



Coop de France Déshydratation

43, rue Sedaine – CS 91115 - 75538 PARIS CEDEX 11

- Etude zootechnique -

Effet de la présence de luzerne déshydratée en association avec de l'ensilage de maïs sur le profil en acides gras du lait de vache

Partenaires :



Coopédome
Coopérative de déshydratation
11 rue de la cidrerie - 35113 - DOMAGNE



INRA
UMR Production du Lait
Domaine de la Prise - 35590 - SAINT-GILLES

Le 22 juin 2009

Vincent Ballard

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur : Vincent BALLARD

Signalement du rapport : Effet de la présence de luzerne déshydratée en association avec de l'ensilage de maïs sur le profil en acides gras du lait de vache.

(11 pages, 1 figure, 8 tableaux, 11 références bibliographiques, 1 annexe)

Mots clés : ration hivernale, luzerne déshydratée, lin, profil en acides gras, transfert, oméga-3

Résumé d'auteur

La filière laitière est aujourd'hui soumise à une pression du consommateur lui demandant de produire un lait de meilleure qualité. Ce contexte amène les exploitants, les industriels et les organismes qui les entourent à réfléchir à des solutions pour améliorer la qualité du profil en acides gras du lait.

Cette étude a pour but d'approfondir la connaissance des interactions entre le fourrage déshydraté et la qualité du lait, en particulier pour le profil en acides gras du lait. L'objectif est de caractériser le profil en acides gras du lait de producteurs et utilisateurs de fourrages déshydratés (luzerne, ray-grass, etc.) ainsi que de mesurer les différences par rapport à des non-utilisateurs.

Pour cet essai, 30 exploitations d'Ille et Vilaine, séparées en 7 groupes alimentaires, ont été suivies. Les échantillons de lait ont été prélevés dans le tank (lait de mélange) avec un nombre de traites pair sur deux périodes. La première période à partir de mi-décembre et la seconde à partir de mi-janvier. Les échantillons de lait ont été analysés en chromatographie en phase gazeuse à l'INRA de Saint Gilles. Les analyses statistiques ont été faites en fonction des groupes alimentaires.

Au niveau des résultats, aucune différence n'a été observée pour les performances laitières. Pour le profil en acides gras du lait, l'étude a mis en évidence que les rations contenant de la luzerne déshydratée seule, ou associée avec du lin, impliquent des variations significatives des proportions des différents acides gras.

Tout d'abord, la luzerne déshydratée a permis une augmentation des concentrations en C18:3 (ou acide alpha-linoléique). Cet acide gras est le principal oméga-3 du lait, il a un effet bénéfique sur la santé (diminution des risques cardio-vasculaires). La présence d'ensilage d'herbe ou d'herbe déshydratée permet également d'améliorer la concentration en C18:3. L'association luzerne-lin, ou le système ration sèche à base de luzerne déshydratée améliore encore plus ce résultat.

Les concentrations en C18:2 (ou acide linoléique, principal oméga-6 du lait) progressent aussi avec la luzerne déshydratée. Le ratio C18:2/C18:3, qui traduit l'équilibre entre les oméga-6 et les oméga-3, est amélioré grâce à la présence de luzerne déshydratée dans la ration. L'association luzerne-lin, ou le système ration sèche à base de luzerne déshydratée se distingue à nouveau en diminuant fortement ce ratio.

Par ailleurs, lors de cette étude, le transfert en C18:3 (principal oméga-3) de la ration au lait a aussi été abordé. Cette étude a mis en évidence un taux de transfert du C18:3 de la ration au lait supérieur pour les animaux recevant de la luzerne déshydratée.

Tables des matières

<i>Sigles et Abréviations</i>	- 4 -
<i>Introduction</i>	- 5 -
<i>Matériel et méthodes</i>	- 6 -
1. Choix des élevages	- 6 -
2. Collecte des données	- 7 -
3. Analyses statistiques effectuées	- 7 -
<i>Résultats et discussion</i>	- 9 -
1. Les performances laitières	- 9 -
2. Les familles d'acides gras	- 9 -
3. Les principaux acides gras	- 10 -
4. Les ratios : tartinabilité et équilibre C18:2/C18:3	- 11 -
5. Le transfert du C18:3	- 12 -
<i>Discussion générale</i>	- 14 -
1. Principaux résultats	- 14 -
2. Limites	- 14 -
3. Perspectives	- 15 -
<i>Bibliographie</i>	- 16 -
<i>Tables des figures et tableaux</i>	- 17 -
<i>Tables des annexes</i>	- 17 -

Sigles et Abréviations

AGS	Acides Gras Saturés
AGI	Acides Gras Insaturés
AGMI	Acides Gras Mono-Insaturés
AGPI	Acides Gras Poly-Insaturés
C12	Acide laurique
C14	Acide myristique
C16	Acide palmitique
C18	Acide stéarique
C18:1 cis 9	Acide oléique
C18:1 t11	Acide trans-vaccénique
C18:1 t10	Acide trans-10-octadécénoïque
C18:2	Acide linoléique
C18:3	Acide alpha-linoléique
CLA c9t11	Acide linoléique conjugué
EM	Ensilage de maïs
EH	Ensilage d'herbe
g	Gramme
HD	Herbe déshydratée
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
kg	Kilogramme
L	litre
Luz.	Luzerne déshydratée
MG	Matière Grasse
MP	Matière Protéique
MS	Matières Sèches
P	Probabilité
TLC	Très Longues Chaines
TB	Taux Butyreux
TP	Taux Protéique
VL	Vache Laitière

Caractères spéciaux

NS	Non significatif
*	Significatif
**	Très significatif
***	Très hautement significatif
μ	Moyenne
β	Erreur résiduelle

Introduction

La filière française de déshydratation de luzerne produit 1 millions de tonnes de luzerne déshydratée réparties sur 95 000 hectares. Elle emploie plus de 1.500 personnes et concerne environ 10.000 agriculteurs.

Coop de France Déshydratation est l'organisation professionnelle des déshydrateurs de fourrages au niveau national. La quasi-totalité des usines françaises sont adhérentes.

L'alimentation animale est un secteur très concurrentiel dans lequel arrive de nouveaux produits en permanence comme le montre l'arrivée des coproduits issus de la fabrication des agro-carburants. Ainsi, les entreprises de déshydratation de fourrages doivent innover, tant sur les produits existants en améliorant leurs connaissances, soit en créant de nouvelles gammes ou produits spécifiques répondant à des exigences particulières. Le principal débouché des luzernes déshydratées est l'élevage laitier.

La luzerne déshydratée est une des solutions pour réduire la dépendance européenne en protéines en offrant aux éleveurs une alternative économique pérenne au soja importé. La filière de la luzerne déshydratée fournit ainsi 10% des besoins en protéines végétales à destination de l'alimentation animale. Elle présente aussi un profil d'acides gras très équilibré avec une teneur importante en oméga-3 qui présente un réel intérêt pour la qualité du lait.

La teneur en composants particuliers du lait qui exercent une action bénéfique sur la santé peut être influencée directement par le biais de l'alimentation de la vache laitière. C'est le cas de certains acides gras comme les oméga-3 ou oméga-6. Des premiers travaux réalisés par Coop de France Déshydratation en 2006 ont mis en évidence un effet positif de la luzerne déshydratée sur la qualité en acides gras du lait.

Cette étude a pour but d'approfondir la connaissance des interactions entre le fourrage déshydraté et la qualité du lait, en particulier concernant le profil en acides gras du lait. L'objectif est de caractériser le profil en acides gras du lait de producteurs et utilisateurs de fourrages déshydratés (luzerne, ray-grass, etc.) ainsi que de mesurer les différences par rapport à des non-utilisateurs. Ce rapport est rédigé selon le plan d'un article scientifique, c'est-à-dire : matériel et méthodes, résultats puis discussion.

Matériel et méthodes

1. Choix des élevages

L'étude porte sur 30 élevages laitiers basés en Ile et Vilaine (Adhérents à la Coopédome). Ceux-ci ont été sélectionnés en fonction de leur ration hivernale dans le but de constituer 7 groupes différents :

- 1^{er} groupe : Témoin : Ration à base d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe (n=5) ;
- 2^{ème} groupe : Base ensilage de maïs ou ensilage de maïs et ensilage d'herbe avec de la luzerne et du lin extrudé en complément (n=4) ;
- 3^{ème} groupe : Ration composée d'ensilage de maïs, ensilage d'herbe et de moins de 3 kg de luzerne déshydratée (n=5) ;
- 4^{ème} groupe : Ration composée d'ensilage de maïs et de moins de 3 kg de luzerne déshydratée (n=5) ;
- 5^{ème} groupe : Ration composée d'ensilage de maïs et de plus de 3 kg de luzerne déshydratée (n=5) ;
- 6^{ème} groupe : Ration composée d'ensilage de maïs, de moins de 3 kg de graminées déshydratées et de moins de 3 kg de luzerne déshydratée (n=4) ;
- 7^{ème} groupe : Ration sèche composée de 18 kg de luzerne déshydratée avec du maïs épi déshydraté et de l'orge en complément (n=2).

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5	Groupe 4 - 5	Groupe 6	Groupe 7
	EM-EH	EM-EH- Luz.-Lin	EM-EH- Luz.	EM- Luz. < 3	EM-Luz. >3	EM-Luz.	EM-HD- Luz.	RS Luz.
Effectif	5	4	5	5	5	10	4	2
EM	12.82	13.59	13.76	15.27	15.12	15.19	14.41	0
EH	3.44	2.05	2.21	0.16	0.08	0.12	0	0
Paille	0.21	0.23	0.14	0.55	0.10	0.33	0.63	0
Foin	0.61	0	0.10	0.12	0.10	0.11	0.18	0
Luzerne déshydratée	0	2.32	2.62	2.62	3.20	2.91	1.84	18.00
Lin extrudé	0	0.39	0	0	0	0	0	0
Herbe déshydratée	0	0	0	0	0	0	2.19	0
Concentrés	3.56	4.39	3.54	3.40	4.15	3.77	5.01	7.19
<i>Soja</i>	<i>1.48</i>	<i>1.34</i>	<i>1.34</i>	<i>1.41</i>	<i>2.11</i>	<i>1.76</i>	<i>2.12</i>	<i>0.95</i>
<i>Colza</i>	<i>1.07</i>	<i>1.35</i>	<i>1.12</i>	<i>1.51</i>	<i>0.90</i>	<i>1.20</i>	<i>1.26</i>	<i>0.14</i>
<i>Céréales</i>	<i>1.01</i>	<i>1.69</i>	<i>1.07</i>	<i>0.48</i>	<i>1.14</i>	<i>0.81</i>	<i>1.63</i>	<i>6.11</i>
TOTAL	20.64	22.97	22.37	22.12	22.75	22.43	24.26	25.19

Tableau n°1. Composition moyenne des rations pour chaque groupe alimentaire (en kg MS)

2. Collecte des données

Les échantillons de lait ont été prélevés dans le tank (lait de mélange) avec un nombre de traites pair sur deux périodes. La première débutait le 11 décembre 2008 et se terminait le 22 décembre 2008. La seconde s'étalait du 22 au 29 janvier 2009. Pour chaque échantillon de lait la mesure du TP (en g/l), TB (en g/l), taux d'urée (en mg/l) et numération cellulaires (en milliers/ml) ont été réalisés par infra rouge. L'analyse du profil en acides gras a été faite par chromatographie en phase gazeuse à l'INRA du Rheu.

Afin d'approcher le transfert en C18:3 de la ration au lait, les quantités de C18:3 apportées par les rations ont été estimées à partir des informations suivantes :

	C18:3 (g/kg)	Sources
Ensilage de maïs	1	Morand-Fehr et Tran, 2001 Valorex, Communication personnelle, 2009
Ensilage d'herbe	9	Tables INRA, 2007
Paille	0	Tables INRA, 2007
Foin	2.2	Tables INRA, 2007
Luzerne	5.2	Sauvant et al., 2002
Herbe déshydratée	7	Sauvant et al., 2002 Valorex, Communication personnelle, 2009

Tableau n°2. Valeurs C18:3 (g/kg MS) des fourrages

Aliment	C18:3	Aliment	C18:3
Blé tendre	0.78	Pois	0.93
Orge	0.89	Féverole	0.35
Triticale	0.44	Tourteau de colza	2.02
Son de blé tendre	1.77	Tourteau de lin déshuilé	13.82
Gluten feed	1.17	Tourteau de lin expeller	44
Corn gluten feed	0.33	Tourteau de soja 48	1.14
Maïs grain	0.34	Tourteau de tournesol	0.11
Graine de colza	42.5	Pulpe de betterave déshydratée	0.45
Graine de lin	186.9	Tourteau de lin extrudé	190

Tableau n°3. Valeurs C18:3 (g/kg MS) des aliments (Sauvant et al., 2002)

3. Analyses statistiques effectuées

Pour chaque exploitation, la moyenne des deux répétitions a été faite. Ensuite, les analyses effectuées ont été les suivantes :

1. Analyse multi-variée (ACP) ;
2. Analyse de variance à un facteur (Groupe alimentaire) sur les paramètres zootechniques et le profil en acides gras selon le modèle suivant $Y = \mu + \text{Effet Groupe}$

+ β (Y pour la variable à expliquer, μ pour la moyenne générale et β pour l'erreur résiduelle).

Les groupes n°4 et n°5 ont été regroupés pour les analyses de variances, le nouveau groupe formé comprend des exploitations ayant une ration hivernale composée d'ensilage de maïs et de luzerne déshydratée. Les Anova ont été réalisées sur l'ensemble de la population, soit 6 groupes ou 30 exploitations, grâce au logiciel Epsilow.

Résultats et discussion

1. Les performances laitières

Les performances laitières (production laitière, matières grasses, matières protéiques, etc.) ne varient pas significativement entre les groupes alimentaires (Tableau n°4). La variabilité inter-élevages (environnement, génétique, etc.) au sein d'un même groupe peut expliquer l'absence de différence entre les régimes. Cependant une différence a été mesurée pour le taux d'urée retrouvé dans le lait ($P < 0.05$). Globalement, le taux le plus élevé est retrouvé pour la ration sèche à base de luzerne déshydratée et le taux le plus faible pour la ration du groupe témoin. L'apport d'azote dans la ration est reflété par le taux d'urée. Des apports importants d'azote, comme dans le cas de la ration sèche, implique des taux d'urée plus élevés. Les groupes restant ont des positions intermédiaires entre les deux extrêmes en fonction de l'apport d'azote dans la ration.

Variable	1	2	3	4-5	6	7	ETR	Effet
	EM-EH	EM-EH-Luz.-Lin	EM-EH-Luz.	EM-Luz.	EM-HD-Luz.	RS Luz.		
Lait jour	25.7	30.7	28.2	27.5	29.7	25.1	4.0	NS
TB	43.0	39.5	42.0	42.0	40.4	39.9	2.0	NS
TP	33.6	33.0	32.9	32.9	33.9	34.3	0.7	NS
MG (g/j)	1098.9	1209.4	1181.9	1154.4	1198.1	1002.2	164.3	NS
MP (g/j)	860.7	1011.0	926.2	904.9	1007.7	861.0	132.0	NS
Urée	196.0 c	214.5 b,c	175.6 c	256.2 a,b	264.3 a,b	325.5 a	52.5	*
Cellules	166.2	176.5	166.5	160.2	196.9	176.3	65.0	NS

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0.05$).

Tableau n°4. Variations des performances laitières en fonction du groupe alimentaire

2. Les familles d'acides gras

Les familles d'acides gras sont significativement différentes pour le groupe n°2 (ensilage de maïs, ensilage d'herbe, luzerne et lin ; Tableau n°5 ; $P < 0.01$). Pour le groupe n°2, les concentrations en acides gras saturés sont inférieures ($P < 0.01$), les concentrations en acides gras insaturés (mono et poly-insaturés) sont supérieures ($P < 0.01$). Seul le groupe n°7 (ration sèche à base de luzerne) se distingue en rejoignant le groupe n°2 pour les acides gras polyinsaturés ($P < 0.001$). La composante « tourteau de lin extrudé » dans le groupe n°2 est certainement lié aux effets constatés. Le lin est un aliment riche en matières grasses et notamment en acides gras insaturés. Les relations entre l'ajout de lin et le profil en acides gras ont déjà été mis en évidence dans de nombreux articles scientifiques (Hurtaud C. et al., 2007 ; Dang Van Q.C. et al., 2008 ; Flowers et al., 2008 ; Mathieu Y. et al., 2008).

Variable	1	2	3	4-5	6	7	ETR	Effet
	EM-EH	EM-EH-Luz.-Lin	EM-EH-Luz.	EM-Luz.	EM-HD-Luz.	RS Luz.		
Saturés	71.9 a	65.6 b	71.4 a	71.1 a	70.7 a	69.5 a	2.1	**
Insaturés	26.2 b	32.2 a	26.8 b	27.0 b	27.2 b	28.0 b	2.1	**
Monoinsaturés	23.6 b	28.2 a	24.1 b	24.3 b	24.2 b	23.7 b	1.9	*
Poly-insaturés	2.6 b	4.0 a	2.8 b	2.7 b	3.0 b	4.3 a	0.3	***

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes (P<.05).

Tableau n°5. Variations des concentrations en AGS, AGI, AGMI et AGPI en fonction du groupe alimentaire

3. Les principaux acides gras

Pour les principaux acides gras saturés, aucune différence n'a été observée entre les groupes alimentaires pour le C14. La concentration en C16 est inférieure pour le groupe n°2 vis-à-vis des autres groupes (Tableau n°6, P<0.001) alors que la concentration en C18 est supérieure pour ce même groupe (P<0.01). L'hydrogénation des acides gras polyinsaturés du lin explique cette différence.

Pour les acides gras polyinsaturés, la présence de luzerne déshydratée implique une augmentation des concentrations en C18:2 et C18:3 du lait. Le groupe n°7 (ration sèche à base de luzerne déshydratée) et le groupe n°2 (régime contenant du lin) sont ceux qui font varier le plus ces deux valeurs. Vient ensuite le groupe n°6 (régime avec de la luzerne et de l'herbe déshydratée), le groupe n°3 (ensilage de maïs, ensilage d'herbe et luzerne déshydratée), le groupe n°4-5 (ensilage de maïs et luzerne déshydratée) puis le groupe n°1 (ensilage de maïs et ensilage d'herbe). Les concentrations en C18:1 t10 et C18:1 c9 n'ont pas varié significativement entre les groupes.

L'acide rummérique (CLA c9t11) et vaccénique (C18:1t11) est également accru par la présence de luzerne déshydratée ou de lin dans la ration.

Variable	1	2	3	4-5	6	7	ETR	Effet
	EM-EH	EM-EH-Luz.-Lin	EM-EH-Luz.	EM-Luz.	EM-HD-Luz.	RS Luz.		
C14	11.56	10.64	11.28	11.34	11.49	11.29	0.46	NS
C16	33.56 a	27.35 b	33.01 a	32.79 a	31.46 a	31.58 a	1.88	***
C18	8.43 b,c	10.36 a	8.94 b	8.93 b	9.10 b	7.63 b,c	0.67	**
C18:2	1.36 c	1.75 b	1.45 c	1.41 c	1.54 b,c	2.14 a	0.16	***
C18:3	0.25 d	0.70 b	0.38 c,d	0.32 d	0.40 c	0.88 a	0.08	***
C18:1 t10	0.40	0.50	0.40	0.42	0.33	0.31	0.10	NS
C18:1 c9	17.09	20.47	17.68	17.77	17.81	16.96	1.61	NS
CLA c9t11	0.31 c	0.58 a	0.32 c	0.36 b	0.36 b	0.51 a,b	0.10	**
C18:1 t11	1.00 b	1.99 a	1.10 b	1.19 b	1.19 b	1.47 a	0.38	*

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0.05$).

Tableau n°6. Variations des concentrations des principaux acides gras en fonction du groupe alimentaire

Les analyses multi-variées, construites en fonction d'une partie des acides gras avec superposition des variables alimentaires (pourcentage des différents aliments), confirment les résultats précédemment expliqués. Par exemple, la Figure n°1 montre que la présence de luzerne ou de lin dans la ration favorise les acides gras insaturés au détriment des autres.

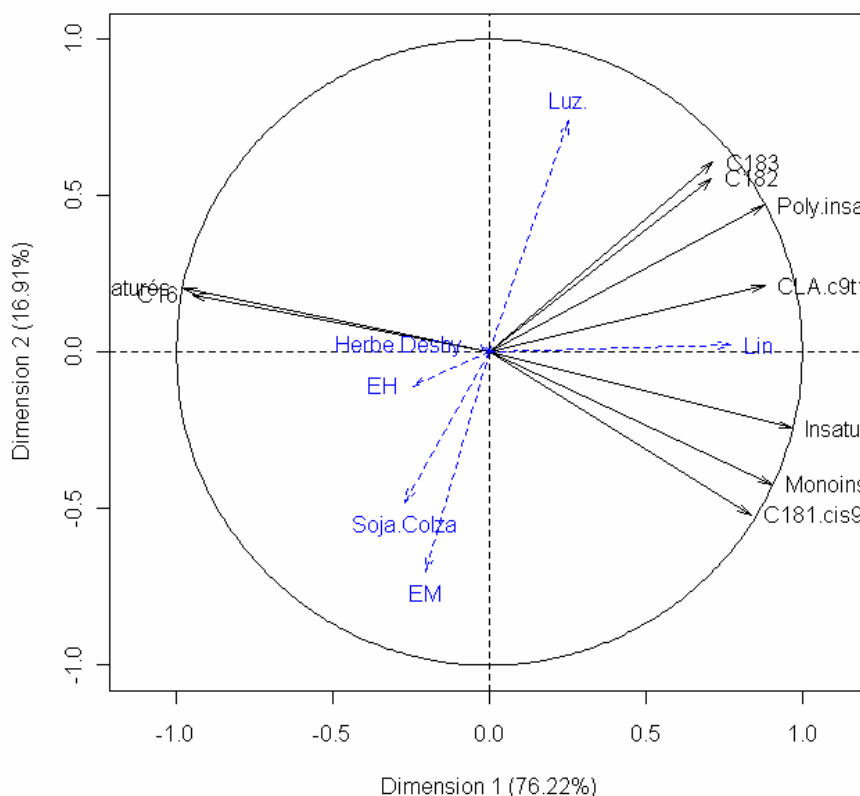


Figure n°1. Projection des aliments sur le plan construit en fonction du profil en acides gras (Axes 1 et 2 ; 93,13% de la variance expliquée)

4. Les ratios : tartinabilité et équilibre C18:2/C18:3

Le ratio C18:1c9/C16 correspond à la tartinabilité. Celle-ci semble plus importante pour le groupe n°2 (Tableau n°7, $P < 0.01$). Ceci s'explique notamment par une proportion d'acides gras insaturés plus élevée pour ce même groupe.

L'incorporation de luzerne déshydratée dans la ration permet d'améliorer l'équilibre des acides gras dans la matière grasse (ratio C18:2/C18:3 ; $P < 0.001$). La valeur observée est de 5.36 pour le groupe témoin ou n°1. Cette valeur descend lors de l'ajout de luzerne (groupe n°4-5), d'ensilage d'herbe (groupe n°3) ou d'herbe déshydratée (respectivement, 4.46, 4 et 3.84). Les valeurs les plus faibles sont atteintes avec l'association luzerne-ensilage d'herbe-lin (groupe n°2) ou en système ration sèche à base de luzerne (groupe n°7), respectivement 2.62

et 2.45. Ces données confirment les valeurs mesurées en 2007 par Lebois et al. La valeur du ratio oméga-6/oméga-3 était de proche de 2 pour les rations sèches à base de luzerne déshydratée ou contenant du lin extrudé. Celle-ci était en moyenne de 4 pour les rations à base d'ensilage de maïs et de fourrages déshydratés.

Variable	1	2	3	4-5	6	7	ETR	Effet
	EM-EH	EM-EH-Luz.-Lin	EM-EH-Luz.	EM-Luz.	EM-HD-Luz.	RS Luz.		
C18:1C9/C16	0.51 b	0.76 a	0.54 b	0.55 b	0.57 b	0.54 b	0.09	**
C18:2/C18:3	5.36 a	2.62 c	4.00 b	4.46 b	3.84 b	2.45 c	0.79	***

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes (P<.05).

Tableau n°7. Variations des ratios en relation avec les acides gras en fonction du groupe alimentaire

5. Le transfert du C18:3

Les quantités de C18:3 apportées par les rations ont été estimées pour chaque groupe alimentaire à partir de valeurs obtenues dans les tables. Pour les 30 exploitations, les rations ont en moyenne apporté 61 g/jour/VL de C18:3 (Tableau n°9). Le maximum étant pour le groupe n°2 (EM-EH-Luzerne et lin) avec 127,2 g/VL/jour. Les résultats calculés pour chaque groupe sont présentés dans le Tableau n°9.

	Apports C18:3 rations (g/VL/jour)
Moyenne	61.0
Min	30.9
Max	186.9
Ecart type	33.4

Tableau n°8. Valeurs descriptives des apports en C18:3 par la ration pour les 30 exploitations

Groupe	Moyennes C18:3 rations (g/VL/jour)
1	52.1
2	127.2
3	57.8
4	38.7
5	40.9
6	48.4
7	97.9
Moyenne	61.0

Tableau n°9. Apports en C18:3 pour les 7 groupes alimentaires

A titre de comparaison, selon Chilliard et al. (2007), une vache consommant 20 kg MS par jour peut ingérer quotidiennement jusqu'à 400 g de C18:3 sur pâturage de printemps ou d'automne, et la même quantité si elle reçoit une ration hivernale additionnée de 3,7% d'huile de lin (ou 12% de graine de lin). Ferlay et al. (2006), ont mesuré une valeur de 15 g/jour/VL de C18:3 pour une ration ensilage de maïs (12,36 kg MS), orge (0,98 kg MS) et farine de soja (0,53 kg MS). Dans ce cas-ci, les rations contiennent en plus de l'herbe conservée et/ou de la luzerne déshydratée et/ou du tourteau de lin extrudé. Les valeurs semblent alors correspondre aux données bibliographiques.

En ce qui concerne la quantité de C18:3 retrouvée dans le lait, la présence de luzerne déshydratée dans la ration se traduit par un accroissement de la quantité de C18:3 dans le lait (Tableau n°10). En effet, la quantité de C18:3 dans le lait a augmenté de 32% entre le groupe témoin (EM-EH) et le groupe n°4-5 (Ensilage de maïs-luzerne) (3.19 g/VL/jour contre 2.41 g/VL/jour ; P<0.05).

Les animaux ne peuvent pas métaboliser le C18:3. Le transfert en C18:3 traduit alors le passage du C18:3 de la ration des vaches au lait. Cette étude met en évidence un taux de transfert plus important pour les rations contenant de la luzerne déshydratée sans lin (0). L'hypothèse d'une meilleure protection du C18:3 de part la plante (luzerne) et/ou du mode de conservation (déshydratation) peut être alors évoquée.

Variable	1	2	3	4-5	6	7	ETR	Effet
	EM-EH	EM-EH-Luz.-Lin	EM-EH-Luz.	EM-Luz.	EM-HD-Luz.	RS Luz.		
C183 lait g/j	2.41 c	7.27 a	3.83 b	3.19 b,c	4.15 b	7.59 a	0.93	***
Transfert C18:3 %	4.7 c	5.79 b,c	7.17 a,b	8.12 a	7.74 a	7.74 a,b	1.56	***

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes (P<0.05).

Tableau n°10. Variations du transfert en C18:3 en relation avec les acides gras en fonction du groupe alimentaire

Par ailleurs, l'ensemble des résultats statistiques de cette étude sont résumés en Annexe 1.

Discussion générale

1. Principaux résultats

Cette étude a permis de comparer les performances laitières et le profil en acides gras de la matière grasse du lait entre 6 groupes de rations hivernales. Aucune différence n'a été observée pour les performances laitières. En ce qui concerne le profil en acides gras du lait, l'étude a mis en évidence que les rations contenant de la luzerne déshydratée seule, ou associée à du lin, ont significativement varié les proportions des différents acides gras.

Tout d'abord, la luzerne déshydratée a permis une augmentation des concentrations en C18:3 (ou acide alpha-linoléique). Cet acide gras est le principal oméga-3 du lait, il a un effet bénéfique sur la santé (diminution des risques cardio-vasculaires). La présence d'ensilage d'herbe ou d'herbe déshydratée permet également d'améliorer la concentration en C18:3. L'association luzerne-lin, ou le système ration sèche à base de luzerne déshydratée améliore encore plus ce résultat.

Les concentrations en C18:2 (ou acide linoléique, principal oméga-6 du lait) progressent aussi avec la luzerne déshydratée. Le C18:2 est le principal acide gras de la famille des oméga-6. Sans excès, il a un impact positif sur les taux de lipides sanguins. En excès, ils empêchent l'utilisation optimale des oméga-3 par l'organisme.

Le ratio C18:2/C18:3, qui traduit l'équilibre entre les oméga-6 et les oméga-3, doit être proche de 5 voire inférieur (Martin, 2001). Celui-ci est amélioré grâce à la présence de luzerne déshydratée dans la ration. L'association luzerne-lin, ou le système ration sèche à base de luzerne déshydratée se distingue à nouveau en diminuant fortement ce ratio.

Par ailleurs, lors de cette étude, le transfert en C18:3 (principal oméga-3) de la ration au lait a aussi été abordé. En effet, les animaux sont incapables de métaboliser du C18:3, en conséquence le C18:3 retrouvé dans le lait provient obligatoirement de l'alimentation des animaux. Cette étude a mise en évidence un taux de transfert du C18:3 de la ration au lait supérieur pour les animaux recevant de la luzerne déshydratée.

En conclusion, les résultats observés sont conformes aux données bibliographiques. L'ajout de luzerne déshydratée dans une ration hivernale permet d'améliorer le profil en acides gras de la matière grasse du lait (pour le consommateur, diminution des risques cardio-vasculaires, amélioration du métabolisme de la masse grasseuse, etc.).

2. Limites

Cette étude n'a pas permis de mettre en évidence de liens entre la quantité de luzerne déshydratée et le profil en acides gras du lait. L'hétérogénéité entre les exploitations (essai

« terrain ») sur différents critères comme la valeur alimentaire des aliments de base ou les imprécisions sur les quantités distribuées ont empêché cette analyse.

De plus, l'analyse du profil en acides gras en fonction du bilan énergétique et protéique des rations n'a pas donné de résultat. L'absence de moyen précis pour mesurer les quantités distribuées et des analyses de fourrages non standardisées entre les laboratoires ont limité cette analyse.

Au niveau du profil en acides gras, les concentrations respectives des acides gras à très longues chaînes (EPA, DHA) n'ont pas été mesurées.

3. Perspectives

Compte tenu des résultats et des limites de cette étude, les principales perspectives sont au nombre de deux. La première consiste aujourd'hui à étudier un éventuel effet quantité de luzerne déshydratée en station expérimentale. L'objectif serait d'analyser les corrélations entre la quantité de luzerne déshydratée et les variations du profil en acides gras.

La seconde perspective vise le transfert du C18:3 de la ration au lait. Les données sont encore peu nombreuses sur cet élément. Une approche approfondie, dont l'objectif serait de comparer différents fourrages (luzerne, ray-grass, etc.) et modes de « conservation » (vert, déshydratation, ensilage), permettrait de vérifier les premiers résultats mise en évidence dans cette étude.

Bibliographie

Chilliard Y., Glasser F., Enjalbert F., Ferlay A., Bocquier F. et Chmidely Ph., 2007, Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis, *Rencontres Recherches et Ruminants*, p321-327

Dang Van Q.C., Focant M., Froidmont E. et Larondelle Y., 2008, Amélioration du profil en acides gras et de la teneur en CLA du lait de vache par l'apport de graines extrudées de lin et / ou de colza, *Rencontres Recherches et Ruminants*, p294

Ferlay A., Martin B., Pradel Ph., Coulon J.B. et Chilliard Y., 2006, Influence of Grass-Based Diets on Milk Fatty Acid Composition and Milk Lipolytic System in Tarentaise and Montbéliarde Cow Breeds, *Journal of Dairy Science*, 89: 4026-4041

Flowers G., Ibrahim S.A. et AbuGhazaleh A.A., 2008, Milk Fatty Acid Composition of Grazing Dairy Cows When Supplemented with Linseed Oil, *Journal of Dairy Science*, 91:722-730

Lebois S., Coulmier D., Maignan S. et Ballard V., 2007, Impact de l'apport de fourrages déshydratés sur la teneur en acide alpha-linoléique du lait d'hiver, *Rencontres Recherches et Ruminants*, p344

Hurtaud C., Delaby L. et Peyraud J.L., 2007, Effet de l'apport de lin sous forme extrudée en association avec de l'ensilage de maïs ou du pâturage sur la production de matières grasses par la vache laitière, *Rencontres Recherches et Ruminants*, p343

Martin A., 2001, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Tech. & Doc., Editions Lavoisier Paris

Mathieu Y., Fougere M., Bergot Y., Demerle P., Brunshwig P. et Chatellier V., 2008, Effet sur la composition du lait et les performances des vaches laitières de la distribution d'un concentré à base de graines de lin extrudées, *Rencontres Recherches et Ruminants*, p117

Morand-Fehr P. et Tran G., 2001, La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale, *INREA Productions Animales*, 14(5), p285-302

Sauvant D., Perez J.M. et Tran G., 2002, Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, Editions INRA

Tables INRA, 2007, Alimentation des bovins, ovins et caprins, Besoins des animaux – Valeurs des aliments, Editions Quae

Tables des figures et tableaux

FIGURE N°1.	PROJECTION DES ALIMENTS SUR LE PLAN CONSTRUIT EN FONCTION DU PROFIL EN ACIDES GRAS (AXES 1 ET 2 ; 93,13% DE LA VARIANCE EXPLIQUEE).....	- 11 -
TABLEAU N°1.	COMPOSITION MOYENNE DES RATIONS POUR CHAQUE GROUPE ALIMENTAIRE (EN KG MS)	- 6 -
TABLEAU N°2.	VALEURS C18:3 (G/KG MS) DES FOURRAGES	- 7 -
TABLEAU N°3.	VALEURS C18:3 (G/KG MS) DES ALIMENTS (SAUVANT ET AL., 2002).....	- 7 -
TABLEAU N°4.	VARIATIONS DES PERFORMANCES LAITIERES EN FONCTION DU GROUPE ALIMENTAIRE.....	- 9 -
TABLEAU N°5.	VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN AGS, AGI, AGMI ET AGPI EN FONCTION DU GROUPE ALIMENTAIRE	- 10 -
TABLEAU N°6.	VARIATIONS DES CONCENTRATIONS DES PRINCIPAUX ACIDES GRAS EN FONCTION DU GROUPE ALIMENTAIRE	- 11 -
TABLEAU N°7.	VARIATIONS DES RATIOS EN RELATION AVEC LES ACIDES GRAS EN FONCTION DU GROUPE ALIMENTAIRE	- 12 -
TABLEAU N°8.	VALEURS DESCRIPTIVES DES APPORTS EN C18:3 PAR LA RATION POUR LES 30 EXPLOITATIONS.....	- 12 -
TABLEAU N°9.	APPORTS EN C18:3 POUR LES 7 GROUPES ALIMENTAIRES.....	- 12 -
TABLEAU N°10.	VARIATIONS DU TRANSFERT EN C18:3 EN RELATION AVEC LES ACIDES GRAS EN FONCTION DU GROUPE ALIMENTAIRE	- 13 -

Tables des annexes

ANNEXE 1.	RESULTATS DE L'ANOVA EN FONCTION DU FACTEUR GROUPE ALIMENTAIRE POUR LA POPULATION ENTIERE.....	I
------------------	--	---

Annexe 1. Résultats de l'Anova en fonction du facteur groupe alimentaire pour la population entière

Variables	1	2	3	4-5	6	7	Syx	Effet
TB	43	39.5	42	42	40.4	39.9	2	NS
TP	33.6	33	32.9	32.9	33.9	34.3	0.7	NS
Urée	196 c	214.5 b,c	175.6 c	256.2 a,b	264.2 a,b	325.5 a	52.5	*
Cellules	166.2	176.5	166.5	160.2	196.9	176.2	65	NS
Lait jour	25.7	30.7	28.2	27.5	29.7	25.1	4	NS
MG (g/j)	1098.9	1209.4	1181.9	1154.4	1198.1	1002.2	164.3	NS
MP (g/j)	860.7	1011	926.2	904.9	1007.7	861	132	NS
C4	4.48	4.33	4.46	4.46	4.41	4.3	0.14	NS
C6	2.46	2.33	2.44	2.41	2.43	2.44	0.09	NS
C7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0	NS
C8	1.38	1.3	1.36	1.35	1.38	1.43	0.09	NS
C9	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	NS
C10	3.18	2.92	3.12	3.08	3.29	3.4	0.21	NS
C101	0.29	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.03	NS
C11	0.07	0.05	0.07	0.06	0.08	0.07	0.02	NS
C12	3.71	3.29	3.59	3.53	3.81	3.87	0.26	NS
C121	0.08	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.01	NS
C13	0.18	0.18	0.19	0.2	0.21	0.22	0.02	NS
C14	11.56	10.64	11.28	11.34	11.49	11.29	0.46	NS
i C15	0.22	0.2	0.21	0.22	0.22	0.24	0.01	*
a i C15	0.2	0.18	0.17	0.2	0.21	0.22	0.02	*
C141	1.28	1.15	1.21	1.22	1.23	1.3	0.11	NS
C15	1.01 b,c	0.9 c	1.05 b	1.04 b	1.1 b	1.27 a	0.09	**
iC16	0.22	0.23	0.21	0.24	0.23	0.28	0.02	*
C16	33.56 a	27.35	33.01 a	32.79 a	31.46 a	31.58 a	1.88	***
i C17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.02	NS
C161	1.99	1.61	1.85	1.82	1.78	1.92	0.11	**
C17	0.49	0.49	0.51	0.51	0.52	0.64 a	0.02	***
C18	8.43 b,c	10.36 a	8.94 b	8.93 b	9.1 b	7.63 b,c	0.67	**
C181 t6+7+8	0.15	0.3 a	0.16	0.18	0.16	0.14	0.05	**
C181 t9	0.26	0.28	0.2	0.19	0.22	0.14	0.07	NS
C181 t10	0.4	0.5	0.4	0.42	0.33	0.31	0.1	NS
C181 t11	1	1.99 a	1.1	1.19	1.19	1.47 a	0.38	*
C181t12	0	0	0	0	0	0	0	NS
C181 cis9	17.09	20.47	17.68	17.77	17.81	16.96	1.61	NS
C181 t15 c11	0.72	0.92	0.74	0.76	0.77	0.7	0.11	NS
C181 c12	0.23	0.44 a	0.27	0.29	0.25	0.22	0.05	***
C181 c13	0.05	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.02	NS
C181 c15	0.06	0.12 a	0.06	0.05	0.06	0.07	0.02	***
? Isom C182 group	0.5	0.84 a	0.47	0.48	0.47	0.58	0.1	***
C182	1.36 c	1.75 b	1.45 c	1.41 c	1.54 b,c	2.14 a	0.16	***
1 ? isom C182	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03	0.01	NS
C20	0	0	0	0	0	0	0	NS
C183	0.25 d	0.7 b	0.38 c	0.32 c,d	0.4 c	0.88 a	0.08	***
C201	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	NS
CLA c9t11	0.31 c	0.58 a	0.32 c	0.36 b	0.36 b	0.51 a,b	0.1	**
Isom CLA group	0.11	0.13	0.13	0.11	0.15	0.14	0.04	NS
TLC	1.59	1.75	1.46	1.49	1.73	2.07	0.27	NS
Saturés	71.9 a	65.6 b	71.4 a	71.1 a	70.7 a	69.5 a	2.1	**
Insaturés	26.2 b	32.2 a	26.8 b	27 b	27.2 b	28 b	2.1	**
Monoinsaturés	23.6 b	28.2 a	24.1 b	24.3 b	24.2 b	23.7 b	1.9	*
Poly-insaturés	2.6 b	4 a	2.8 b	2.7 b	3 b	4.3 a	0.3	***
Impairs	2.9	2.9	3	3	3.1	3.3	0.2	NS
Courts	16.2	15.2	16	15.8	16.3	16.3	0.6	NS
C181 cis9 / C18	2.03	1.98	1.98	1.99	1.96	2.22	0.12	NS
C141 / C14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.01	NS
C161 / C16	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0	NS
C18:1C9/C16	0.51	0.76 a	0.54	0.55	0.57	0.54	0.09	**
C182/C183	5.36 a	2.62 c	4 b	4.46 b	3.84 b	2.45 c	0.79	***
C183 g/j	2.41 c	7.27 a	3.83 b	3.19 b,c	4.15 b	7.59 a	0.93	***
Transfert	4.7 c	5.79 b,c	7.17 a,b	8.12 a	7.74 a	7.74 a,b	1.56	**

