



# Maximiser le rendement en gras laitier

**Kevin Harvatine, Ph. D.**  
**Professeur de physiologie nutritionnelle**  
**Université Penn State**  
kjh182@psu.edu

## Réflexions sur l'adaptation à cette période "historique"

- **Prix élevés des aliments et des autres intrants**
  - La conversion alimentaire devient plus importante pour la rentabilité
  - La rentabilité dépend du coût de production de chaque composante du lait
    - Il faut penser aux coûts et profits "marginiaux"
      - Un retour différent pour chaque ingrédient
  - Il ne faut pas réduire la quantité de lait en essayant d'augmenter le test de gras!
- **Décisions à court et à long terme**
  - Des ajustements à court terme pour s'adapter au marché actuel
  - Une planification à long terme, basée sur la vision des futurs marchés et opportunités

## Comment augmenter le gras du lait avec l'alimentation?

### De quoi la vache a-t-elle besoin pour produire ce gras?

~ 45 % synthétisé de novo à partir des nutriments

Acétate, glucose, et un petit peu de butyrate

- Fourrages de bonne qualité et bonne fermentation dans le rumen

~ 55 % d'acides gras préformés prélevés dans le sang

dont 85 % directement de l'absorption des lipides de la ration

...alors il faut penser à une bonne fermentation ruminale ainsi qu'au gras contenu dans la ration

# Comment maximiser la concentration et la production de gras du lait

## 1. Identifier un objectif

- Cycle saisonnier
- Génétique

## 3. Bien gérer le système d'alimentation

- Mélange et distribution des aliments
- Réduire le gloutonnage alimentaire

## 2. Équilibrer la ration

- Gras insaturés
- Fermentescibilité
- Digestibilité de la fibre
- Apport en lipides
- Additifs

## 4. Surveiller et ajuster

- Concentration de gras du lait
- De novo et C18:1 *trans*-10
- Réponses en 7 à 10 j

**Aussi - une bonne régie en général pour maintenir une production laitière optimale (confort des vaches, reproduction, etc.)**

# Le gras du lait est affecté par plusieurs facteurs!

## Facteurs nutritionnels

### Chute de gras du lait induite par la biohydrogénation des lipides

- Gras insaturés
- Fermentescibilité
- Acidose
- Stratégies d'alimentation
  - additionnez routine alimentaire
  - triage

### Augmentation avec substrat additionnel

- Acétate des fourrages
- Supplément de lipides
  - acide palmitique

## Facteurs non nutritionnels

Génétique

Saison

Moment de la journée

Stade de lactation

Parité

Production laitière  
(affecte les kg de gras potentiels!)

Gras  
du lait

```
graph TD; A((Gras du lait)); B[Chute de gras du lait induite par la biohydrogénation des lipides]; C[Augmentation avec substrat additionnel]; D[Génétique]; E[Saison]; F[Moment de la journée]; G[Stade de lactation]; H[Parité]; I[Production laitière (affecte les kg de gras potentiels!)];
```

**La glande mammaire est comme une "usine" de synthèse de lait avec 3 lignes d'assemblage :**

### **Lipides, protéines et lactose**

- **Il y a une régulation coordonnée de ces trois lignes d'assemblage  
... et aussi quelques régulations différentielles**
  
- **Il faut démarrer la ligne d'assemblage et s'assurer qu'il y a assez de substrat pour l'alimenter!**

**Il ne faut pas oublier le "volume de lait" : Il ne faut pas diminuer la production de lait pour augmenter le gras du lait ou la protéine (surtout si le paiement est fait sur la protéine!)**

**Kg de gras = Volume de lait \* % de gras**

Production de gras, kg

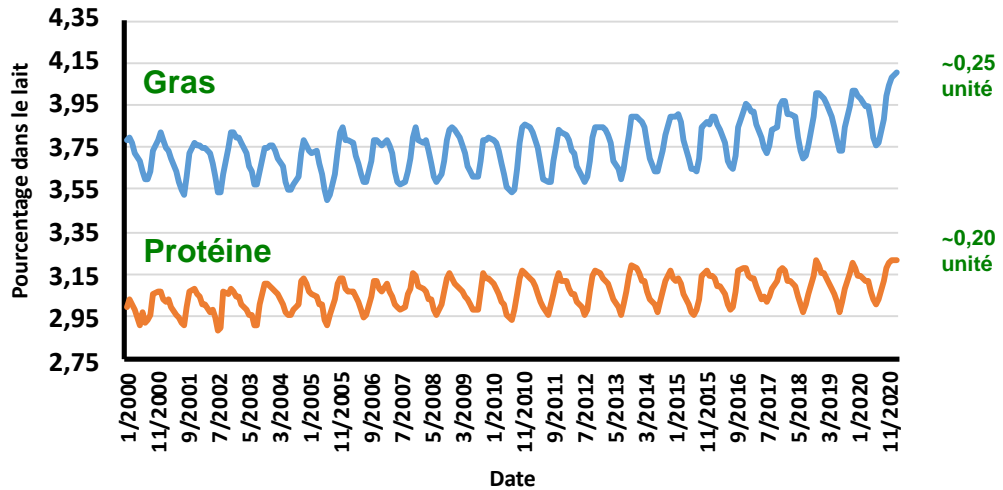
Lait, kg	Gras, %	
	4,0	4,1
36,0	1,44	1,48
36,9	1,48	1,51

Production de protéine + gras, kg

Lait, kg	Gras + protéine, %	
	7,0	7,1
36,0	2,52	2,56
36,5	2,56	2,59

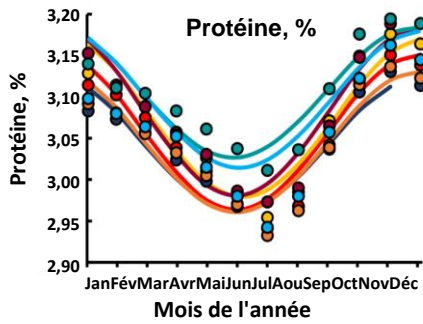
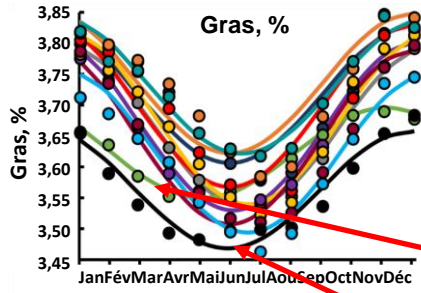
Harvatine, non publié

# Cycle saisonnier du gras du lait et des protéines : Marché du lait dans le Nord-est américain



Données de M. Harvatine, non publiées, USDA NASS



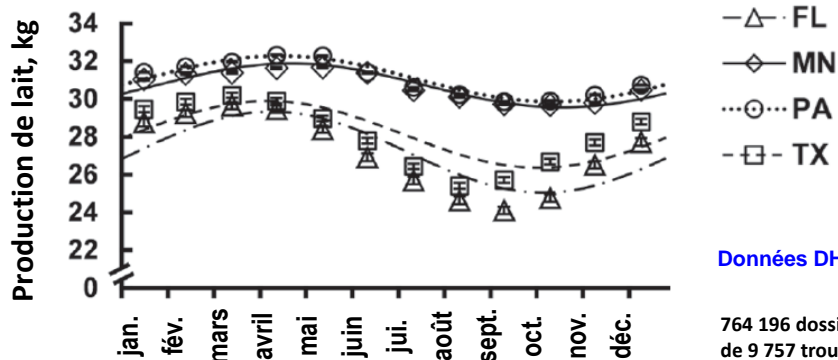


### Le cycle annuel du gras du lait diffère par région aux États-Unis

- Northeast
- Florida
- Southeast
- Central
- Arizona-Las Vegas
- Western
- Appalachian
- Mideast
- Upper MW
- Southwest
- Pacific NW

Paramètre	Région	Amplitude	Pic	Valeur p
Gras, %	Northeast	0,11 <sup>b</sup>	31 déc. <sup>a</sup>	< 0,001
	Appalachian	0,13 <sup>a</sup>	17 jan. <sup>bc</sup>	< 0,001
	Florida	0,07 <sup>d</sup>	4 déc. <sup>d</sup>	< 0,001
	Sud-Est	0,14 <sup>a</sup>	3 jan. <sup>a</sup>	< 0,001
	Upper MW	0,11 <sup>b</sup>	31 déc. <sup>a</sup>	< 0,001
	Central	0,14 <sup>a</sup>	19 jan. <sup>c</sup>	< 0,001
	Mideast	0,13 <sup>a</sup>	31 déc. <sup>a</sup>	< 0,001
	Pacific NW	0,11 <sup>b</sup>	12 jan. <sup>bc</sup>	< 0,001
	Southwest	0,14 <sup>a</sup>	31 déc. <sup>a</sup>	< 0,001
	AZ-LV	0,09 <sup>c</sup>	29 déc. <sup>a</sup>	< 0,001
Western	0,13 <sup>a</sup>	18 jan. <sup>bc</sup>	< 0,001	
Protéine, %	Northeast	0,08 <sup>c</sup>	31 déc.	< 0,001
	Upper MW	0,09 <sup>bc</sup>	30 déc.	< 0,001
	Central	0,10 <sup>ab</sup>	6 jan.	< 0,001
	Mideast	0,09 <sup>ab</sup>	30 déc.	< 0,001
	Pacific NW	0,08 <sup>c</sup>	27 déc.	< 0,001
	Southwest	0,10 <sup>a</sup>	30 déc.	< 0,001
	Western	0,08 <sup>abc</sup>	2 jan.	< 0,001

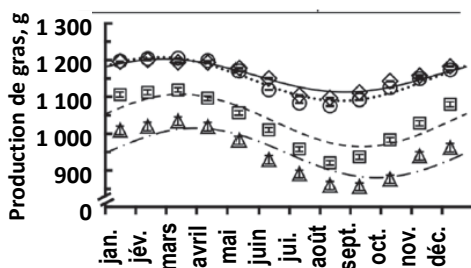
## Il y a aussi un cycle annuel pour la production laitière : Données provenant de 4 états américains (PA, MN, FL et TX)



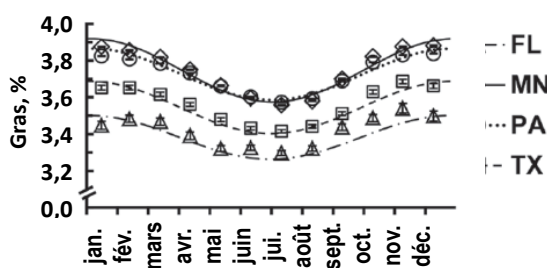
État	Moyenne	Amplitude	Pic	Valeur p
FL	27,2 <sup>d</sup>	2,1 <sup>a</sup>	9 avril <sup>c</sup>	< 0,0001
MN	30,7 <sup>b</sup>	1,2 <sup>c</sup>	22 avril <sup>a</sup>	< 0,0001
AP	31,1 <sup>a</sup>	1,2 <sup>c</sup>	15 avril <sup>b</sup>	< 0,0001
TX	30,1 <sup>c</sup>	1,8 <sup>b</sup>	7 avril <sup>c</sup>	< 0,0001

Salfer et coll. JDS 2020

## Le pourcentage de gras du lait atteint un pic à la fin de l'année, mais la production (en kg) de gras culmine en mars et diffère selon les régions



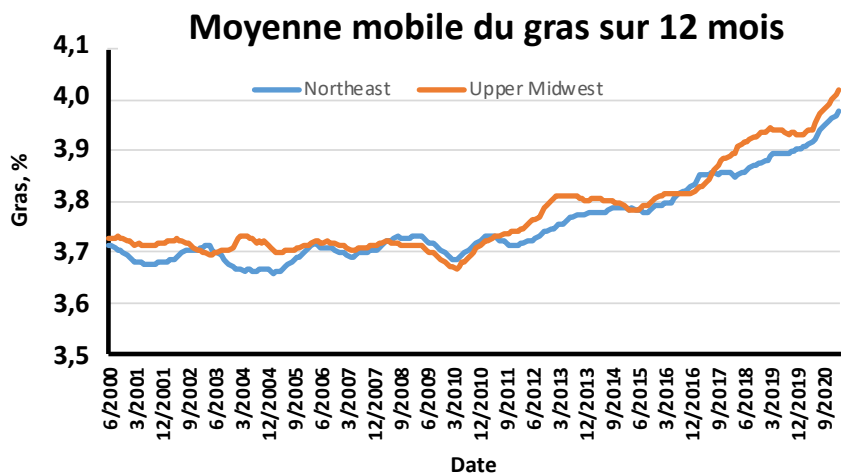
État	Moyenne	Amplitude	Pic	Valeur p
FL	948 <sup>d</sup>	67 <sup>a</sup>	31 mars <sup>a</sup>	< 0,0001
MN	1158 <sup>a</sup>	45 <sup>c</sup>	27 fév. <sup>b</sup>	< 0,0001
AP	1 149 <sup>b</sup>	69 <sup>c</sup>	23 fév. <sup>b</sup>	< 0,0001
TX	1 035 <sup>c</sup>	71 <sup>b</sup>	13 mars <sup>c</sup>	< 0,0001



État	Moyenne	Amplitude	Pic	Valeur p
FL	3,41 <sup>b</sup>	0,12 <sup>c</sup>	2 jan.	< 0,0001
MN	3,75 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>	5 jan.	< 0,0001
AP	3,73 <sup>a</sup>	0,14 <sup>b</sup>	4 jan.	< 0,0001
TX	3,73 <sup>a</sup>	0,14 <sup>b</sup>	3 jan.	< 0,0001

Salfer et coll. JDS 2020

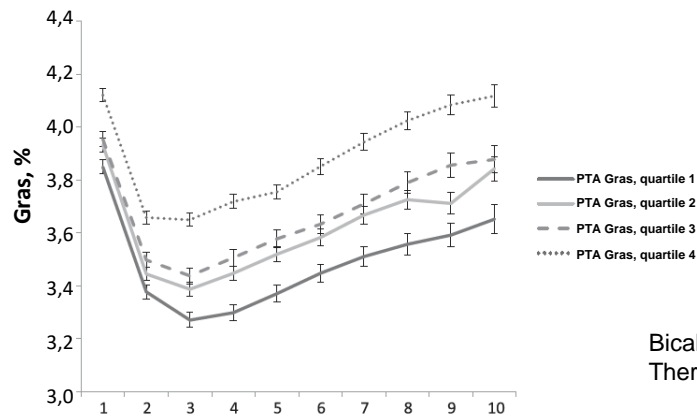
## La concentration de gras du lait augmente de façon linéaire aux É.-U. alors il faut changer la cible!



Données de M. Harvatine, non publiées, de USDA NASS

## Le gras du lait est le trait de production le plus héritable et la PTA\* du gras est un indice du potentiel génétique

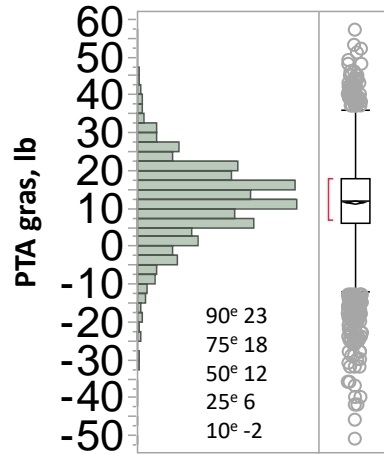
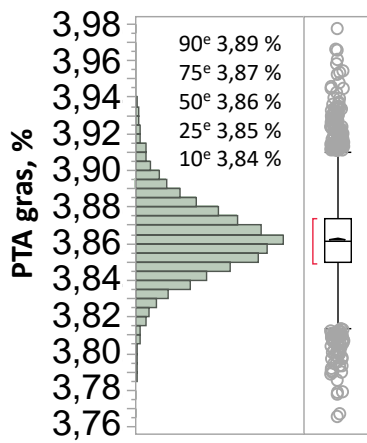
\*PTA (predicted transmitting ability) = valeur d'élevage estimée, divisée par 2



Bicalho et coll. 2014.  
Theriogenology. 81:257-265

Fig. 2. Effet de la PTA du père pour le taux de gras du lait, par quartile, sur le taux de gras de la fille pour les 10 premiers mois de lactation.

## Il y a très peu de différence de potentiel génétique pour le gras du lait entre les troupeaux

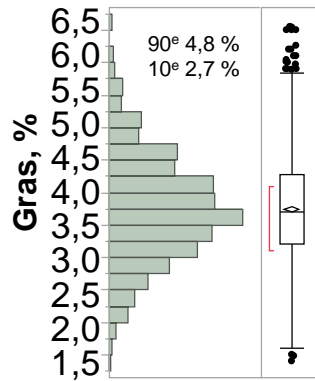
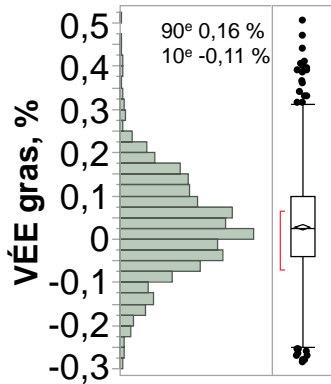


(5 926 troupeaux  
au contrôle laitier  
DRMS)

Harvatine,  
non publié

$$\text{PTA \% gras} = \left[ \frac{\text{PTA lb gras} + 1\ 006}{\text{PTA lb lait} + 26\ 995} \right] * 100$$

## Mais il y a une plus grande variation de la VÉE et du % de gras entre les vaches du même troupeau

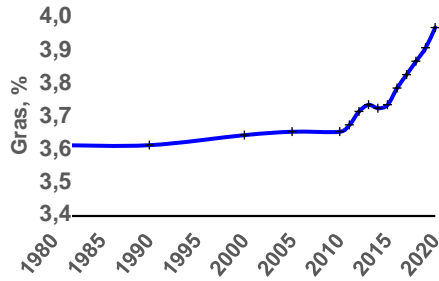


1 720 vaches de 5 troupeaux

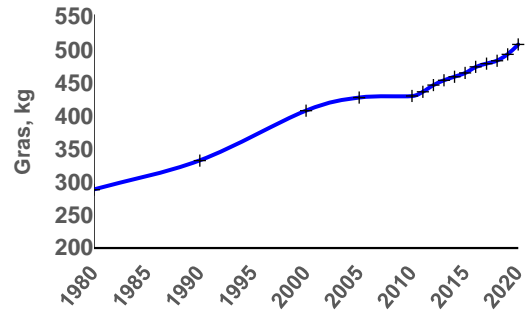
- Les différences entre les vaches sont aussi influencées par les JEL, les comportements alimentaires et de triage, et par la susceptibilité à une chute de gras du lait induite par la biohydrogénation des lipides

Harvatine, non publié

## Le potentiel génétique des Holstein pour le gras du lait a augmenté d'environ 0,3 unité et 71 kg en 10 ans



Center for Dairy Cattle Breeding







## **Parlons de nutrition :**

# **La chute de gras du lait peut être induite par l'alimentation**

Les facteurs de risque liés à la ration et à la régé causent un changement dans les microbes du rumen produisant des AG intermédiaires "*trans-10*" bioactifs

- Une réduction en gras du lait pouvant aller jusqu'à 50 %
- Une diminution plus marquée des acides gras produits par la glande mammaire (de novo)

**C'est une cause très courante d'une baisse importante de rendement en gras du lait, mais cela n'explique pas tous les changements!!!**

Revu par Harvatine et coll. 2009

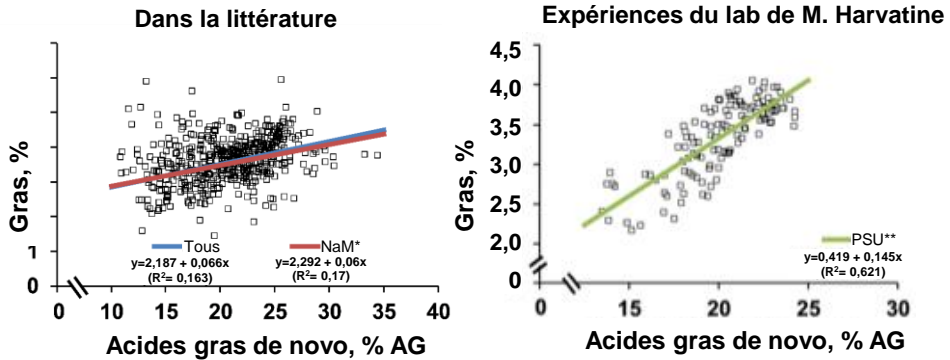
## Il faut gérer les facteurs de risques causant une chute de gras du lait induite par la biohydrogénation des lipides

- Acides gras alimentaires
  - Niveau et profil
  - Taux de disponibilité
- Fermentescibilité de la ration
  - Profil des glucides
  - Taux et degré de fermentation
  - Fibre efficace
- Équilibre adéquat de protéine dégradable/N au rumen
- Stratégies et régie de l'alimentation
- Acidose ruminale
- Modificateurs du rumen - ionophore
- Qualité et fermentation des ensilages
- Types de fourrages
- Effet individuel à la vache (niveau de consommation, etc.)

AGIR : Niveau ou charge d'acides gras insaturés au rumen (mais C18:2 est le plus important)

Les vaches hautes productrices sont normalement plus susceptibles

## Il y a aussi une relation entre le gras du lait et les AG de novo (<16 C), mais elle n'est pas spécifique à une chute de gras du lait

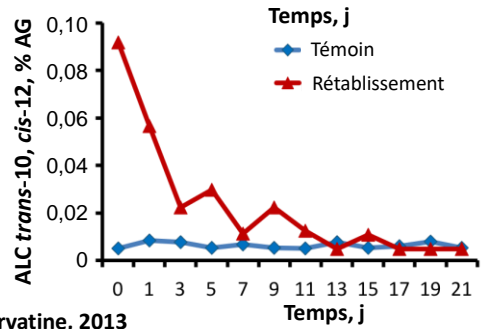
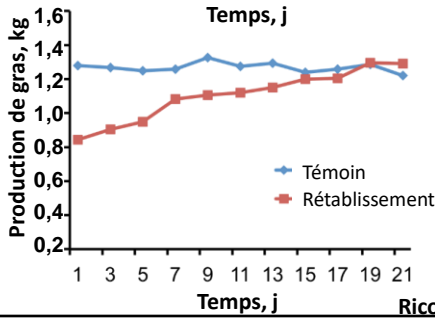
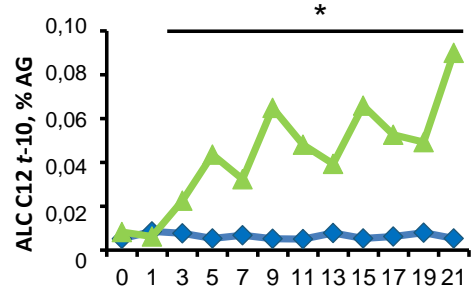
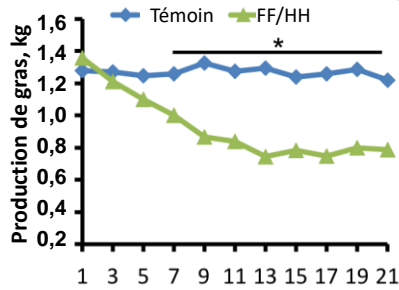


- Les AG <16 C peuvent être prédits avec une analyse MIR dans quelques laboratoires DHIA
- Données utiles, mais il ne faut pas surinterpréter!
- Il est préférable de les utiliser pour comparer un troupeau dans le temps et des troupeaux ayant la même alimentation

\*NaM = sodium methoxide methylation \*\*PSU = études à Penn State

Matamoros et coll. JDS 2020

# La chute de gras du lait induite par l'alimentation peut se rétablir en 10 à 14 jours



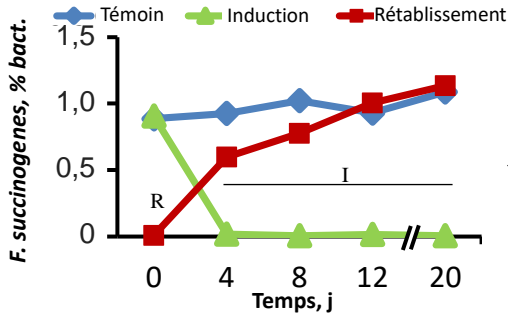
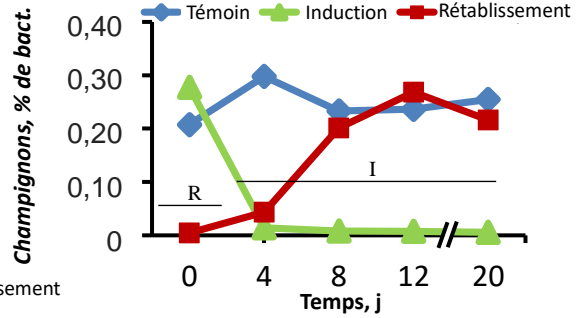
Rico et Harvatine, 2013

# Les microbes du rumen changent rapidement durant une chute de gras du lait induite par l'alimentation

## Champignons totaux

	Valeur p
Trt	< 0,001
Trt x temps	< 0,001
ESM	1,18

I, R = p < 0,05



## Fibrobacter succinogenes (digestion de fibres)

	Valeur p
Trt	< 0,001
Trt x temps	< 0,001
ESM	0,13

Rico et coll. Bri. J. Nutr. 2015

# Les acides gras insaturés représentent un facteur de risque important

## 1. Quantité d'acides gras insaturés

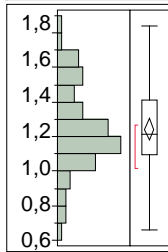
- Concentration et profil d'acides gras
  - 18:2 plus important que 18:1 et 18:3
    - 18:2 : plus élevé dans le maïs et le soya
    - 18:1 : plus élevé dans le canola
    - 18:3 : dans les fourrages et le lin

## 2. Le taux de disponibilité des acides gras est très important

- Graines de coton vs DDSS
- Difficile de prévoir ce qui sera excessif!

## Les ensilages de maïs diffèrent en C18:2 et ça devrait être pris en considération pour équilibrer les rations

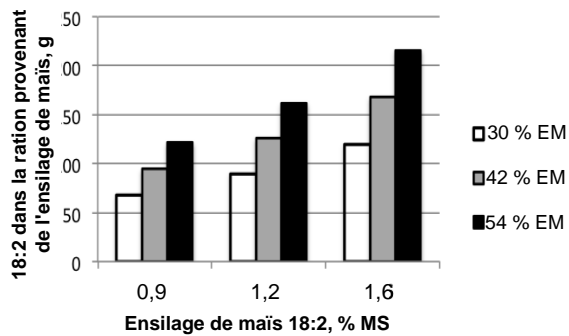
C18:2, % MS



Quantiles

90,0 %		1,60384
75,0 %	quartile	1,4094
50,0 %	médiane	1,2167
25,0 %	quartile	1,0954
10,0 %		0,93576

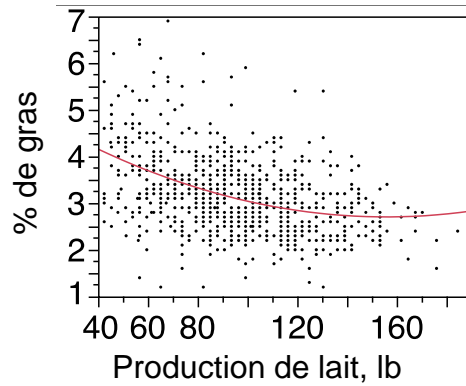
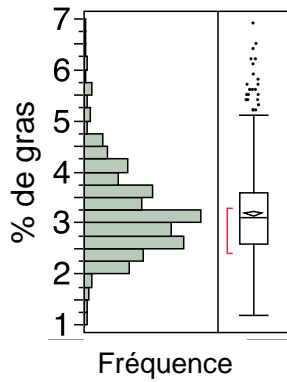
**67 ensilages de maïs de parcelles d'essai**



**Variation d'environ 60 à 90 g/j en apport de C18:2 juste avec l'ensilage de maïs**

Baldin et coll. JDS 2018

## La chute de gras du lait augmente avec la production laitière : Troupeau de 900 vaches



**Moyenne générale = 3,24 %**

**< 34 kg = 3,8 %**

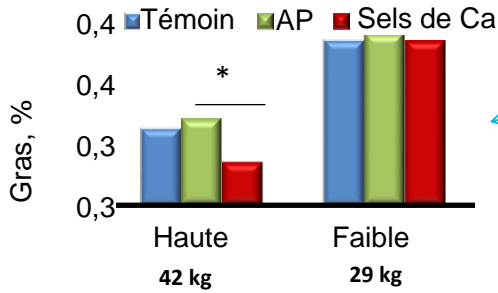
**34 à 43 kg = 3,2 %**

**>43 kg = 2,9 %**





# Le risque d'une chute de gras du lait augmente avec la production laitière



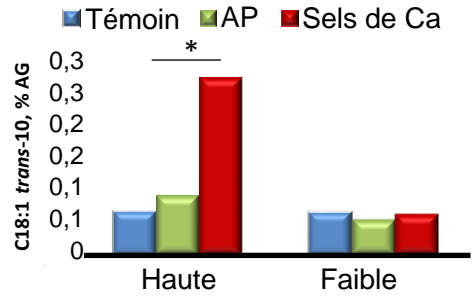
## Concentration de gras

	Valeur p
Trt	< 0,01
Niveau	< 0,01
Trt x niveau	< 0,05
ESM	0,23

## Voie alternative

### C18:1 trans-10

	Valeur p
Trt	< 0,001
Niveau	< 0,001
Trt x niveau	< 0,001
ESM	0,18



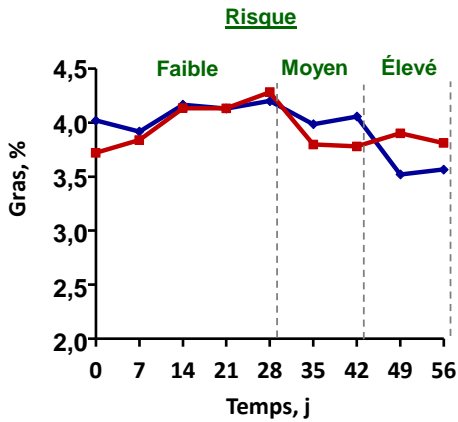
Tém. vs AP, 1= p < 0,05; 1†=p < 0,1  
 AP vs sels de Ca, 2= p < 0,05; 2†= p < 0,1

Rico et coll. 2014

# La méthionine analogue à HMTBa disponible dans le rumen réduit le risque de chute de gras du lait

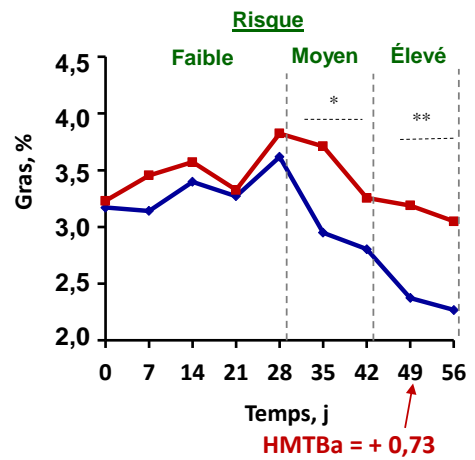
— Témoïn  
— HMTBa

## Faible productrice

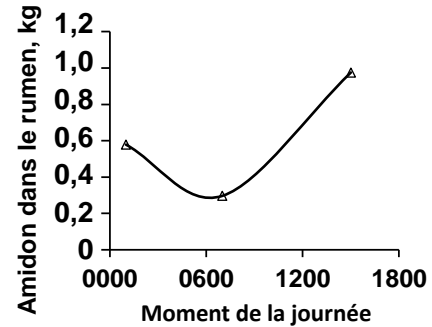
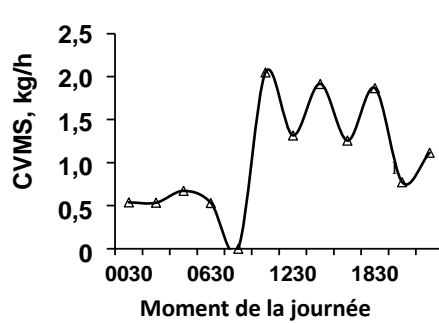


Baldin et coll., JDS 2018

## Haute productrice



## Il faut réfléchir au moment et à la façon de nourrir les vaches puisque cela influence la fermentation ruminale

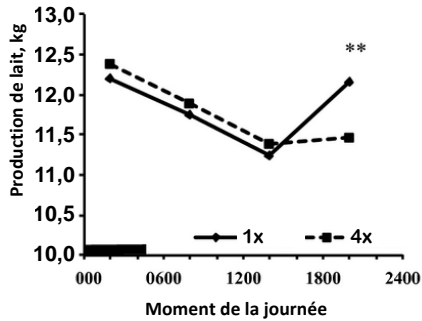


- Le moment de la distribution des aliments est le meilleur moyen pour l'influencer!
- Limiter les périodes sans aliments et les autres pressions sociales négatives
- L'objectif est de répartir la consommation sur toute la journée  
L'idéal, c'est d'ajouter après 2x par jour

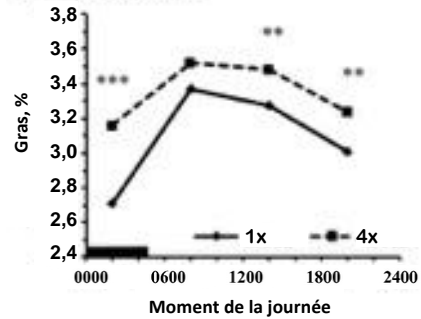
Ying et coll. 2015

## La production de lait et sa composition varient au cours de la journée - Vaches nourries 1x/j vs 4x/j

**B** Production de lait



**C** Taux de gras du lait



**Matin** : Grand volume, faible % de gras et protéines  
**Soir** : Faible volume, % élevé de gras et protéines

Rottman et coll. (2014) *Physiol. Rep.* 2:1-12

## Appel intéressant d'un producteur

- Un groupe de vaches sur une grosse ferme présentant systématiquement un taux de gras du lait de 0,3 à 0,5 unité plus bas qu'un autre groupe de vaches similaires dans un autre bâtiment, mais recevant la même ration
- Déplacement d'une quinzaine de vaches vers l'autre groupe et leur taux de gras a augmenté
- Les vérifications normales pour une chute de gras du lait n'ont fourni aucun indice
- Les vaches étaient nourries plus tard dans la journée (11 h 30)
- Changé l'ordre de la traite et des repas pour que la ration soit distribuée plus tôt et avant la traite
- Le taux de gras a augmenté au même niveau que l'autre groupe

## L'apport des substrats pour la synthèse du gras a un impact moins grand, mais encore important

- **Lipides absorbés**
  - L'acide palmitique a un effet plus uniforme pour augmenter le gras du lait
- **Apport en acétate pour la synthèse de gras de novo**
  - Digestibilité des fourrages et fonction ruminale

## **L'acide palmitique a un effet plus uniforme pour augmenter le gras du lait, mais d'autres peuvent aussi l'augmenter dans certains cas**

- Peut dépendre de la concentration d'AG dans la ration de base, du type de ration, de la physiologie de la vache, etc.

### **Biologie de l'acide palmitique**

- Le transfert apparent de l'acide palmitique est ~15 à 20 %
  - (400 g = ~90 g/j d'augmentation en gras du lait)
- L'acide palmitique réduit moins la synthèse de novo que les autres AG à longue chaîne
- **L'acide palmitique peut modifier les propriétés de fonte du gras du lait, parce qu'il n'est pas transformé efficacement en gras insaturé comme l'acide stéarique (18:0 transformé en 18:1)**

## Le soya à taux élevé d'acide oléique augmente le gras du lait quand il est inclus à des taux plus élevés dans la ration

Paramètres	Moyenne des traitements				ESM	Valeur p <sup>2</sup>		
	Soya Témoin		Soya 18:1 élevé			Type	Niveau	Type* niveau
Lait, kg/j	43,8	43,8	43,4	44,8	1,3	0,69	0,28	0,18
Gras du lait								
%	3,28	3,46	3,42	3,66	0,12	< 0,05	0,01	0,69
kg/j	1,29	1,46	1,46	1,57	0,11	0,08	0,01	0,55
Acides gras du lait, % AG								
> 16C <sup>5</sup>	37,4	41,5	37,8	41,5	0,70	0,42	< 0,001	0,57
C18:1 t10	0,79	0,89	0,62	0,63	0,13	0,01	0,96	0,67

Harvatiné, non publié



**Il est souvent préférable de considérer les pratiques de nutrition et de régie comme des "Expériences en cours"!!**

**Premièrement-**

**Identifier les objectifs avec précision!**

- Tenir compte des effets saisonniers
- Est-ce que l'échantillon est une moyenne quotidienne?
- Quel est le potentiel génétique du troupeau?
- Le problème est-il observé avec toutes les vaches ou seulement les hautes productrices?

## - Quand le gras du lait est acceptable

- L'inclusion des facteurs de risque est avantageuse pour les coûts d'alimentation, la production et l'efficacité

## - Quand le gras du lait est faible : Il faut trouver pourquoi

- Depuis quand, et qu'est-il arrivé?
  - > Il y a 7 à 10 jours?
- Est-ce seulement certains groupes de vaches?
  - > Les vaches hautes productrices sont normalement plus susceptibles
- Quand les bons changements à la ration sont faits, la chute de gras du lait se corrigera rapidement

## Corriger la chute de gras du lait induite par l'alimentation

### 1. Acides gras polyinsaturés de la ration

- Concentration de C18:2
- Source de C18:2
  - Taux de relâchement ruminal très différent
  - Les sels de Ca sont relâchés plus lentement, mais ne sont pas inertes
- Baisser les gras insaturés risque moins de réduire le volume de lait!

## 2. Fermentescibilité de la ration

- Profils de glucides et fibres efficaces
- **Les sucres peuvent être bénéfiques**
- De manière graduelle, baisser l'amidon et augmenter la fibre
- Remplacer rapidement les sources rapidement fermentescibles par des sources à fermentation moins rapide
- Augmenter la NDF et la fibre efficace dans les fourrages

**\*\*Attention... Peut réduire le volume de lait !!**

### 3. Modificateurs du rumen

- **Rumensin®**
  - Facteur de risque, mais pas directement la cause d'une chute du gras du lait
  - Peut être en synergie avec d'autres facteurs de risque pour l'induction d'une chute du gras du lait
- **DACA**
  - L'augmentation de la DACA réduit la chute du gras du lait (autant le NA que le K)
- **HMTBa**
  - Réduit le risque d'une chute du gras du lait
- **Levures et produits microbiens à administration orale**
  - Peuvent réduire l'incidence de chute du gras du lait dans certains cas
  - Pas testés pour évaluer leurs effets sur le rétablissement du taux de gras du lait

**\*\*Il faut se rappeler qu'il y a plusieurs interactions**

#### 4. Stratégies d'alimentation

- Nombre de repas par jour
- Mangeoire vide (lisse) avant le repas
- Heure des repas

**\*Le gloutonnage est possible avec la RTM!**

#### 5. Suppléments de gras saturés

Pas de risque d'induire une chute de gras du lait

- Des suppléments à taux élevés d'acide palmitique (C16:0) peuvent augmenter le gras du lait dans certains cas
- La chute de gras du lait réduira l'efficacité des suppléments à taux élevé de gras palmitique

**Surveillez l'évolution de la production de lait  
et du gras du lait dans le temps!!!**

**\*\*Il faut établir des attentes pour le temps requis**

## Petite révision

L'environnement ruminal est critique pour le rendement en gras du lait et implique l'interaction de nombreux facteurs alimentaires, animaux et environnementaux

1. Identifier un objectif
2. Équilibrer la ration
3. Gérer l'alimentation

**C'est toujours une "expérience en cours" pour maximiser l'apport d'énergie, la production de lait et la production de gras du lait**

# Comment augmenter la production de gras?

## Régie

### Augmenter le volume de lait et la production de gras

- Intervalle de vêlage optimal (JEL du troupeau)
- Confort des vaches/conception des bâtiments
- Génétique
- Gestion de la photopériode
- Qualité des fourrages et apport d'énergie
- Bonne régie des ensilages
- Bonne régie de l'alimentation

### Augmenter le % de gras du lait

- Génétique
- Gestion saisonnière?

## Nutrition

- Minimiser la chute de gras du lait
  - Contrôler les gras insaturés
  - Gérer la fermentescibilité
  - Bonne régie de l'alimentation
  - Réduire le gloutonnage
- Apport adéquat en acétate
  - Bonne digestibilité des fourrages
  - Fermentation stable dans le rumen
- Optimiser les lipides de la ration
  - Ensilage de maïs et autres ingrédients de base
  - Oléagineux et gras économique
  - Suppléments en gras sec et apport d'acide palmitique





**Membres du lab :** Cesar Matamoros, Beckie Bomberger, Alanna Staffin, Abiel Berhane, Yusuf Adeniji, Sarah Bennett, et Ahmed Elzennary.

**Anciens membres du lab :** Reilly Pierce, Dr Rachel Walker, Dr Chengmin Li, Elle Andreen, Dr Isaac Salfer, Dr Daniel Rico, Dr Michel Baldin, L. Whitney Rottman, Dr Mutian Niu, Dr Natalie Urrutia, Richie Shepardson, Andrew Clark, Dr Liying Ma, Elaine Brown, et Jackie Ying

### **Divulgations**

-Les recherches de M. Harvatine durant les 10 dernières années ont été supportées en partie par des subventions de type compétitif de l'Agriculture and Food Research Initiative (No. 2010-65206-20723, 2015-67015-23358, 2016-68008-25025) et 2018-06991-1019312 de l'USDA National Institute of Food and Agriculture [PI Harvatine], le USDA Special Grant 2009-34281-20116 [PI Harvatine], Berg-Schmidt, Elanco Animal Health, BASF, Novus International, PA Soybean Board, Phode Laboratories, Kemin International, Milk Specialties Global, Adisseo, Micronutrients Inc., Organix Recycling, Insta-Pro Intl., Cotton Inc., United Soybean Board, et Penn State University.

- M. Harvatine a été consultant pour Cotton Inc, Micronutrients, Milk Specialties Global, et Nutriquest LLC en tant que membre de conseils consultatifs scientifiques et pour le United Soybean Board.
- Au cours des 4 dernières années, M. Harvatine a aussi reçu des honoraires pour des conférences de : Elanco Animal Health, Cargill, Virtus Nutrition, NDS, Nutreco, Mycogen, Holtz-Nelson Consulting, Renaissance Nutrition, Progressive Dairy Solutions, Intermountain Farmers Association, Diamond V, Purina, Standard Nutrition, Hubbard, VitaPlus, et Milk Specialties Global.

**Merci!**



United States  
Department of  
Agriculture

National Institute  
of Food and  
Agriculture