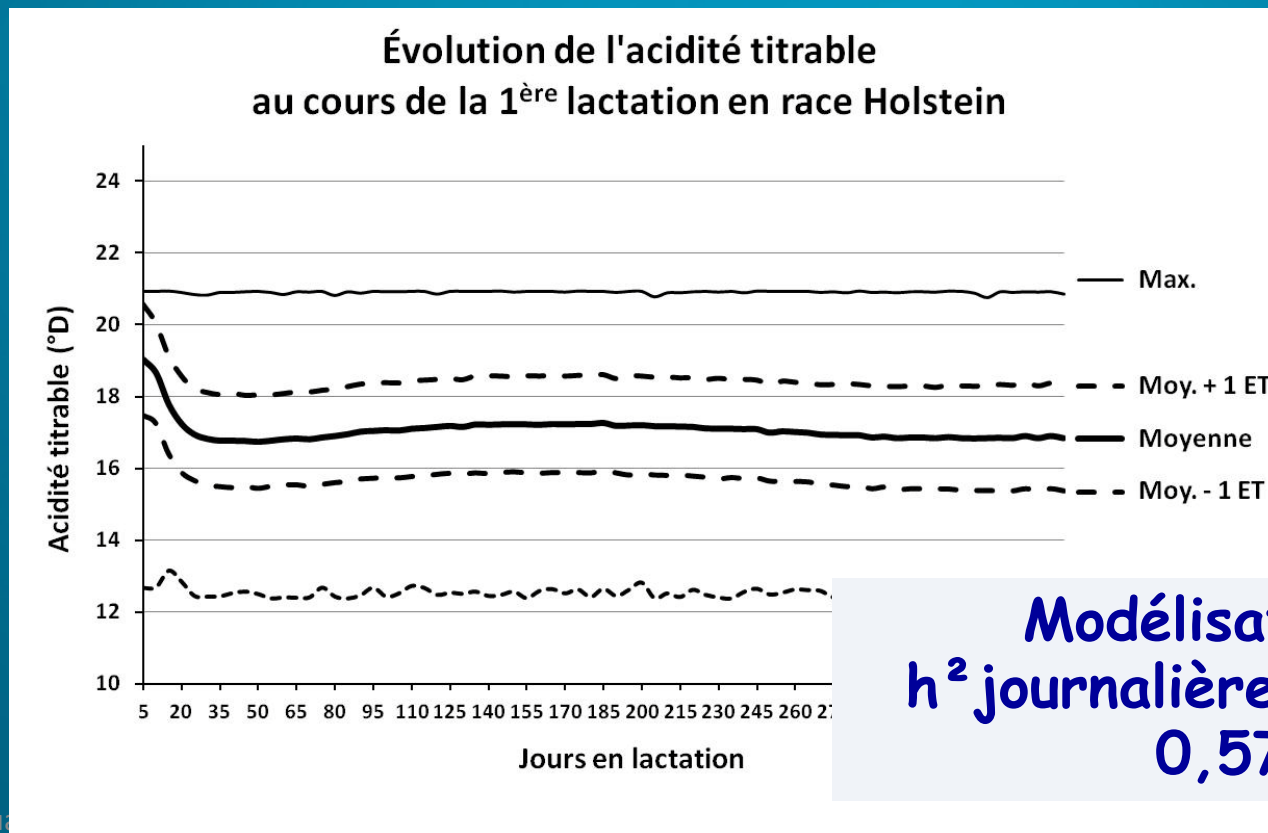
Variabilité en Wallonie

■ Application des équations

- Base spectrale wallonne : 2 300 000 spectres MIR
- Variabilités des prédictions
 - Jusqu'à 20 % pour Rend. From. de Labo en frais
- Différence entre races
 - Par ex., Rend. From. de Labo en frais :
 - ✓ 22,2 (\pm 3,9) g caillé / 100 g lait en BBB de type mixte
 - ✓ 26,4 (\pm 4,8) g caillé / 100 g lait en Normande
- Évolution inter et intra lactations

Variabilité en Wallonie

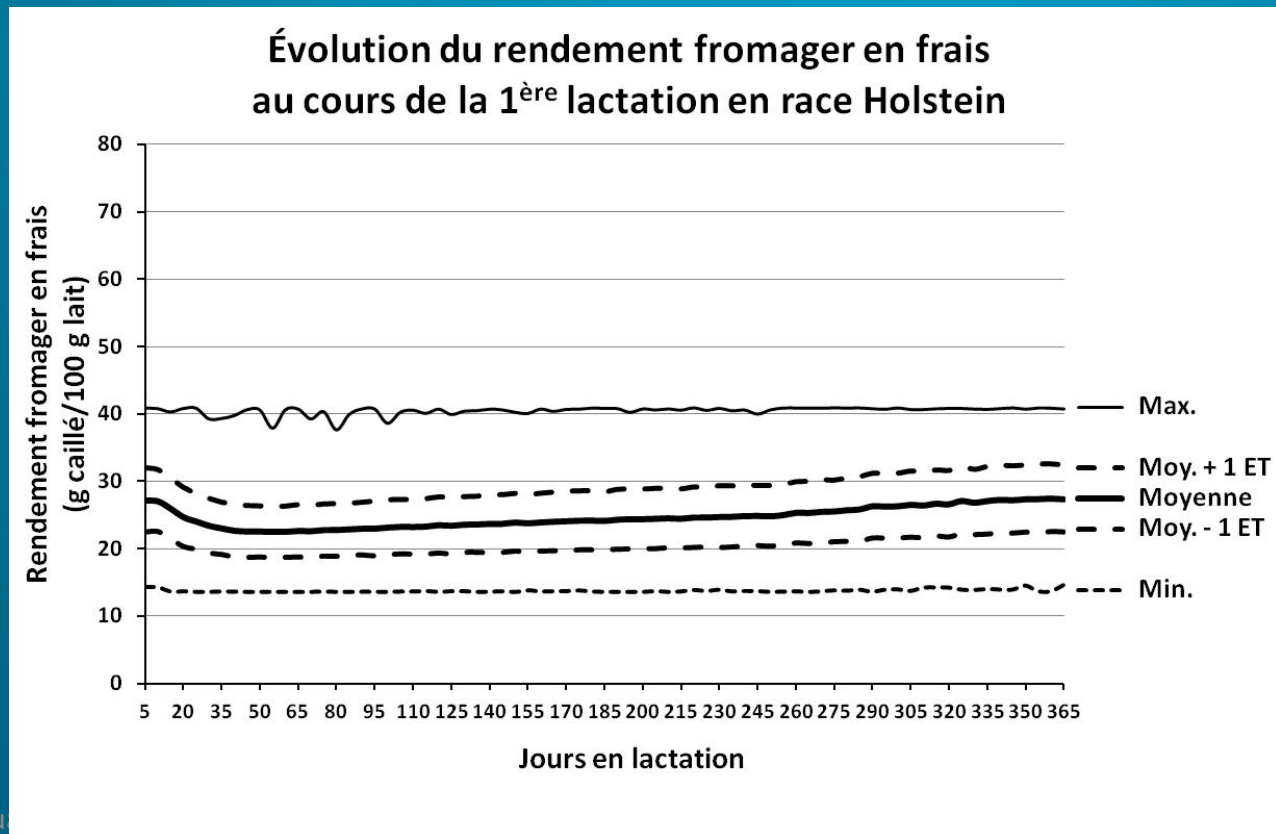
■ Variabilité au cours de la lactation



Modélisation :
 h^2 journalière moyenne
0,57

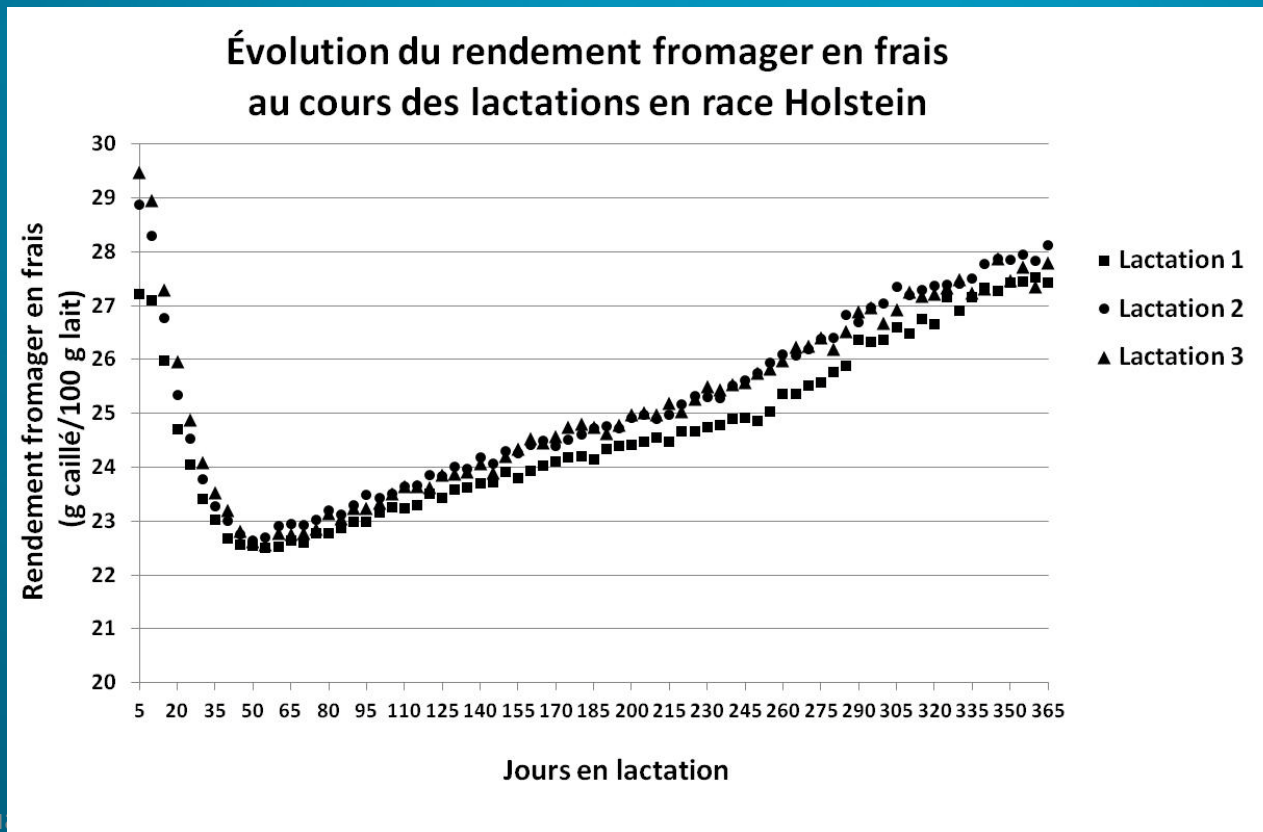
Variabilité en Wallonie

■ Variabilité au cours de la lactation



Variabilité en Wallonie

■ Variabilité entre lactations



Conclusion

- Équations de prédiction
- Variabilité
- ➔ Modélisation
- ➔ Corrélations phéno- et génotypiques
- ➔ **En vue d'une meilleure compréhension**
- ➔ **Développement d'outils de gestion et d'optimisation des propriétés technologiques**

Merci de votre attention

- Remerciement pour le support financier du projet ProFARMilk
 - Service Public de Wallonie, DGO3
 - Projet D31-1255 et D31-1308





18^{ème} *Carrefour des Productions animales*

Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers

Les présentations et exposés seront disponibles prochainement sur les sites suivants:

<http://www.gembloux.ulg.ac.be/zt/>

<http://www.cra.wallonie.be/fr/51/conferences/679>





Université catholique de Louvain

Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale

Institut des Sciences de la Vie

Biologie de la Nutrition et Toxicologie environnementale



Influence de la structure de la ration et de la supplémentation lipidique sur la qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait

Q.C. Dang Van, M. Focant, E. Froidmont et Y. Larondelle

Gembloux, 20 février 2013

18^{ème} Carrefour des Productions animales

Le lait et les produits laitiers sont des sources importantes de lipides dans notre alimentation



14% apport total en lipides

Autres nutriments

Graisses saturées & cholestérol ☹️

Acides linoléiques conjugués 😊

Le lait et les produits laitiers sont des sources importantes de lipides dans notre alimentation



14% apport total en lipides

Autres nutriments

Graisses saturées & cholestérol ☹️

Acides linoléiques conjugués 😊

La composition de la MG du lait peut être modifiée par l'alimentation des vaches laitières

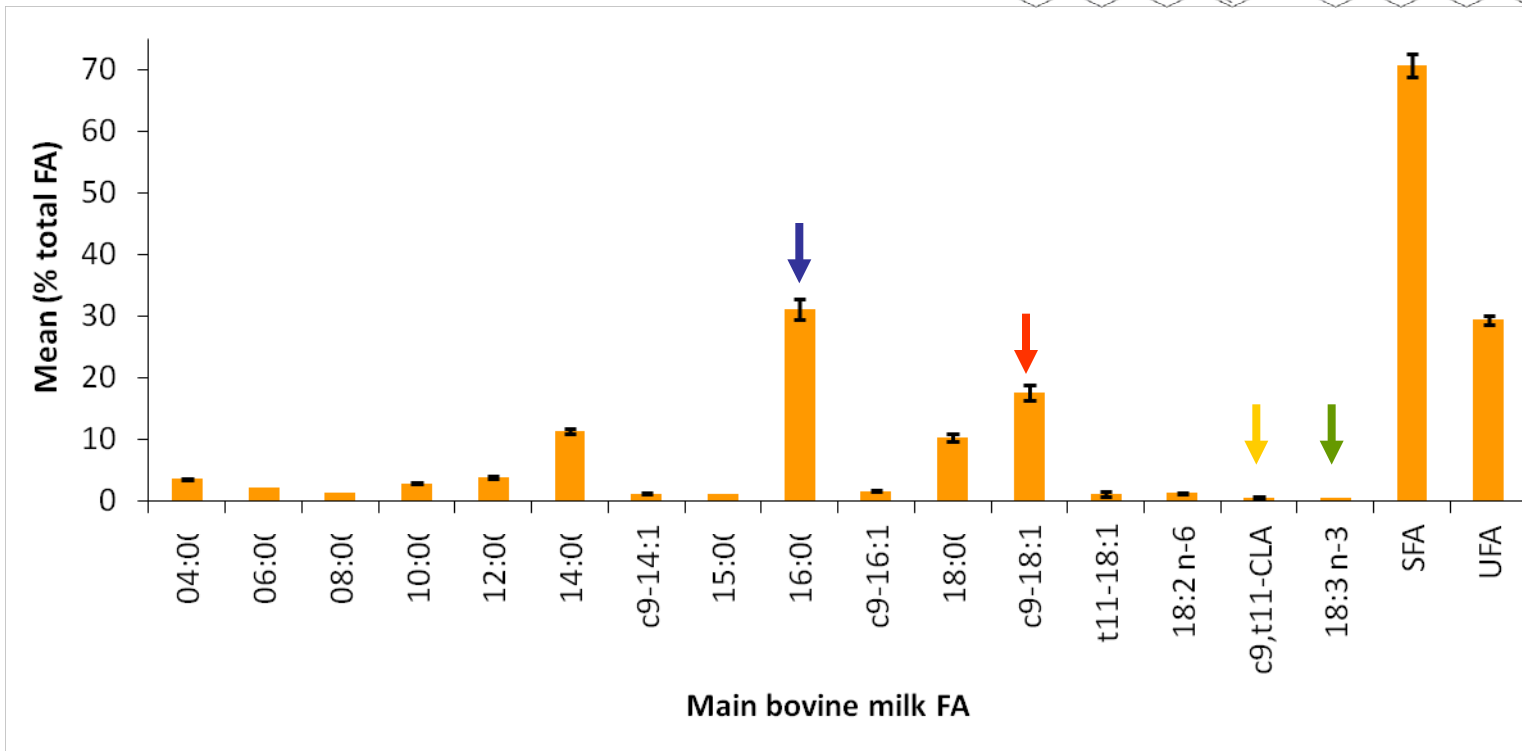
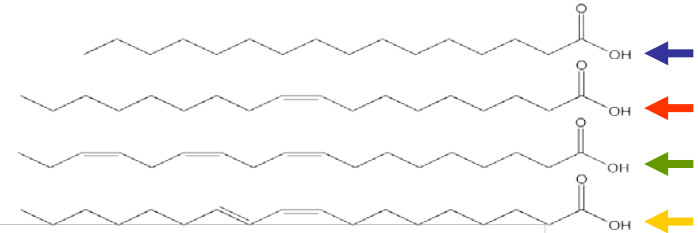
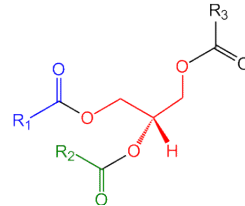
Composition de la matière grasse du lait



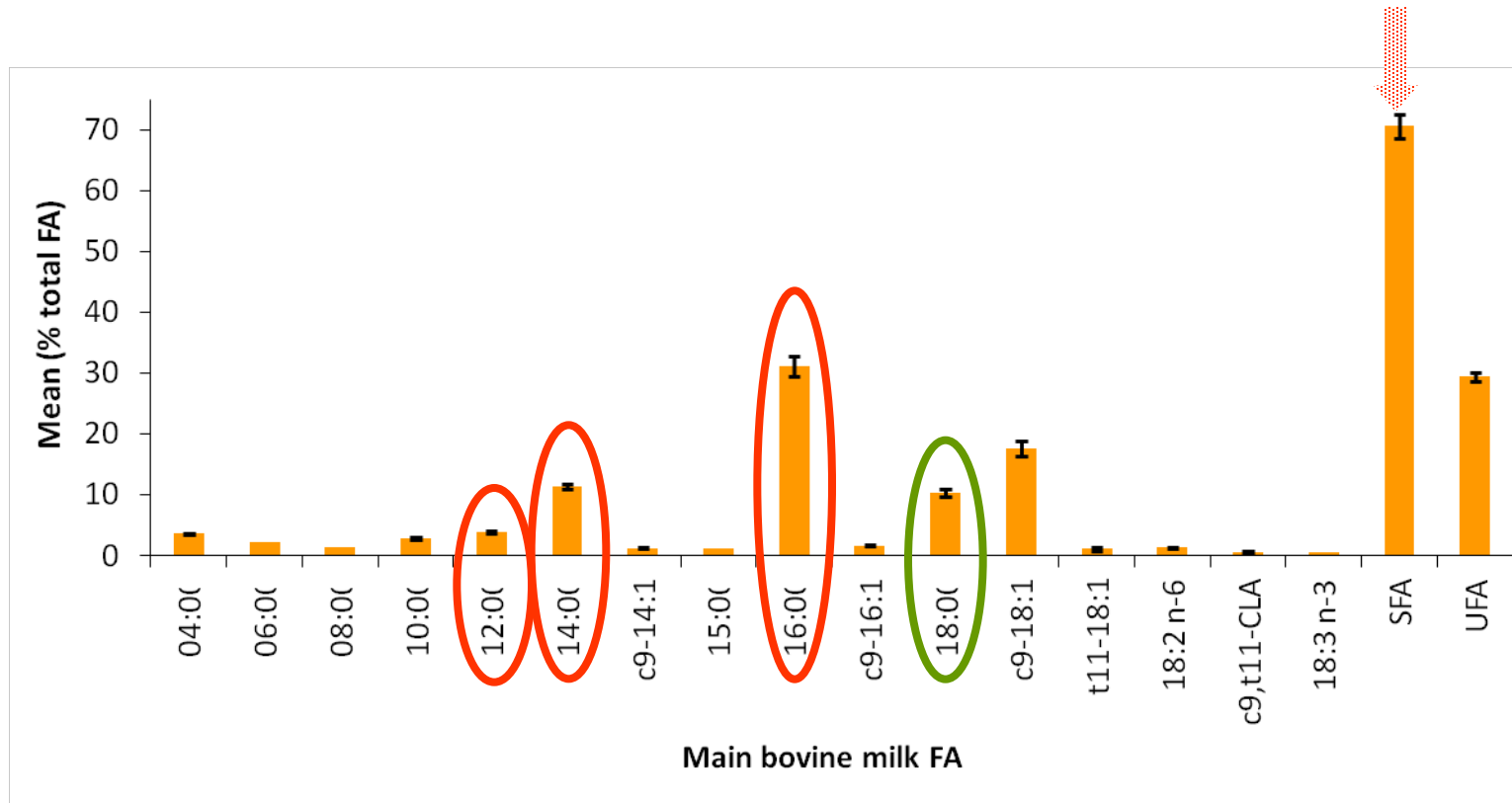
4-5% MG

> 95% triglycérides

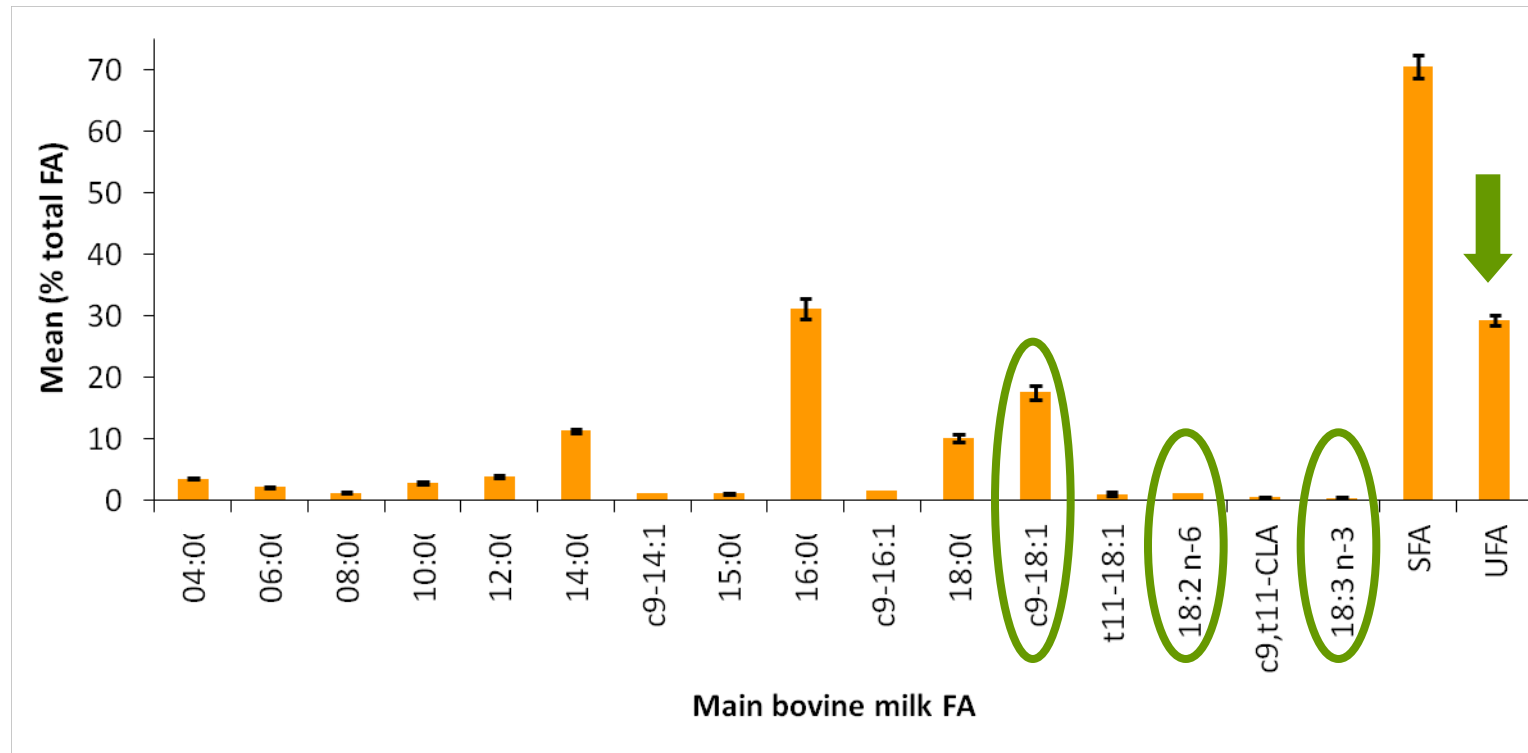
~ 95% acides gras



La consommation excessive de certains AG saturés est associée à un risque accru de MCV



Les AG insaturés peuvent diminuer les risques de MCV comparés aux AG saturés



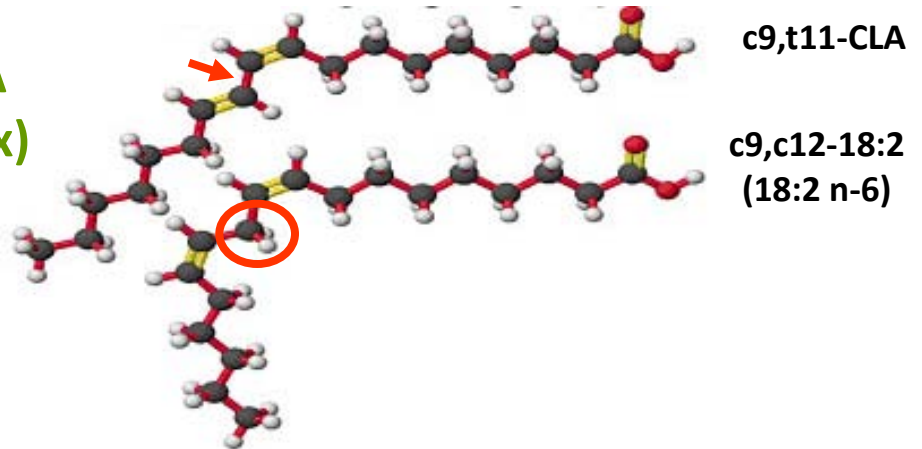
Les acides linoléiques conjugués (CLA)

= isomères de 18:2 n-6 dans lesquels les doubles liaisons sont séparées par une simple liaison C-C

MG laitière = principale source naturelle de CLA dans l'alimentation

c9,t11-CLA = isomère principal de CLA dans la MG laitière (75-90% CLA totaux)

c9,t11-CLA : nombreux effets biologiques



Une opportunité pour la filière laitière

Améliorer la qualité nutritionnelle de la MG du lait par l'alimentation des vaches laitières :

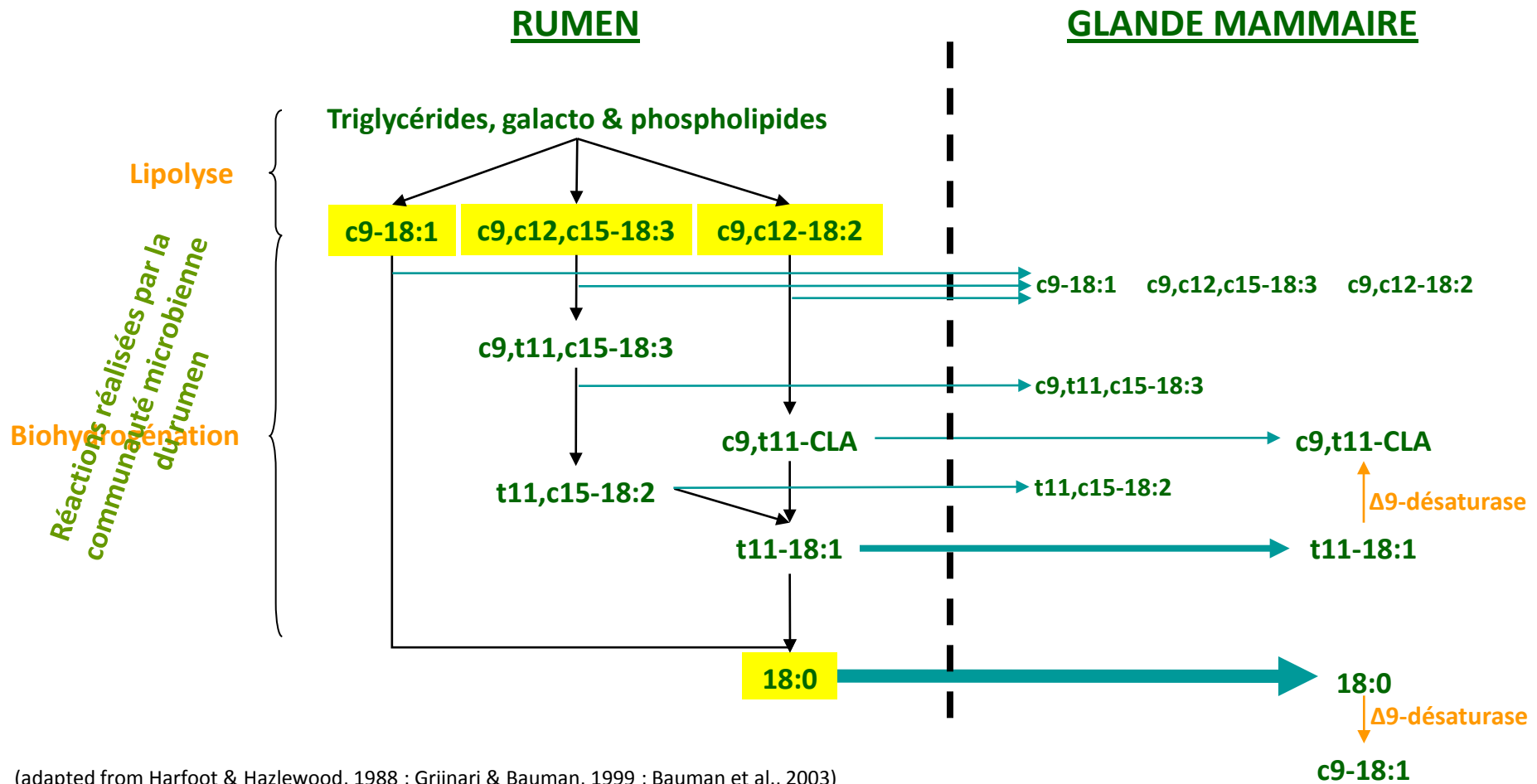
↑ 18:3 n-3, c9-18:1, c9,t11-CLA

↓ 12:0, 14:0, 16:0



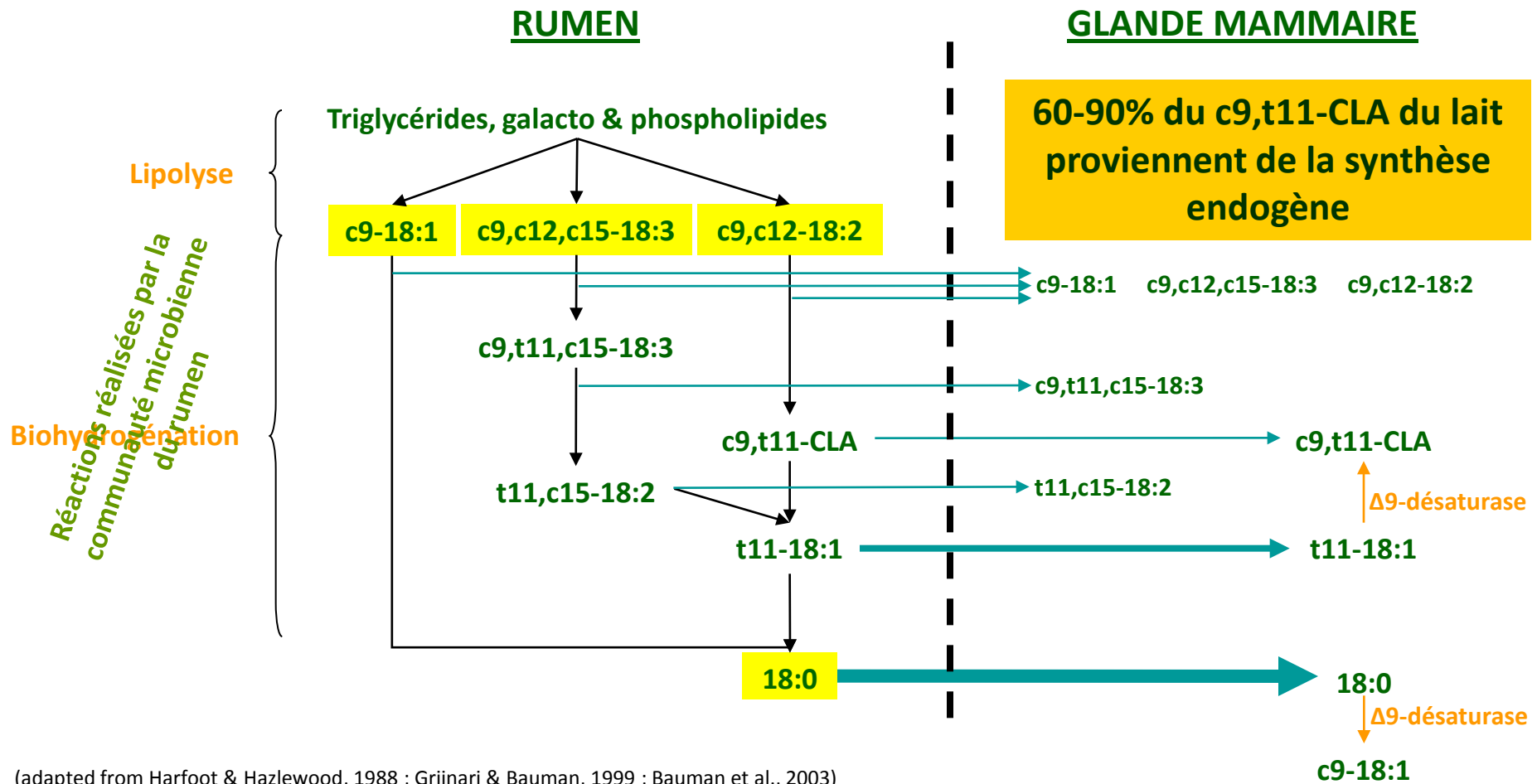
Rumen et glande mammaire : lieux de transformation des lipides alimentaires

Les modifications de la composition en AG du lait sont fortement influencées par le métabolisme important des lipides dans le rumen et la glande mammaire



Rumen et glande mammaire : lieux de transformation des lipides alimentaires

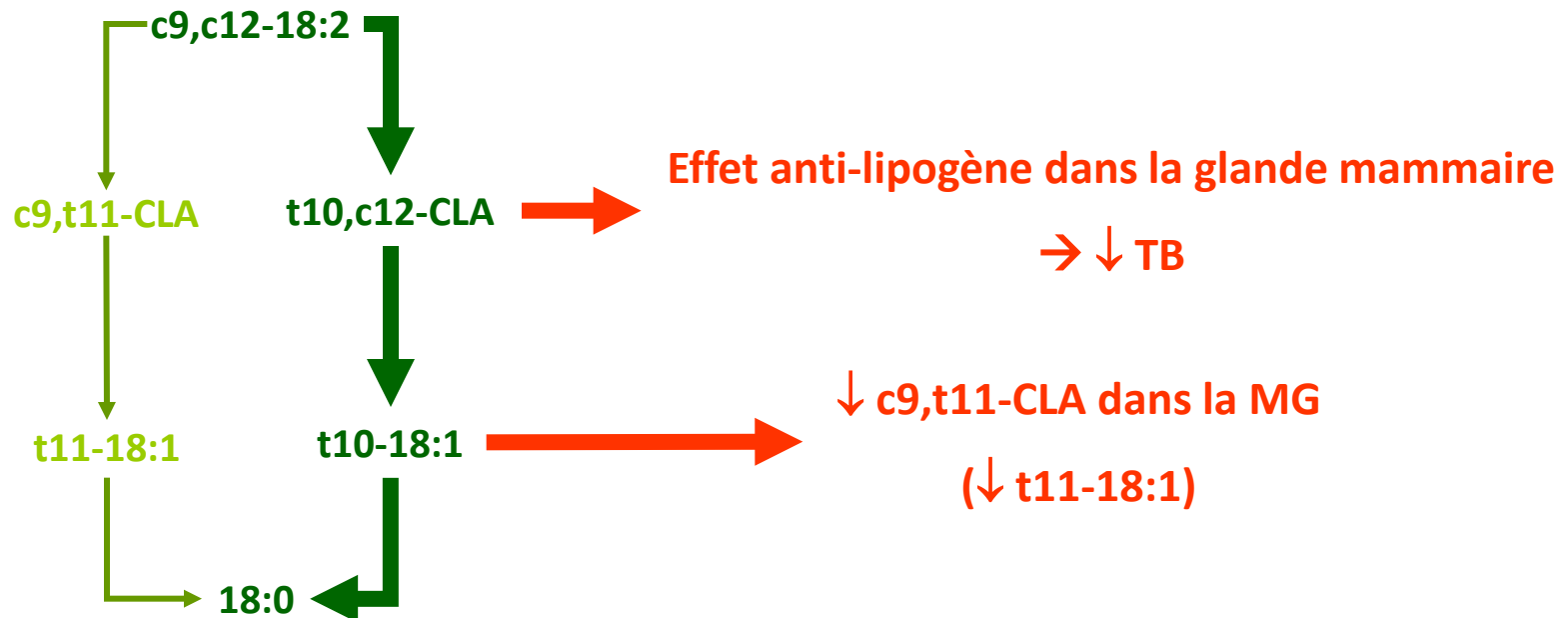
Les modifications de la composition en AG du lait sont fortement influencées par le métabolisme important des lipides dans le rumen et la glande mammaire



Un phénomène à éviter : le low fat milk syndrome

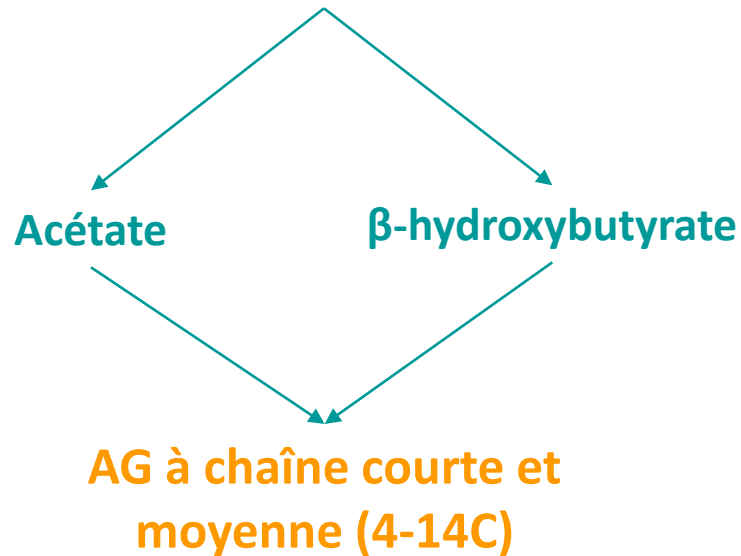
Ce phénomène se produit lorsque la vache reçoit une **ration pauvre en fibres** **supplémentées avec des quantités importantes de lipides insaturés**

→ chute du TB et modification du profil en AG du lait



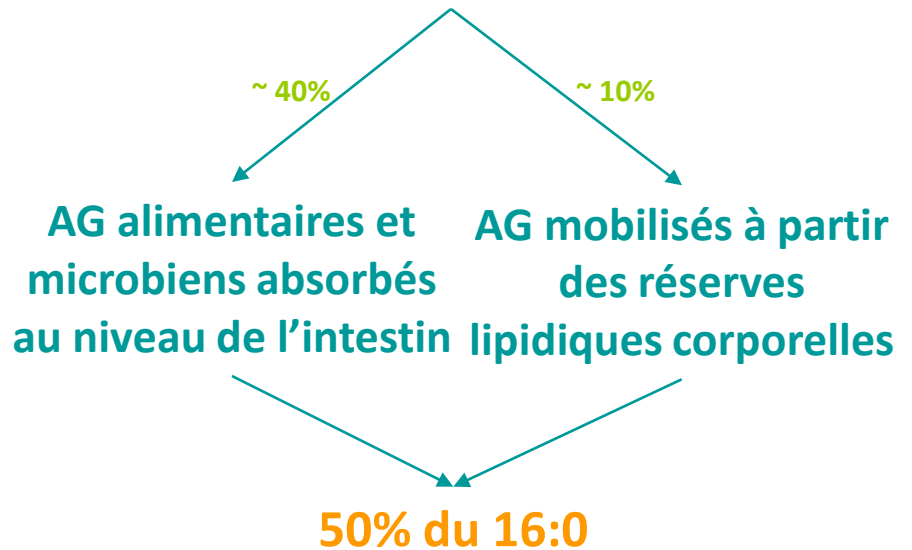
Les AG du lait proviennent de 2 sources :

Néosynthèse dans la glande mammaire



& 50% du 16:0

Incorporation des AG du sang



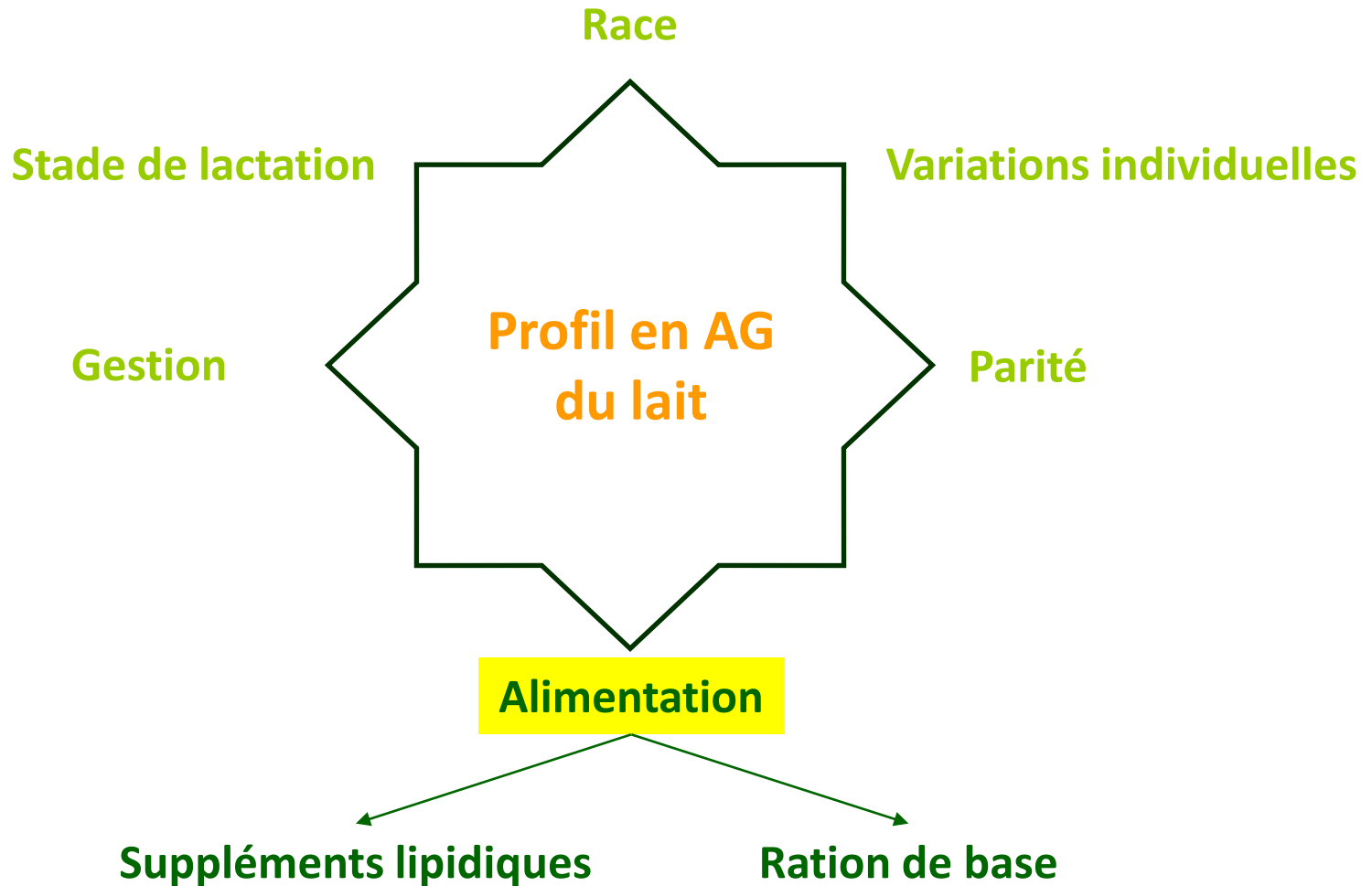
& AG à longue chaîne ($\geq 18C$)

~ 50%

~ 50%

AG du lait

La composition de la MG du lait est influencée par différents facteurs



Influence de l'alimentation sur les AG du lait

Suppléments lipidiques

- ☐ Huiles végétales
- ☐ Graines oléagineuses

↑ ingestion AG insaturés à 18C

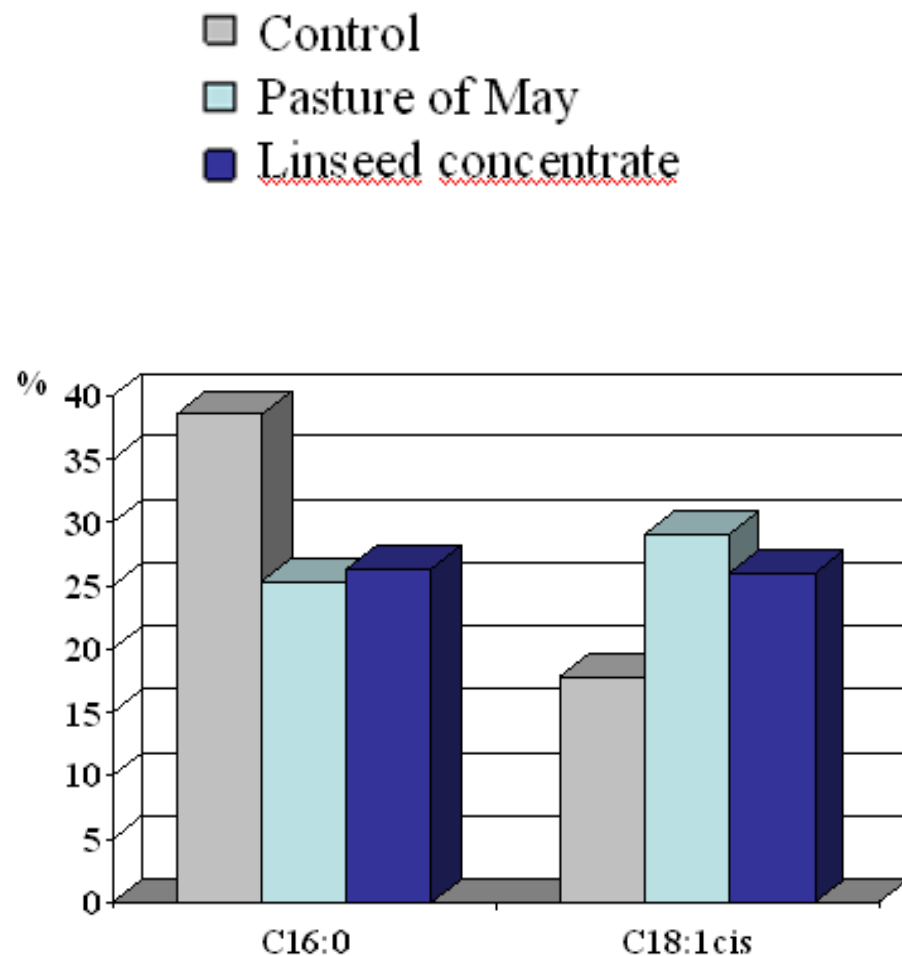
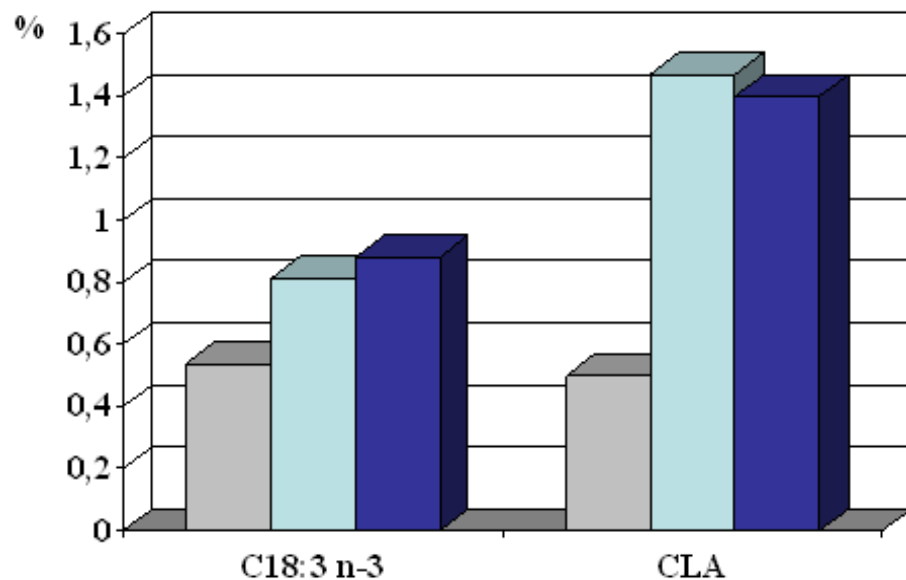


↓ AG saturés

↑ AG insaturés

↑ CLA

Graines de lin (1,5 kg/j) et vitamine E (10 g/j) pour un lait plus riche en oméga 3 et CLA



Influence de l'alimentation sur les AG du lait

Suppléments lipidiques

- ❑ Huiles végétales
- ❑ Graines oléagineuses

↑ ingestion AG insaturés à 18C



↓ AG saturés

↑ AG insaturés

↑ CLA

Ration de base

- ❑ Pâturage
- ❑ Fourrages conservés :
 - Ensilage vs. foin
 - Herbe vs. légumineuse vs. maïs
- ❑ Rapport F:C
- ❑ Source d'amidon



- ❑ Ingestion de 18:3 n-3, 18:2 n-6
- ❑ Activité de la PPO
- ❑ Biohydrogénation ruminale

Influence de l'alimentation sur les AG du lait

Suppléments lipidiques

- ❑ Huiles végétales
- ❑ Graines oléagineuses

↑ ingestion AG insaturés à 18C



↓ AG saturés

↑ AG insaturés

↑ CLA



Ration de base

- ❑ Pâturage
- ❑ Fourrages conservés :
 - Ensilage vs. foin
 - Herbe vs. légumineuse vs. maïs
- ❑ Rapport F:C
- ❑ Source d'amidon



- ❑ Ingestion de 18:3 n-3, 18:2 n-6
- ❑ Activité de la PPO
- ❑ Biohydrogénation ruminale

Influence de l'alimentation sur les AG du lait

Suppléments lipidiques

- ❑ Huiles végétales
- ❑ Graines oléagineuses

↑ ingestion AG insaturés à 18C



↓ AG saturés

↑ AG insaturés

↑ CLA



Ration de base

- ❑ Pâturage
- ❑ Fourrages conservés
 - Ensilage
 - Foin
- ❑ Rappetage
- ❑ Source d'amidon

Système intégrant la plupart des caractéristiques de la ration de base



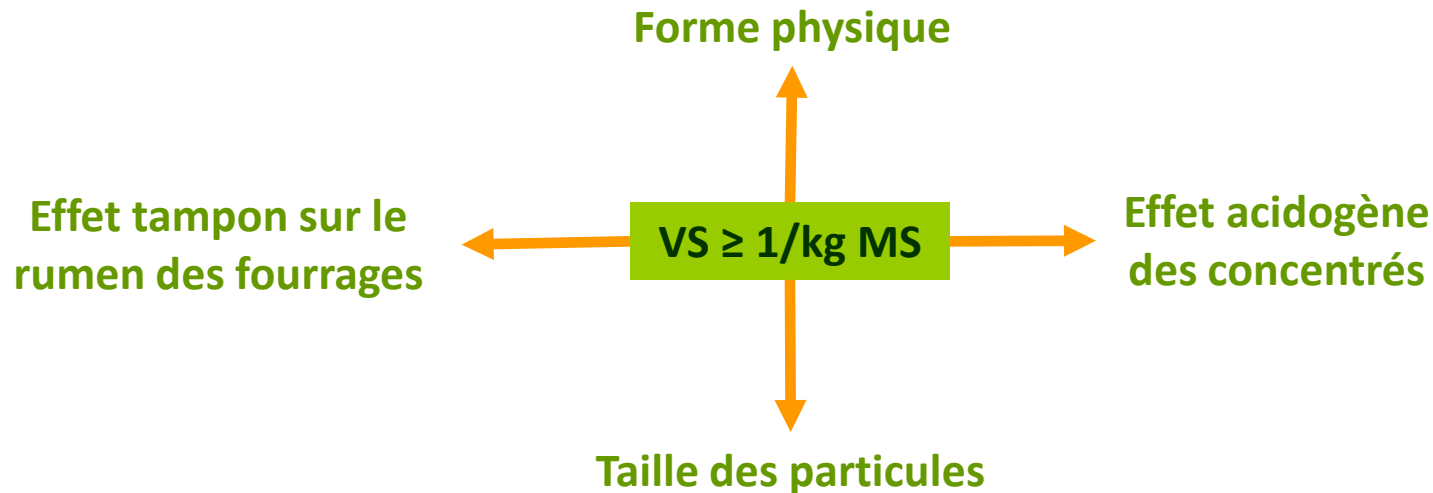
❑ Ingestion de 18:3 n-3, 18:2 n-6

❑ Activité de la PPO

❑ Biohydrogénation ruminale

La valeur de structure pour caractériser la ration de base

Système global qui permet de s'assurer que les vaches reçoivent une alimentation **optimale en structure** afin d'éviter l'acidose associée à une chute du TB du lait



Objectifs de la recherche

Objectif général

Améliorer la qualité nutritionnelle de la MG du lait par l'alimentation des vaches laitières

↑ 18:3 n-3, c9-18:1, c9,t11-CLA

↓ 12:0, 14:0, 16:0

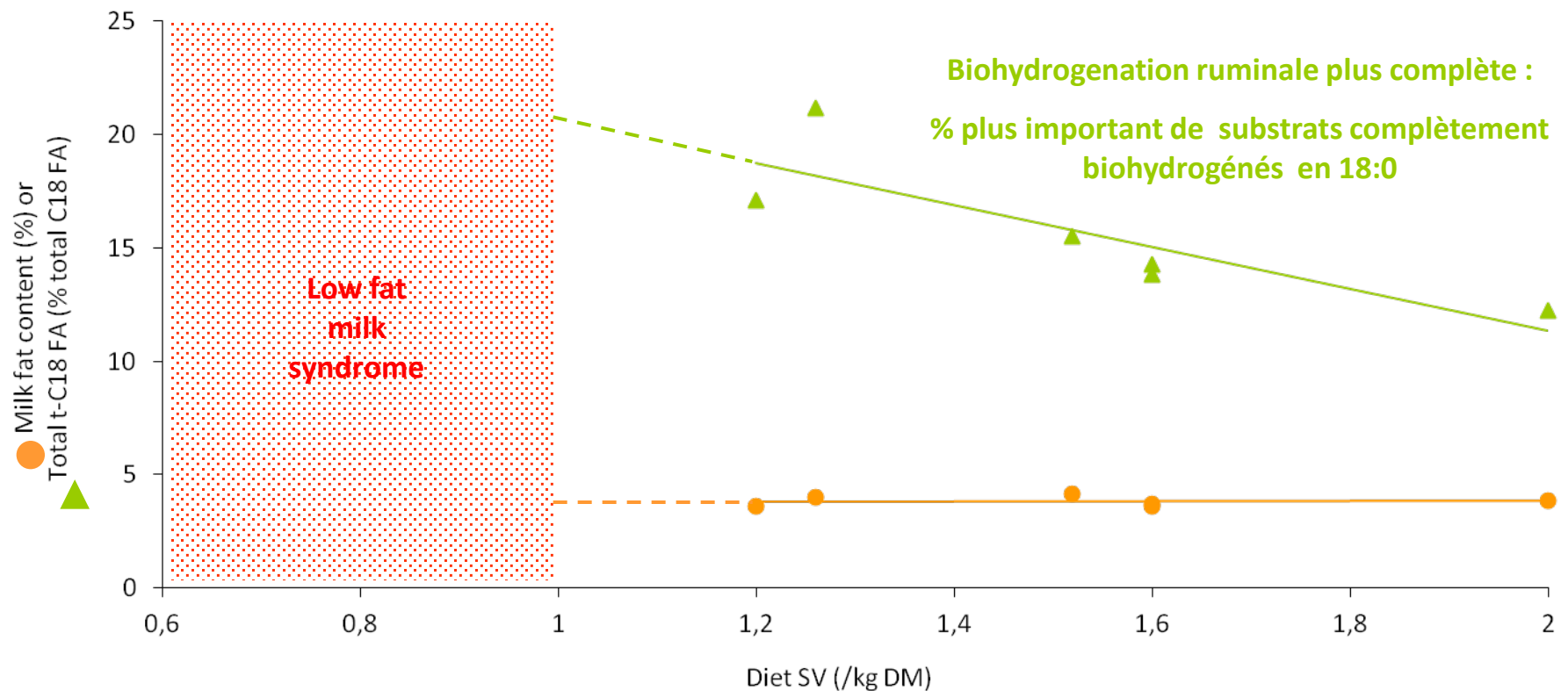
Objectif 1

Etudier l'influence de la valeur de structure de rations de base supplémentées avec des graines de lin sur la composition en AG du lait

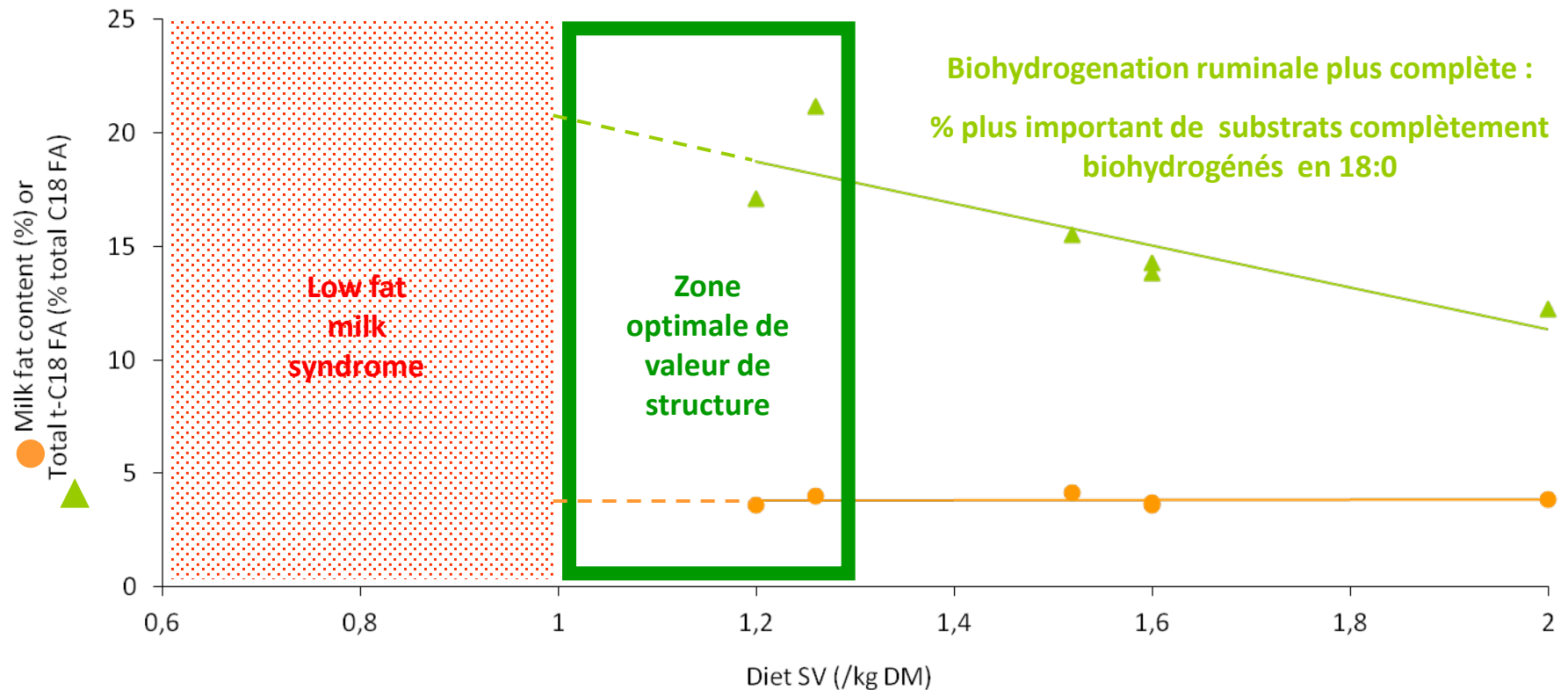
Objectif 2

Evaluer si des graines de colza (c9-18:1) associées à un concentré protéique de luzerne (18:3 n-3) sont aussi efficaces que des graines de lin (18:3 n-3) pour améliorer le profil en AG du lait

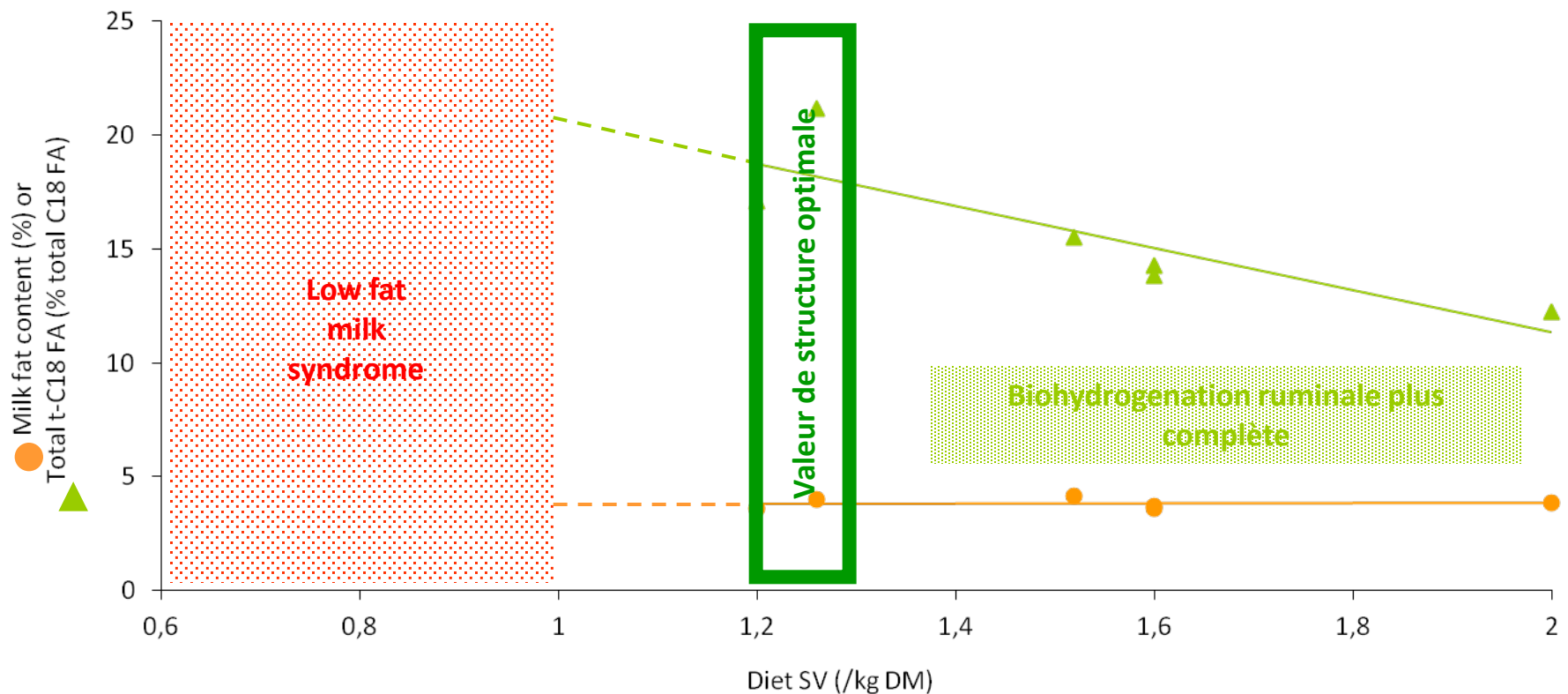
Le métabolisme des lipides dans le rumen est influencé par la valeur de structure de la ration



Le métabolisme des lipides dans le rumen est influencé par la valeur de structure de la ration



La valeur de structure optimale de la ration est comprise entre 1,2-1,3/kg MS pour un apport de 8% de graines de lin



Objectifs de la recherche

Objectif général

Améliorer la qualité nutritionnelle de la MG du lait par l'alimentation des vaches laitières

↑ 18:3 n-3, c9-18:1, c9,t11-CLA

↓ 12:0, 14:0, 16:0

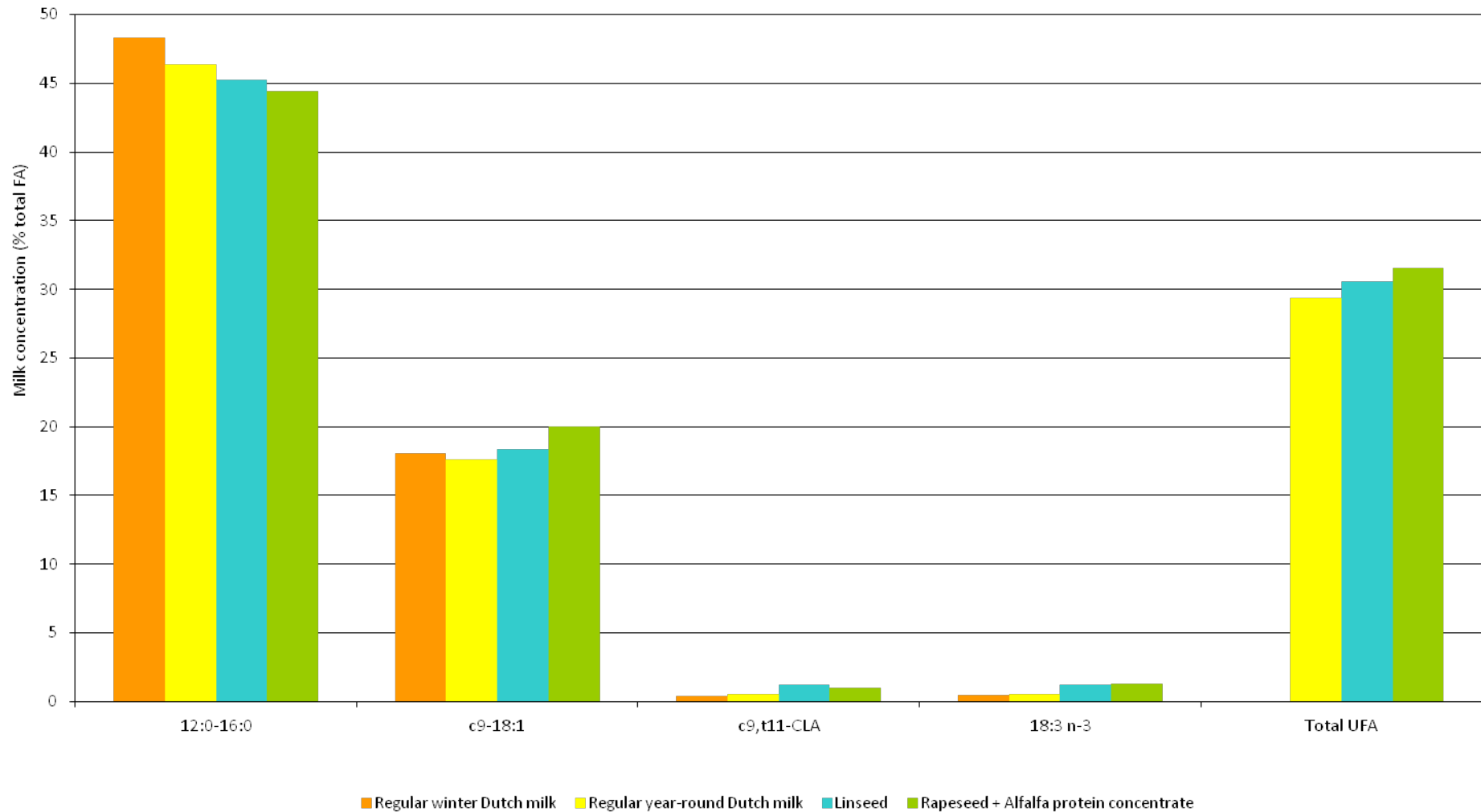
Objectif 1

Etudier l'influence de la valeur de structure de rations de base supplémentées avec des graines de lin sur la composition en AG du lait

Objectif 2

Evaluer si des graines de colza (c9-18:1) associées à un concentré protéique de luzerne (18:3 n-3) sont aussi efficaces que des graines de lin (18:3 n-3) pour améliorer le profil en AG du lait

Des graines de colza associées à un concentré protéique de luzerne sont aussi efficaces que des graines de lin pour améliorer la qualité nutritionnelle de la MG du lait



Principaux acquis

La qualité nutritionnelle de la MG du lait de vache peut être améliorée par différents moyens pratiques :

- Apport quotidien de 1,5 kg de graines de lin, en suppléments de rations avec une VS de 1,2-1,3/kg MS
- Remplacement des graines de lin par une combinaison graines de colza/concentré protéique de luzerne

Merci de votre attention !

