



Produire un lait de qualité nutritionnelle améliorée en limitant les émissions de méthane et les rejets d'azote

DANG VAN Quynh Chau

FOCANT Michel

FROIDMONT Eric

Louvain-la-Neuve, 12 octobre 2016



La production laitière au centre des débats...

La production laitière au centre des débats

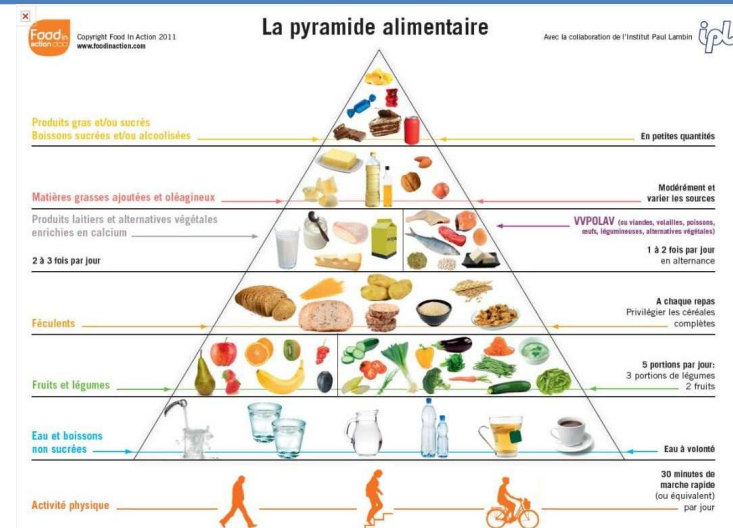
Pour le consommateur, le lait est un aliment souvent « **diabolisé** »

« *Le lait et les produits laitiers sont à la base de pathologies* »

« *Le lait est une source intéressante de nutriments pour la santé humaine* »

Minéraux – Oligoéléments –
Vitamines – Polyphénols
AGPI (CLA, $\omega 3$, ...)

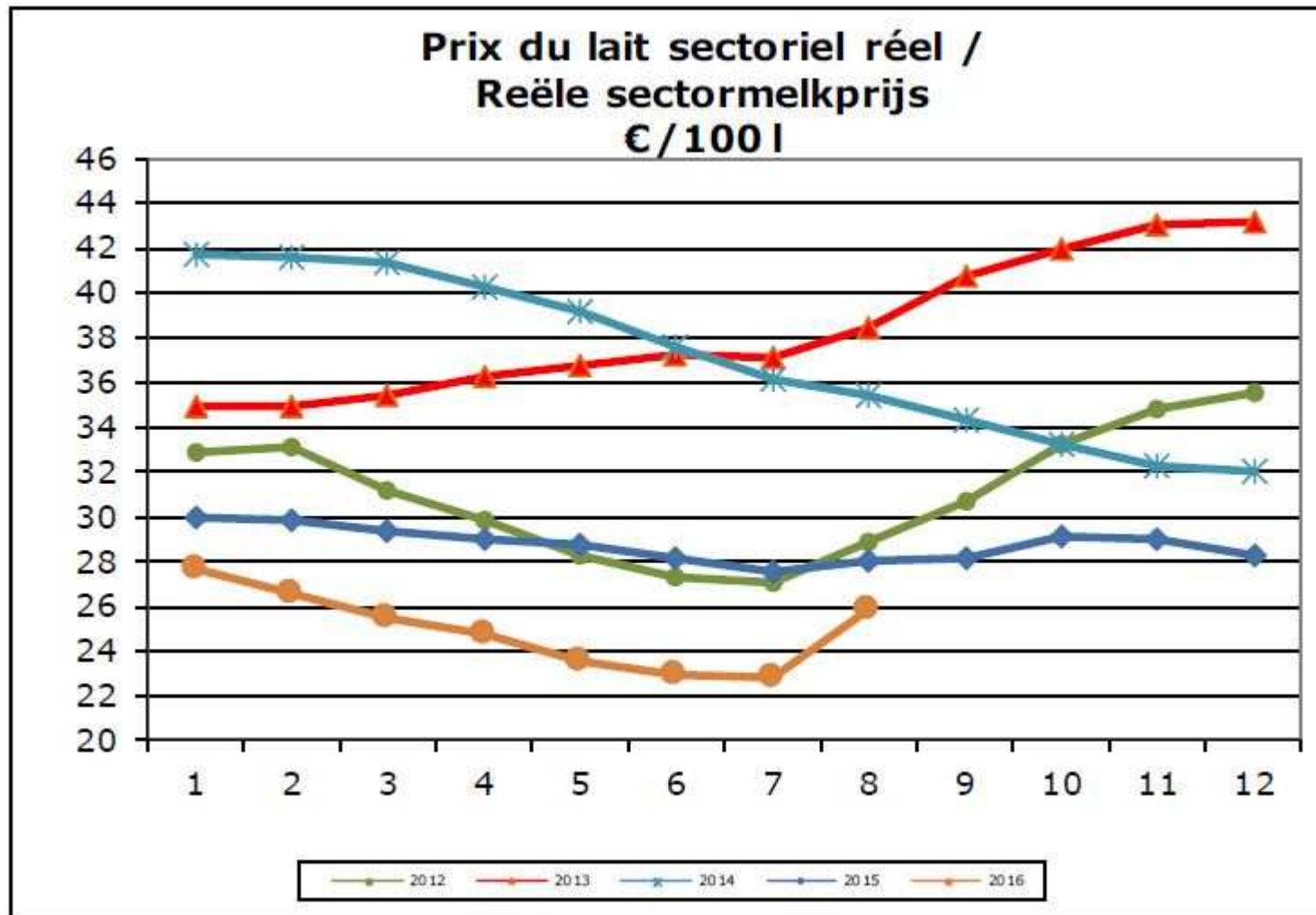
→ DN/DE élevée



La production laitière au centre des débats

Pour l'agriculteur, la production laitière s'enfonce dans la **crise**

- 2009 et 2012 = 2 crises laitières et ...



La production laitière au centre des débats

Pour le citoyen, le ruminant est mal perçu pour son **impact environnemental**

1) Les ruminants émettent du méthane !

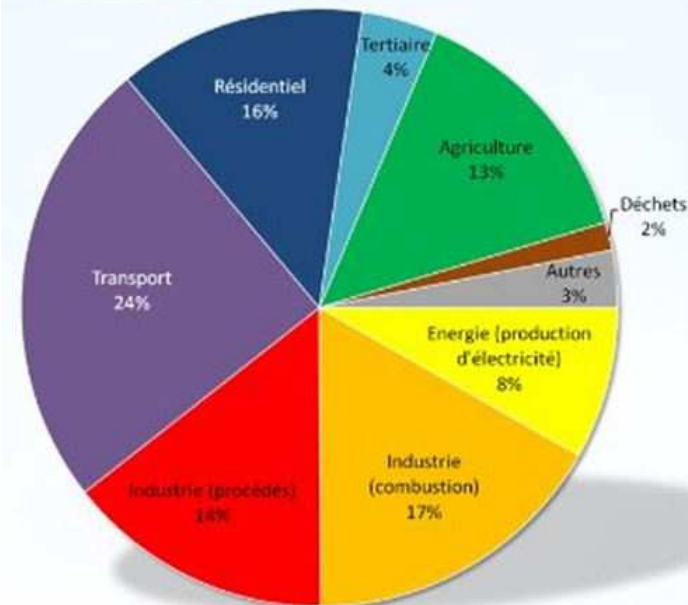
Agriculture = **13%** des émissions de GES en RW

MAIS, 50% de ces GES proviennent du CH₄ (fermentation entérique)

PRG CH₄ = 23 fois celui du CO₂

Durée de vie < 10 ans

Répartition sectorielle des émissions wallonnes de GES en 2014



Source: AwAC

La production laitière au centre des débats

2) Le ruminant est un piètre valorisateur de l'azote

Efficiéce azotée au niveau d'un atelier

Azote minéral → Culture ⁽¹⁾		80%	
Azote organique (engrais de ferme) → Culture ⁽¹⁾		50%	
Azote alimentaire →	{	Poulet standard ⁽²⁾	67%
		Porc à l'engrais ⁽²⁾	35%
		Ruminants⁽²⁾	25%

(1) Jarvis et Aarts, 2000

(2) Peyraud et al., 2012

→ **¾ de l'azote ingéré est rejeté**
→ **N₂O**



PRG N₂O = 298 fois celui du CO₂



Quelles stratégies alimentaires pour

- produire un lait de qualité nutritionnelle améliorée ?
- limiter l'impact de l'élevage laitier sur l'environnement ?
- tout en conservant le revenu du producteur ?

Comment produire un lait de qualité
nutritionnelle améliorée ?

DANG VAN Quynh Chau

Le lait et les produits laitiers sont d'importantes sources de **lipides** dans l'alimentation



14 % de l'apport total en lipides

Autres nutriments 😊

Graisses saturées & cholestérol 😞

Acides linoléiques conjugués (CLA) 😊

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

Une **opportunité** pour la filière laitière

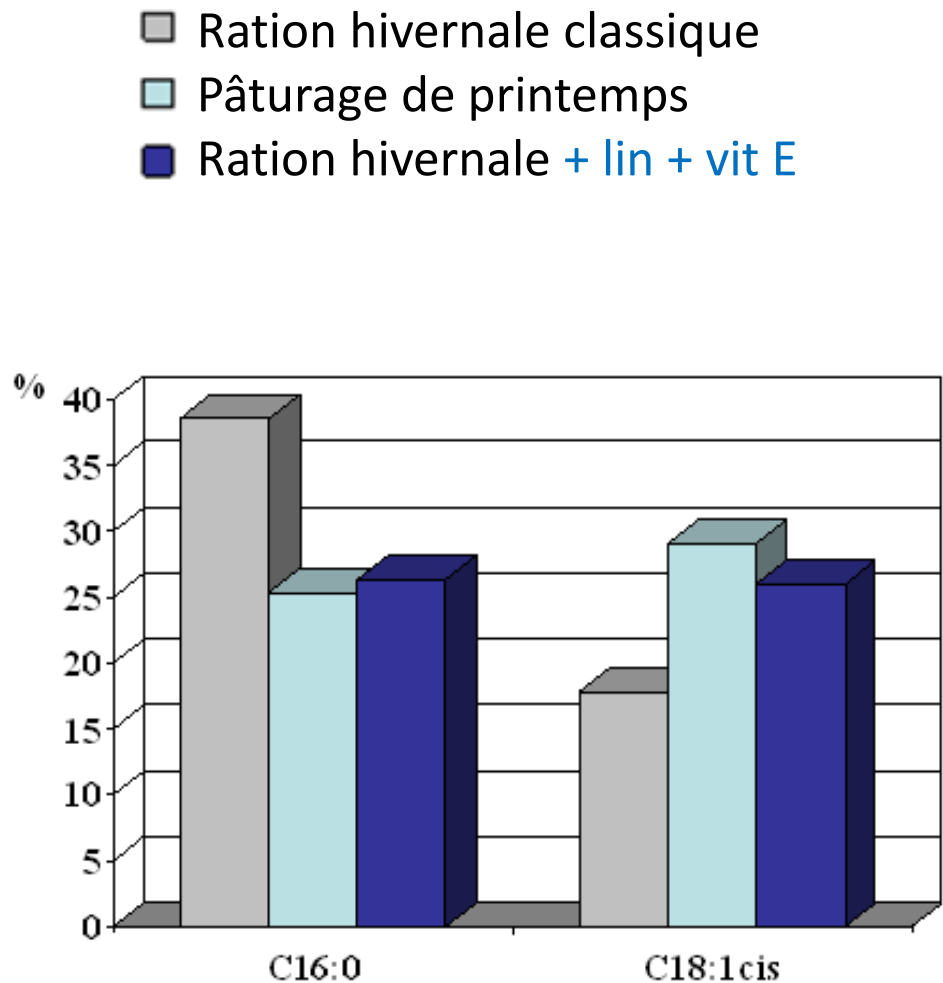
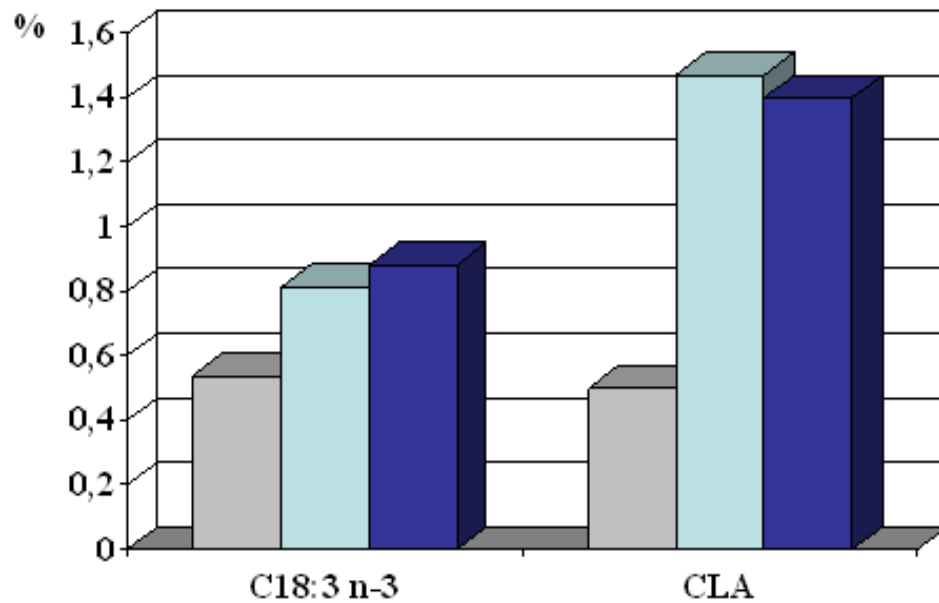
Améliorer la qualité nutritionnelle de la MG du lait par l'alimentation des vaches laitières :

↑ Acides gras insaturés (18:3 n-3, c9-18:1, c9,t11-CLA)

↓ Acides gras saturés (12:0, 14:0, 16:0)



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



Est-ce qu'une **combinaison colza-luzerne** est aussi efficace que le lin pour améliorer le profil en acides gras du lait ?

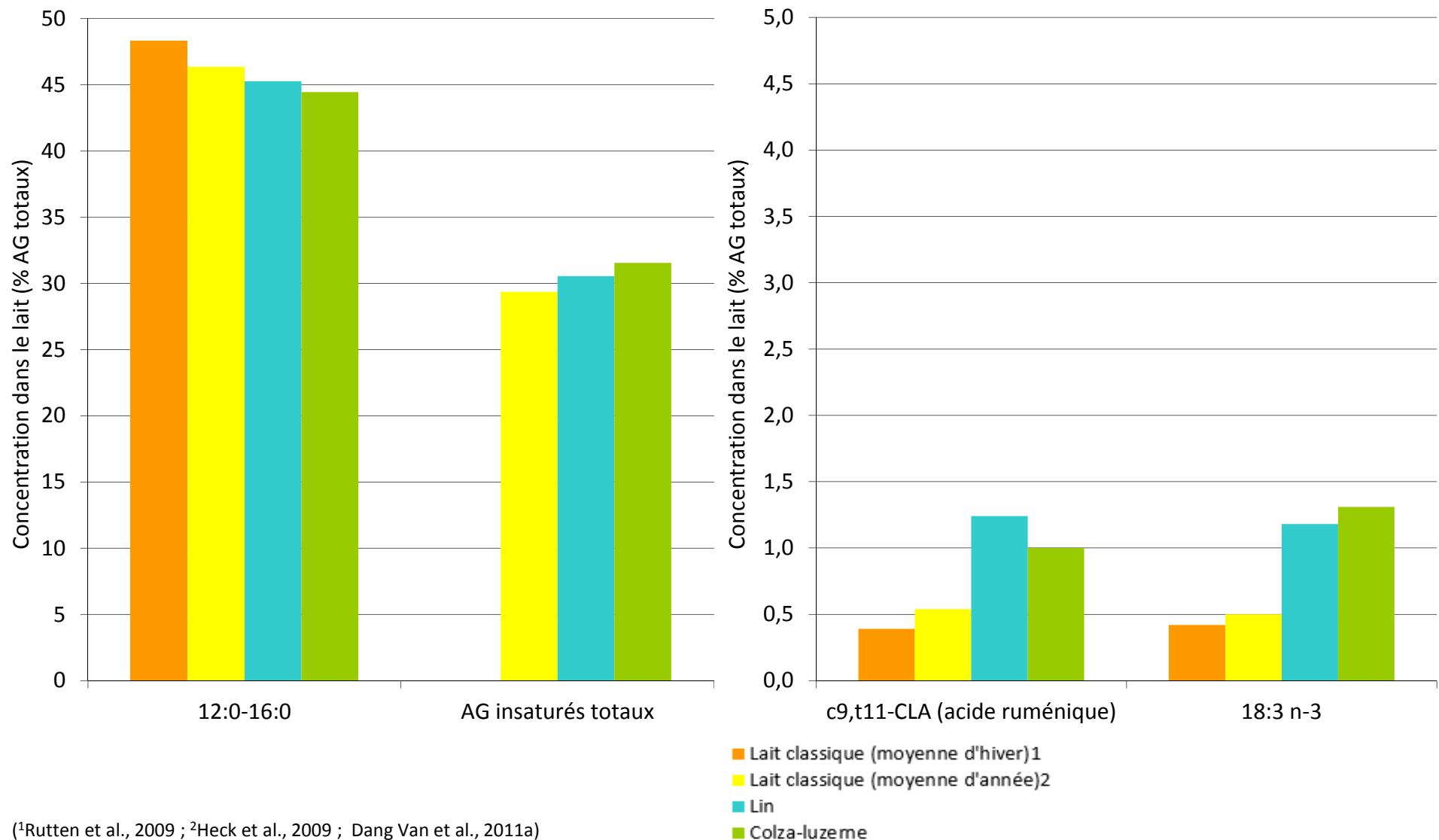
Ingrédients (% MS)	Lin	Colza-luzerne
Ensilage de maïs	50.0	50.9
Foin d'herbe	10.2	10.2
Pulpe de betteraves	15.7	20.8
Tourteau de soja	13.0	0.0
Concentré protéique de luzerne (CPL)	0.0	9.3
Mélange de graines de lin extrudées (LE)	9.3	0.0
Mélange de graines de colza extrudées (CE)	0.0	6.9
Urée	0.5	0.9
Minéraux-vitamines	1.4	0.9
Fourrages:Concentrés	60:40	61:39

Influence de la nature du supplément lipidique sur la production et la composition du lait

(kg/j)	Lin	Colza-luzerne
Lait	29.4	28.0
MG	1.22	1.16
Protéines	0.94 ^a	0.88 ^b
Urée (mg/L)	233 ^a	166 ^b

^{a,b}Au sein d'une même colonne, les valeurs avec des exposants différents sont différents ($P < 0.05$).

Les graines de colza, combinées à un concentré protéique de luzerne, sont aussi efficaces que les graines de lin pour améliorer le profil en acides gras du lait



(¹Rutten et al., 2009 ; ²Heck et al., 2009 ; Dang Van et al., 2011a)

En plus des suppléments lipidiques, la **ration de base** influence également le profil en AG du lait

Expérience 1

Ingrédients (% MS)	VS 1.3	VS 1.5
Ensilage de maïs	58.7	53.9
Paille de froment	0	8.3
Tourteau de soja	12.7	11.7
Pulpe de bett.	13.0	11.9
Mélange lin	13.8	12.7
Min-vit	1.4	1.3
Urée	0.2	0.2
F:C	59:41	62:38

Expérience 2

Ingrédients (% MS)	VS 1.2	VS 1.6M	VS 1.6F	VS 2.0
Ensilage de maïs	61.0	48.0	23.0	0
Foin	0	12.0	24.0	48.0
Paille de froment	2.0	4.0	3.0	0
Tourteau de soja	16.0	16.0	8.0	4.0
Urée	0	0	1.0	1.4
Orge	3.5	2.9	13.2	15.8
Pulpe de bett.	3.5	2.9	13.2	15.8
Mélange lin	13.0	13.0	13.0	13.0
Huile soja	0	0.3	0.7	1.1
Min-vit	1.0	1.0	1.0	1.0
F:C	63:37	64:36	50:50	48:52

Influence de la **ration de base** sur la production et la composition du lait

Expérience 1

(kg/j)	VS 1.3	VS 1.5
Lait	21.4	20.8
MG	0.81	0.82
Protéines	0.66	0.66

^{a,b}Au sein d'une même colonne, les valeurs avec des exposants différents sont différents ($P < 0.05$).

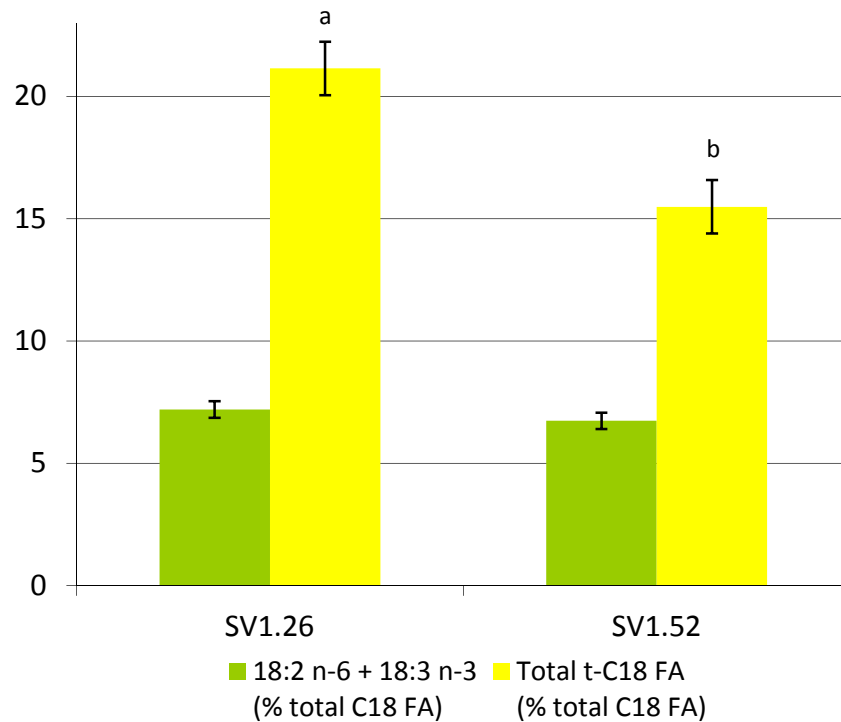
Expérience 2

	VS 1.2	VS 1.6M	VS 1.6F	VS 2.0
Lait	32.3 ^a	30.0 ^b	30.9 ^b	27.8 ^c
MG	1.14	1.10	1.10	1.06
Protéines	0.99 ^a	0.92 ^b	0.96 ^a	0.83 ^c

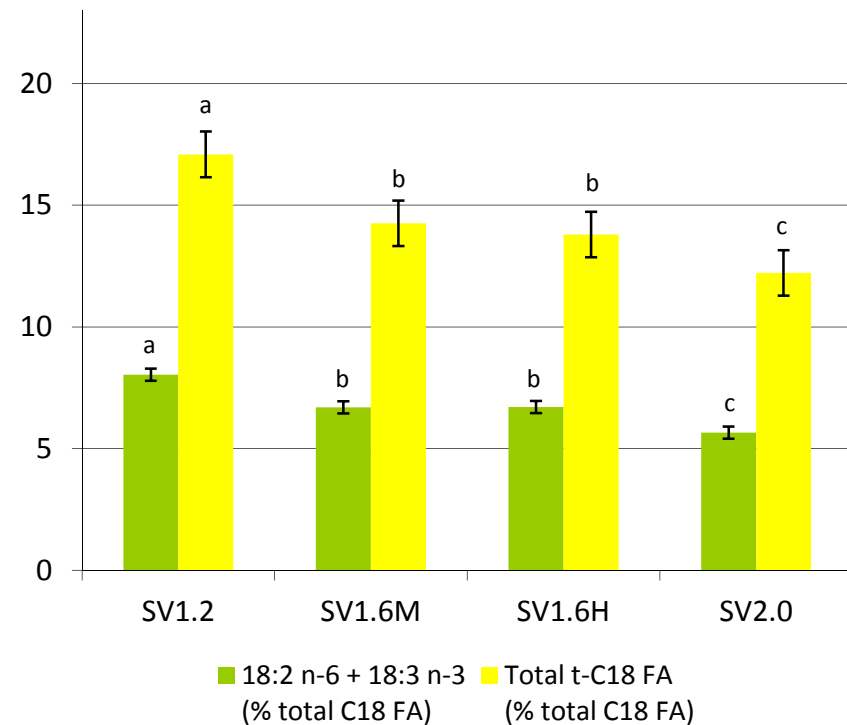
^{a,b,c,d}Au sein d'une même colonne, les valeurs avec des exposants différents sont différents ($P < 0.05$).

Influence de la **ration de base** sur la composition en acides gras du lait

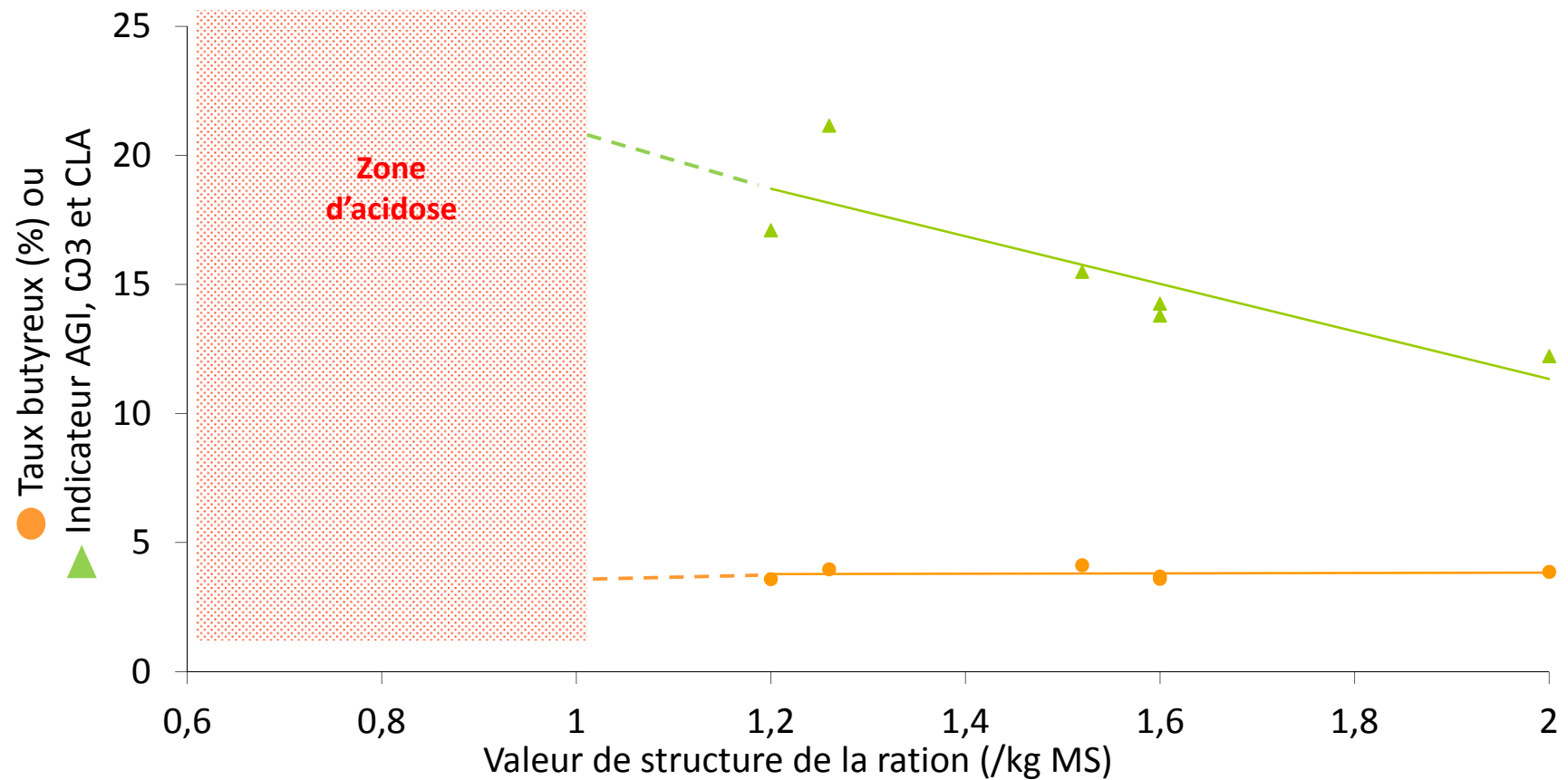
Expérience 1



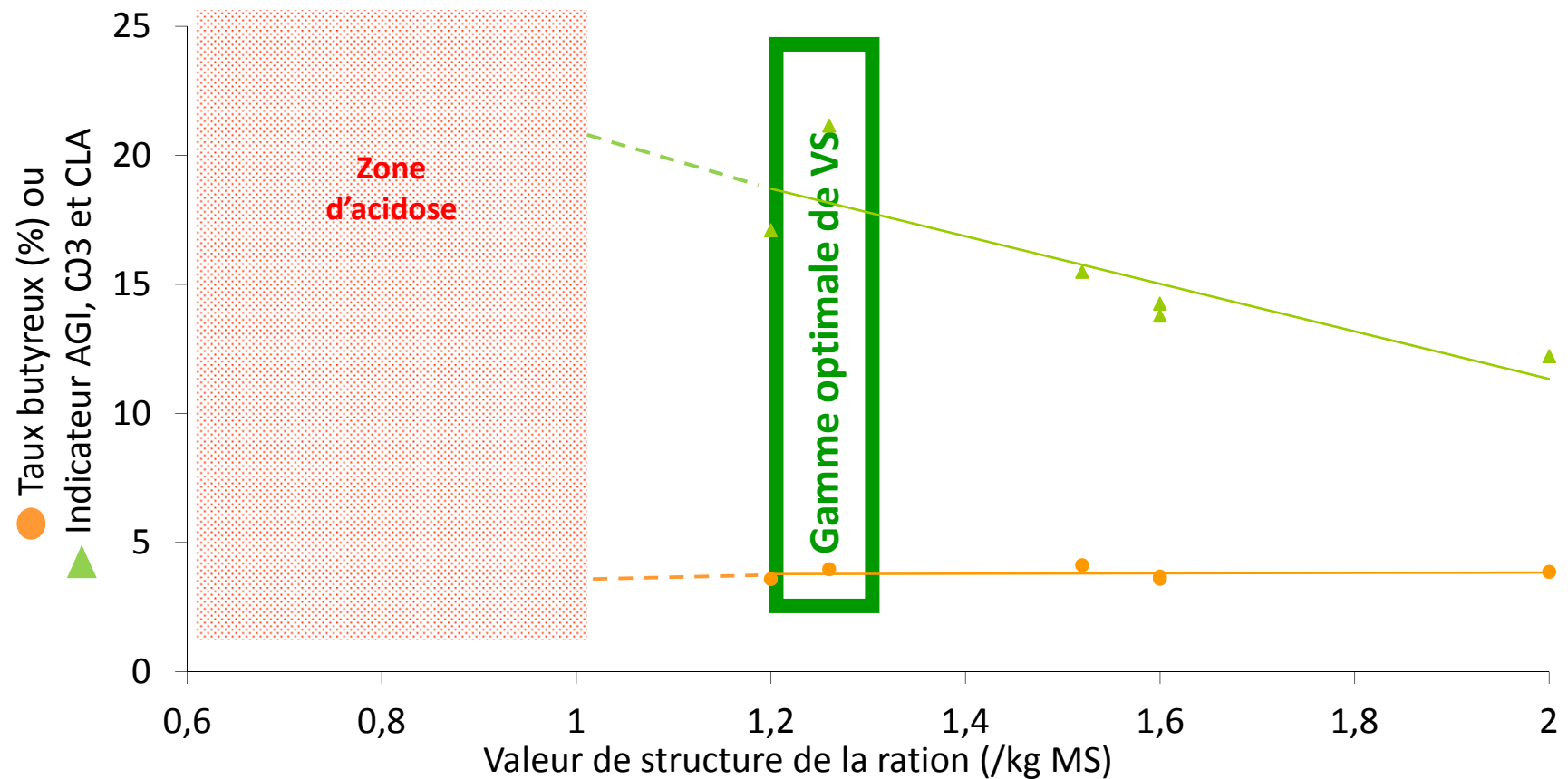
Expérience 2









Le profil en acides gras du lait est influencé par la **valeur de structure** de la ration



Les meilleurs résultats en terme d'augmentation des teneurs en CLA et ω 3 ont été obtenus avec des VS de 1.2-1.3/kg MS pour une supplémentation de 5% d'AG totaux



Une ration de base optimisée, combinée à une supplémentation lipidique, améliore le profil en acides gras du lait

AG principaux (% des AG totaux)	Lait classique (moyenne annuelle) ¹	Lait obtenu avec RB non optimisée et supplément lipidique ²	Lait obtenu avec RB hiver optimisée et supplément lipidique ²
12:0	3.85	2.95	2.77
14:0	11.35	11.59	10.87
16:0	31.17	26.55	25.25
c9-18:1	17.60	24.37	23.98
t11-18:1	1.12	4.99	7.10
c9,t11-CLA	0.54	 2.13	 3.03
18:2n-6	1.28	2.02	2.17
18:3n-3	0.50	 1.33	 1.56
AG saturés	70.63	61.78	58.22
AG insaturés	29.37	 38.22	 41.78

(¹Heck et al., 2009 ; ²Dang Van et al., 2009)

Limiter l'impact de l'élevage sur l'environnement par l'alimentation

FROIDMONT Eric

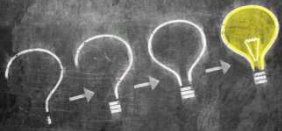
3 rations testées sur 6 animaux, selon un carré latin 3*3

Ration 1

Composition	<u>Ration 'Contrôle +'</u>	
	Kg MS	%MS
Ensilage maïs	7,60	37
Herbe préfané	4,50	22
Luzerne déshydratée	1,40	7
Tourteaux de colza	2,30	11
Pulpes de betteraves	4,40	21
Nutex 68	-	-
Orge aplatie	-	-
Mélasse	0,30	1
CMV	0,10	1
MS ingérée, kg MS	20,2	
VEM (VEM/j)	18.876	
DVE (g/j)	1.483	
OEB (g/j)	-86	
Protéines brutes, %MS	13,0	



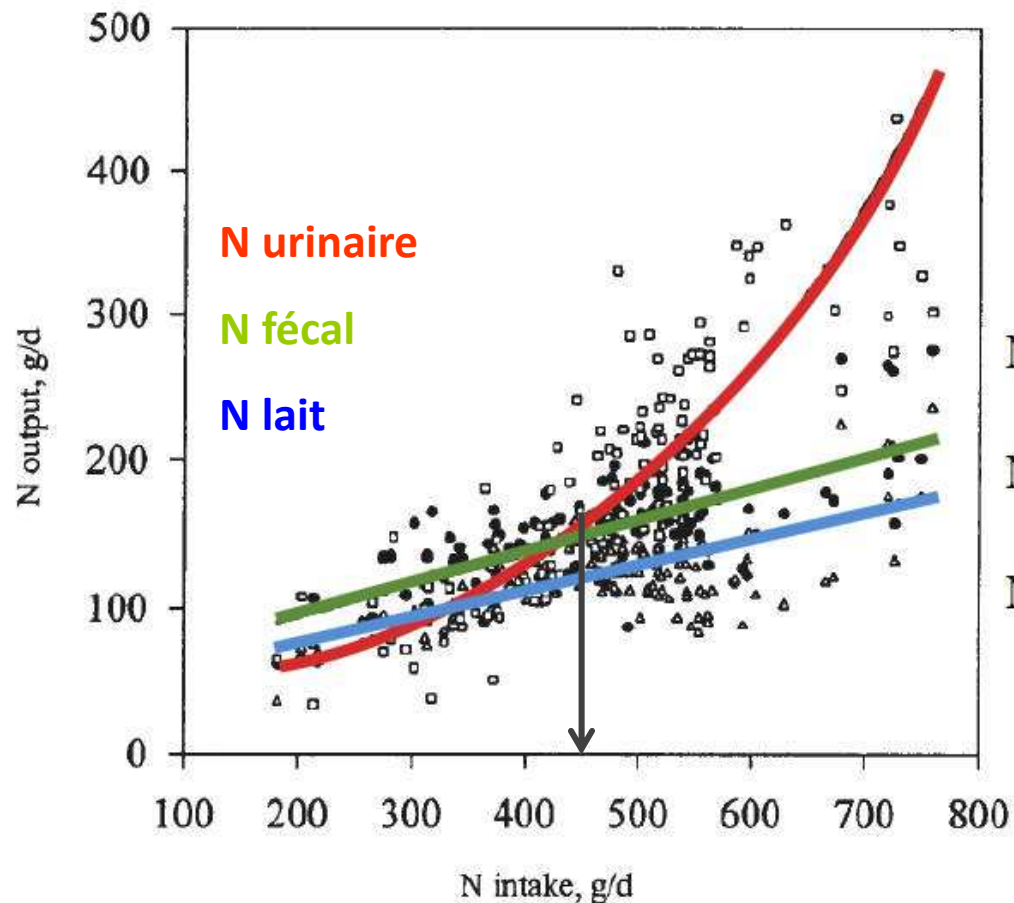
1



Formuler des rations dont les apports protéiques correspondent au mieux aux besoins des animaux

En pratique, 17% de protéines

A partir de 14% de protéines, l'excrétion d'N urinaire flambe et l'efficacité azotée diminue !



N-Intake & Utilization

(Castillo et al., 2000)

$$N_m = 0.17 * N_i + 41$$

(Δ ; $r^2 = 0.42$)

$$N_f = 0.21 * N_i + 52$$

(\bullet ; $r^2 = 0.48$)

$$N_u = 30.4 * e^{0.0036 N_i}$$

(\square ; $r^2 = 0.76$)

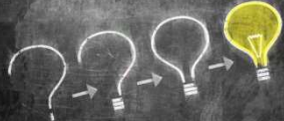
Ration 2



Composition	<u>Ration 'Contrôle +'</u>		<u>Ration 'Lin'</u>	
	Kg MS	%MS	Kg MS	%MS
Ensilage maïs	7,60	37	6,90	36
Herbe préfané	4,50	22	4,10	21
Luzerne déshydratée	1,40	7	1,30	7
Tourteaux de colza	2,30	11	1,90	10
Pulpes de betteraves	4,40	21	0,40	2
Nutex 68	-	-	1,90	10
Orge aplatie	-	-	2,10	11
Mélasse	0,30	1	0,30	2
CMV	0,10	1	0,10	1
MS ingérée, kg MS	20,2		18,6	
VEM (VEM/j)	18.876		19.113	
DVE (g/j)	1.483		1.406	
OEB (g/j)	-86		+6	
Protéines brutes, %MS		13,0		14,0
Amidon, %MS		13,1		22,0
NDF, %MS		42,7		37,1



2



Apport de graines extrudées

Bénéfice 'santé' du lait

+

Réduction des μorg produisant du CH_4 (Martin et al., 2008, 2009)

3



Ne pas négliger la composante amidon

L'amidon stimule davantage la **protéosynthèse** microbienne dans le rumen que les fibres

L'amidon **limite** la **production d' H_2** dans le rumen $\rightarrow \downarrow \text{CH}_4$

L'amidon '**densifie**' la ration sur le plan énergétique $\rightarrow \downarrow \text{CH}_4$ ²⁵

Ration 3

Composition	<u>Ration 'Contrôle +'</u>		<u>Ration 'Lin'</u>	
	Kg MS	%MS	Kg MS	%MS
Ensilage maïs	7,60	37	6,90	36
Herbe préfané	4,50	22	4,10	21
Luzerne déshydratée	1,40	7	1,30	7
Tourteaux de colza	2,30	11	1,90	10
Nutex 68	-	-	1,90	10
Orge aplatie	-	-	2,10	11
Pulpes de betteraves	4,40	21	0,40	2
Mélasse	0,30	1	0,30	2
CMV	0,10	1	0,10	1

Ration 'Additif' = Ration 'Lin' +

Houblon, g/j

55

Tannins de chêne, g/j

170

4



Recours à des additifs spécifiques



26



Production laitière

	Contrôle +	Lin	Additifs	
Lait standard, kg/j	29,1 ^a	28,9 ^a	30,1 ^b	↑
MG, g/j	1181 ^a	1151 ^a	1183 ^a	=
MP, g/j	944 ^a	920 ^a	971 ^b	↑

Rations de valeur
nutritionnelle équivalentes

Effet additifs

Bilan azoté

	Contrôle	Lin	Additifs
N ingéré, g/j	414 ^a	417 ^a	420 ^a
Eff. azotée, %	35,9 ^{ab}	35,4 ^b	37,2^a

➔ +5% d'efficacité azotée: effet probable des tanins (↓ N urinaire)



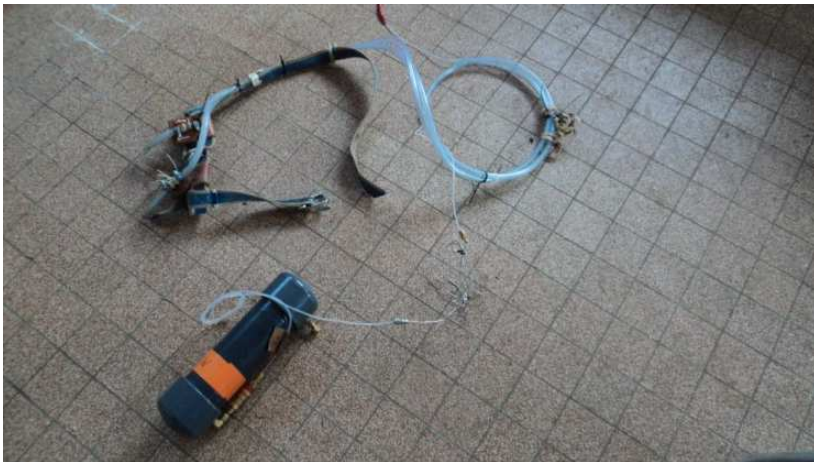
37% vs 25% = 2 kg de T. de soja /vache/j

Emission de méthane (SF6)

	Contrôle	Lin	Additifs
g/j	365 ^a	311 ^b	315 ^b
g/kg lait std	12,5 ^a	10,8 ^b	10,5 ^b

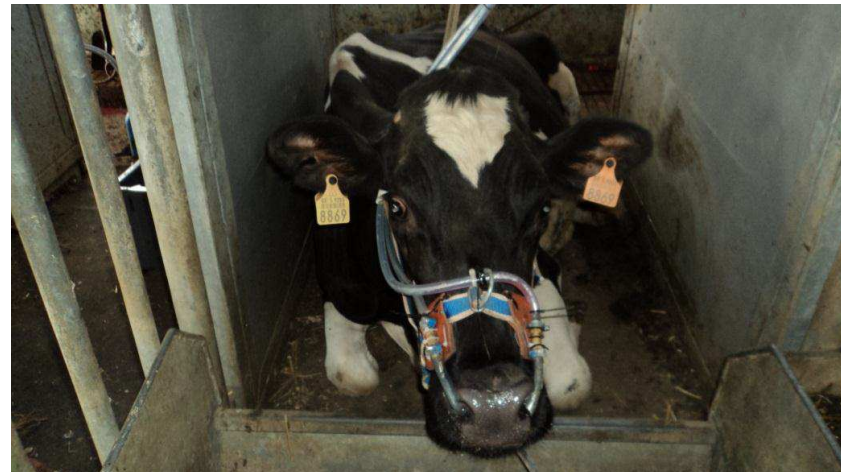
La ration 'Lin' : ↓ **15%** du CH₄

→ Effet amidon + Effet MG ?



Pas d'effet des additifs

→ Effet houblon *in vivo* ?





**Ces résultats sont-ils transposables à
l'échelle d'un troupeau, avec des
animaux à différents stades de lactation
?**

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Sur les 40 vaches du troupeau laitier du CRA-W divisé en 2 lots pour tester 2 rations en carré latin : une ration contrôle « RW » et une ration « concept » parmi d'autres.

% de la M.S.	Contrôle	Concept
Ensilage maïs	39,9	38,9
Ensilage herbe	25,7	26,2
Luzerne déshydratée (Rumiluz)	6,9	7,1
Tourteau colza	5,5	7,8
Tourteau soja	14,0	-
Pulpes sèches	5,1	-
Orge aplatie	-	10,3
Mix lin extrudé (Nutex 68)	-	8,4
Ensilage maïs grain	1,6	-
CMV + NaCl	1,3	1,3

+ un concentré de production (Lactotop 20) aux vaches > 30kg llait/j

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Composition chimique des rations

	Contrôle	Concept
MAT, % MS	16,4	13,5
Cellulose Brute, % MS	20,6	19,4
Amidon, % MS	15,1	21,4
Matières grasses, % MS	2,2	4,4
VEM, /kg MS	935	965
DVE, g/kg MS	86	70
OEB, g/kg MS	18	2

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Production laitière

	Contrôle	Concept	P
Kg lait/jour	30,72	29,98	0,39
Kg lait standard/jour	30,63	28,35	<0,01
% Matières grasses	4,02	3,70	<0,01
% Protéines	3,42	3,31	0,03

% MG à améliorer

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Les acides gras du lait

En g / 100g AG totaux	Contrôle	Concept	Différence
12:0 (laurique)	4,5	3,7	- 18 %
14:0 (myristique)	13,9	12,2	- 12 %
16:0 (palmitique)	34,7	26,7	- 23 %
<i>Cis</i> -9 18:1 (oléique)	17,7	23,4	+ 32 %
<i>Cis</i> -9 trans-11 18:2 CLA	0,5	1,1	+120 %
18:2n-6 (linoléique)	1,9	2,0	+ 5 %
18:2n-3 (linoléinique)	0,4	0,9	+ 125 %
n-6/n-3	3,6	1,9	- 47 %
∑ AG insaturés	25,1	31,5	+ 25 %
Tartinabilité (C18:1/C16:0)	0,5	0,9	+ 72 %

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Les émissions de méthane par les vaches*

Méthane	Contrôle	Concept	P
g/jour	484	426	<0,01
g/kg de lait	16,6	15,3	0,05
g/kg de lait standard	16,5	15,8	0,05

* Estimées par l'équation « méthamilk »

Mise en pratique des concepts acquis par 20 années de recherche



Utilisation de l'azote par les vaches et excrétion d'azote urinaire

	Contrôle	Concept	Différence
Ingestion d'N (g/jour)	589	480	- 19 %
N lait			
g/jour	161	152	
% de N ingéré	27	32	+ 16 %
Urée lait (mg/L)	265	125	- 53 %
N urinaire (g/jour)*	190	89	- 53 %

* Estimé par l'équation prédictive : $UN (g/d) = 0,0259BW(kg) \times MUN(mg/dL)$ de Kauffman et Saint Pierre (2001)

Conclusions

- **Pour un coût de ration équivalent (+/- 20€/100 kg MS), la ration « concept » testée a permis, :**
 - De diminuer les rejets d’N
 - De se passer du tourteau de soja → meilleure autonomie alimentaire
 - De réduire les GES émis par les vaches (CH₄) et à partir de leurs effluents (N₂O)
 - D’améliorer la qualité nutritionnelle du lait en augmentant les proportions d’AG insaturés, de CLA et d’AG oméga 3
- **Des améliorations sont encore possibles :**
 - Au niveau des émissions de GES, de l’efficacité azotée et de la MG du lait,
 - Un enrichissement naturel du lait en d’autres composés bio-actifs est à l’étude.



Service public
de Wallonie



Depuis plus de 20 ans, nous proposons des solutions qui aboutissent à des innovations dans le domaine laitier !



**European Patent application
N° 00870324.1
“Method to alter the isomeric
profile of trans fatty acids in
ruminant meat and milk and to
increase the concentration of cis-9,
trans-11 conjugated linoleic acid”**



Merci pour votre attention

Quentin Archambeau
Gérard Collignon
Quynh Chau Dang Van
Grégory Debuysser
Virginie Decruyenaere
Maxence Didelez
Michel Focant
Eric Froidmont
Cécile Gardin
Yvan Larondelle
Eric Mignolet
Jean Pottier
Thierry Relekom
François Rouelle
Christine Turu
Luc Van De Steene
Amélie Vanlierde
Et tous les mémorants ou chercheurs
qui nous ont aidés de près ou de loin.

