



# Des fourrages de qualité pour des élevages à hautes performances économiques et environnementales

Journées AFPF 25-26 mars 2009 – Paris

## Herbe et qualités nutritionnelles et sensorielles des produits laitiers

B. Martin<sup>1</sup>, C. Hurtaud<sup>2</sup>, B. Graulet<sup>1</sup>,  
A. Ferlay<sup>1</sup>, Y. Chilliard<sup>1</sup>, J.B. Coulon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA Clermont-Fd/Theix.

<sup>2</sup> UMR Production du lait, INRA Agrocampus Ouest, Rennes

# Contexte

Importance de la notion de qualité dans le choix des consommateurs

Alimentation et Santé

Produits "traditionnels"

Importance de la connaissance des conditions de production du lait

Mise en avant de la notion de terroir

Image positive des régimes à base d'herbe

Alimentation à base d'herbe et qualités des produits laitiers

Qualité nutritionnelle:

*manque de données  
(teneur et variabilité)*



Qualité sensorielle:

*des observations empiriques  
mais peu de travaux expérimentaux*

# Composés d'intérêt nutritionnel dans les produits laitiers

Origine dans le lait

Effets des principaux types de fourrages

Qualités sensorielles des produits laitiers

Principaux résultats expérimentaux

Facteurs explicatifs

# Acides gras, vitamines A & E et santé humaine

## Indésirable (en excès)

ANC \*

AG saturés (C12-C16)	- athérogène	22 - 49 %
<i>trans</i> C18:1 (graisses végét. hydrog. vs laitières)	- athérogène (?)	2 - 19 %
n-6 AGPI (C18:2)	- obésité / cancer (?)	1 - 3 %

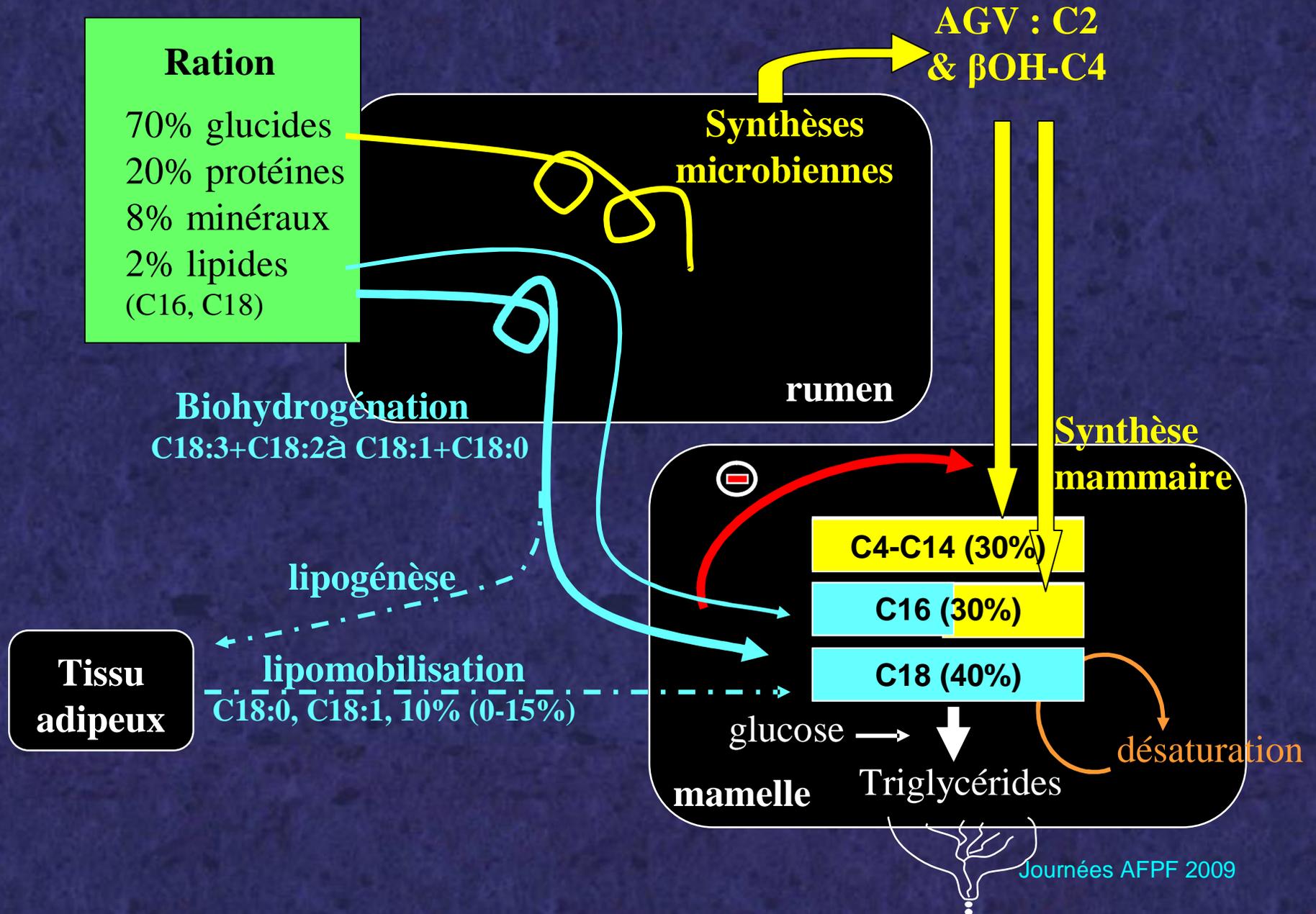
## Désirable

<i>cis</i> C18:1	- antiathérogène	2 - 7 %
n-3 AGPI (C18:3)	- antiobésité - antiathérogène	1 - 9 %
Acides Linoléiques Conjugués (CLA c9,t11)	- anticarcinogène (?)	
Vitamine A (rétinol)	- fonctions biologiques	4 - 25 %
Caroténoïdes	- pigments - antioxydants	
Vitamine E (tocophérol)	- antioxydant	0.1 - 1.6 %

\* consommation de 40 g fromage/jour, en % des ANC (Apports Nutritionnels Conseillés)

Min-Max de 480 fromages fermiers au lait cru et entier Lucas et al. (2006) Journées AFPP 2009

# Synthèse des matières grasses du lait



# Transfert des caroténoïdes et de la vit. E de la ration au lait

## Ration

### Carotènes (10-30%)

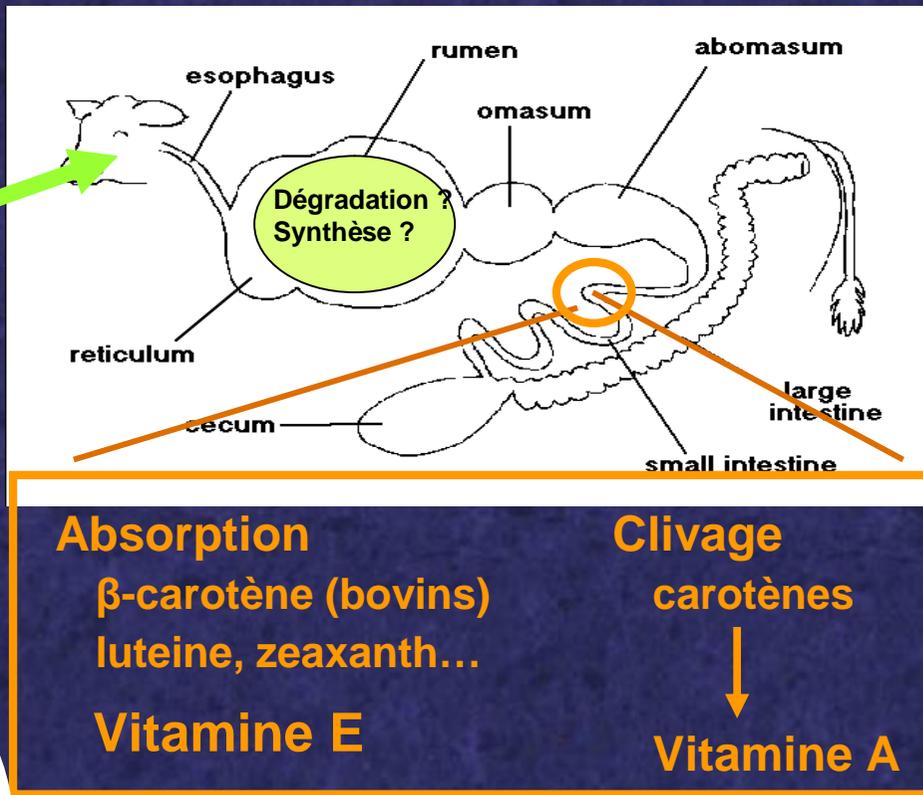
β-carotène  
α-carotène

### Xanthophylles (70-90%)

#### Luteine

Néoxanthine, Violaxanthine,  
Anthéroxanthine, Zéaxanthine, ...

### Vitamine E



### Absorption

β-carotène (bovins)  
luteine, zeaxanth...

### Vitamine E

### Clivage

carotènes

↓  
Vitamine A

Taux de transfert < 1%

## Mamelle

### Sécrétion dans le lait (bovins)

β-carotène (75-85 %)	} Caroténoïdes tot. (1-17 µg/gMG)
Luteine (15-25%)	

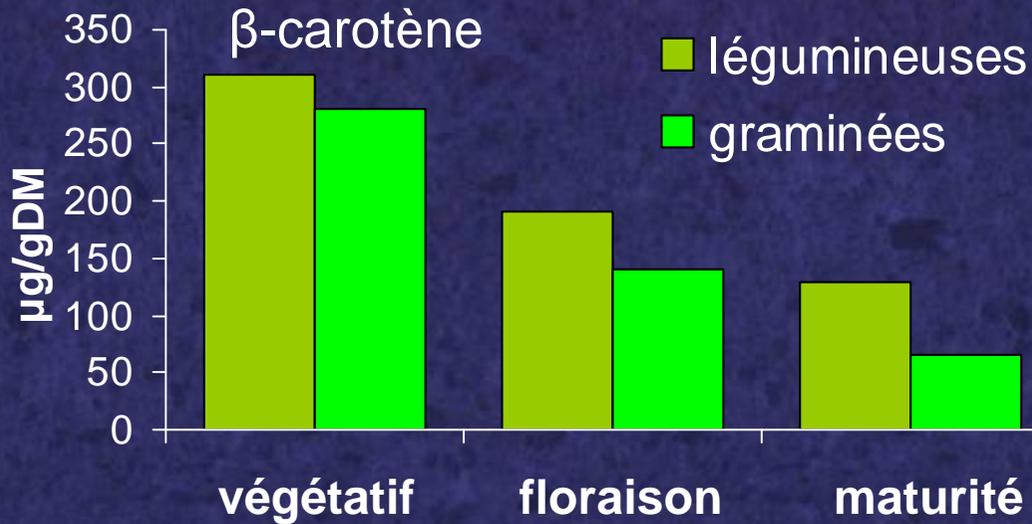
....  
Vitamine E  
(0.3-0.9 µg/gMG)

Vitamine A  
(1-12 µg/gMG)

β-carotène, luteine et  
vitamines A et E du lait  
dépendent des teneurs  
dans la ration

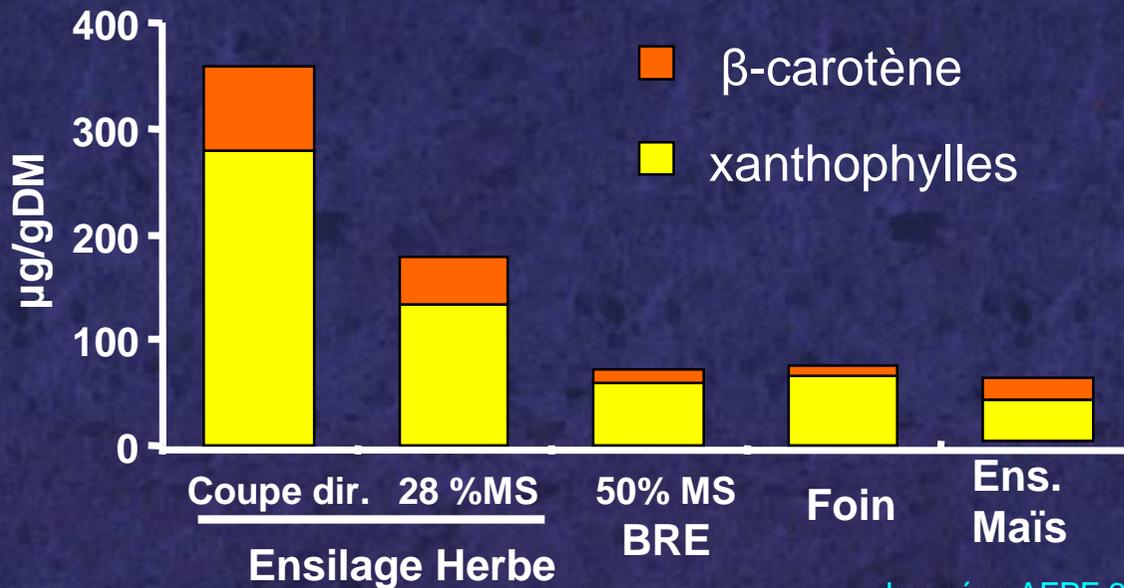
# Caroténoïdes des fourrages

Famille botanique et stade de maturité



Williams et al., 1998

Mode de conservation de l'herbe



Journées AFPF 2009

Adapté de Chauveau-Duriot et al., 2005

# Composés d'intérêt nutritionnel dans les produits laitiers

Origine dans le lait

Effets des principaux types de fourrages

## Qualités sensorielles des produits laitiers

Principaux résultats expérimentaux

Facteurs explicatifs

# Transition ensilage de maïs – pâturage de printemps

**Ensilage  
Maïs**



**Pâturage  
printemps**

**Acides Gras**  
g / 100g AGT

**Saturés**

**- 15**

**C16:0**

**- 10**

**Cis9 C18:1**

**+ 10**

**C18:3 n-3**

**+ 1.5 ( x6 )**

**CLA**

**+ 1.5 ( x3 )**

**AG Trans**

**+ 4 ( x5 )**

**μ-nutriments**  
μg / g MG

**β carotène**

**+ 3.5 ( x2.5 )**

**Vitamine A**

**+ 3 ( x2 )**

**Vitamine E**

**+ 6 ( x1.5 )**

**Comp. phénoliques (mg/L)**

**+ 4 ( x1.7 )**

# Comparaison entre l'ensilage de maïs et l'herbe (sous différentes formes)

**Ens. maïs**



**Foin**

**Ens.  
herbe**

**Pâture  
print.**

**Pâture  
tardive**

		Foin	Ens. herbe	Pâture print.	Pâture tardive
Acides gras g / 100g AGT	AG saturés			- 12	- 5
	C16:0			- 8	- 1.3
	<i>cis</i> 9 C18:1			+ 8	+ 1.2
	CLA			+ 1.1	+ 0.0
	C18:3 n-3	+ 1.0	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.6
		~ 0			
	$\beta$ carotène $\mu\text{g/gMG}$	+ 0.5	+ 2.3	+ 3.0	+ 2.1
	Vitamine A $\mu\text{g/gMG}$	+ 1.0	+ 2.3	+ 2.8	+ 1.2
	Vitamine E $\mu\text{g/gMG}$	+ 0.8	+ 5.7	+ 5.7	+ 5.8

Ferlay et al., 2007; Noziere et al., 2006

## Effets de la nature botanique de l'herbe

Ensilage	Graminées		Trèfle
C12 – C16	47.6	ns	46.4
C18:2n-6	1.2	**	1.6
C18:1t11+t10	1.2	ns	1.2
CLA	0.4	ns	0.4
C18:3n-3	0.4	**	1.1

Adapté de Dewhurst et al., 2006

# Effets de la diversité botanique de l'herbe

- ▶ Etudes de terrain : associations entre diversité floristique et AG
  - % dicot.  $\uparrow$  : AGPI  $\uparrow$  (dont C18:3n-3 & CLA)

Collomb et al., 2002; Guichard et al., 2006

- ▶ Expérimentations en milieu contrôlé

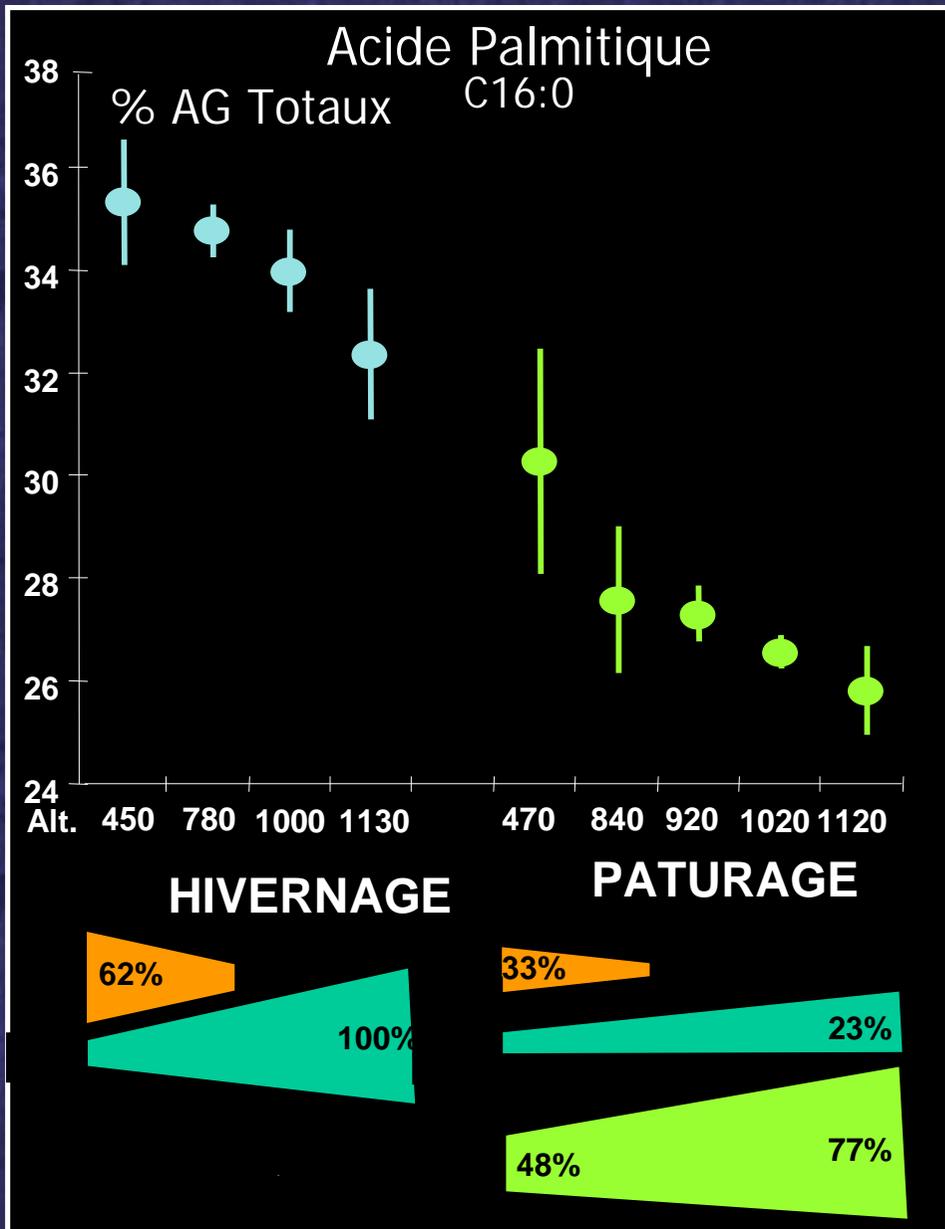
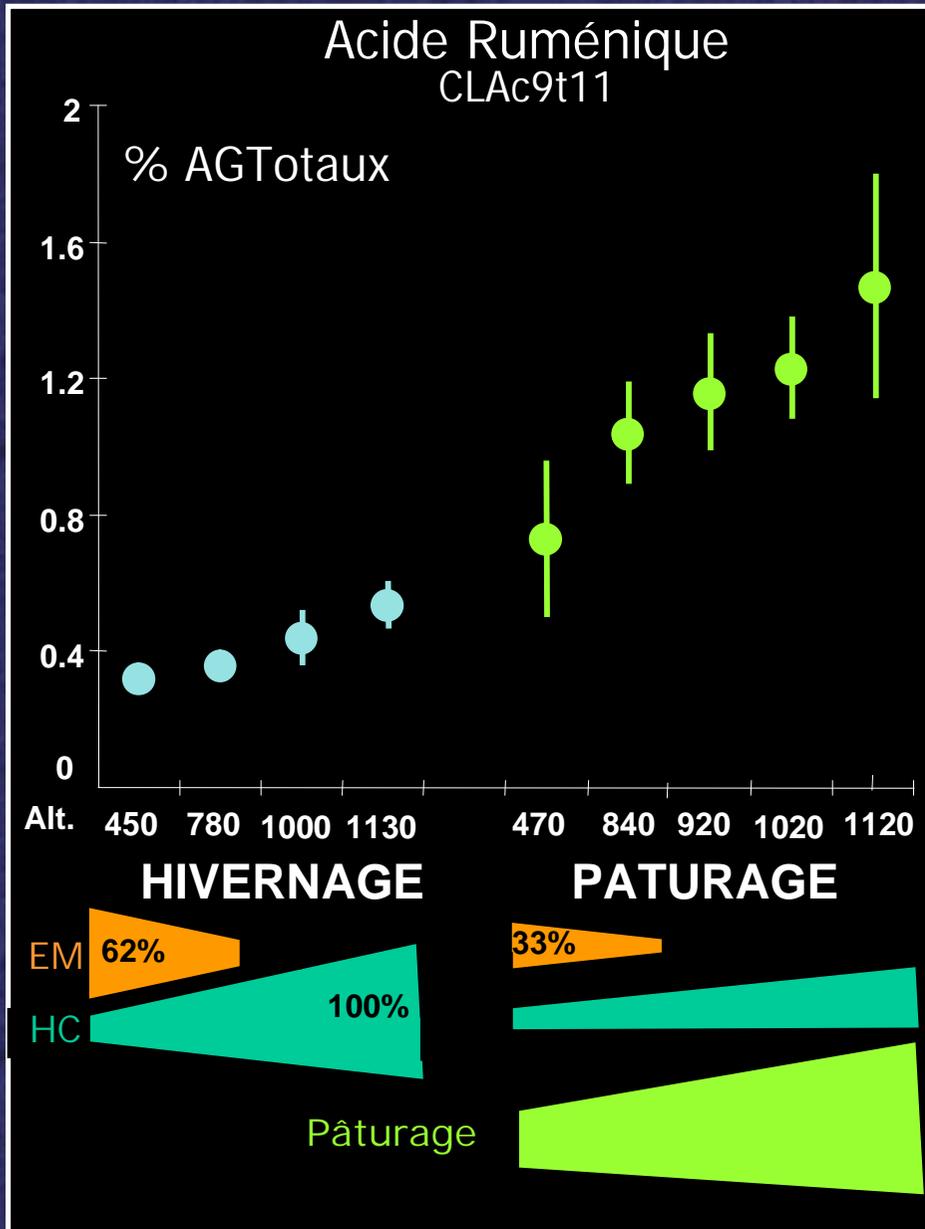
		pâturage		ensilage			
Diversité		moyenne	forte	faible	forte		
Dicotylédones, %		26%	48%	4%	45%		
g / 100g AGT	C18:2n-6	0.8	***	1.0	0.8	**	1.0
	CLA	1.7	ns	1.6	0.3	***	0.4
	C18:3n-3	0.6	*	0.7	0.6	ns	0.6

Tornambé et al., 2007

Lourenço et al., 2005

Journées AFPF 2009

# Acides gras de laits de grand mélange



Alt. : Altitude, EM : Ens. Maïs, HC: Herbe conservée

Journées AFPP 2009  
Ferlay et al., 2006

# Composés d'intérêt nutritionnel dans les produits laitiers

Origine dans le lait

Effets des principaux types de fourrages

Qualités sensorielles des produits laitiers

Principaux résultats expérimentaux

Facteurs explicatifs

# Propriétés sensorielles du lait selon la nature des fourrages

Odeur plus intense\*\* et "étable"\*\*\*

Pas de défauts



Résultats obtenus par tests triangulaires  
Dubroeuq et al., 2002 & Martin et al., non publié

# Nature du fourrage et caractéristiques sensorielles des produits laitiers

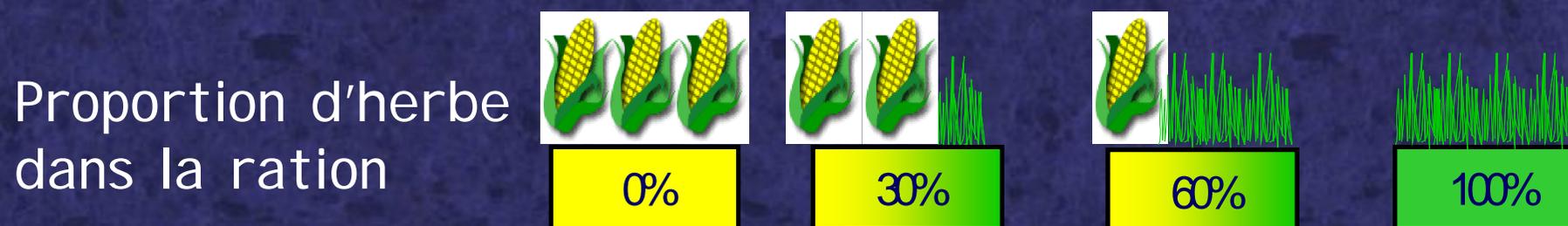
	Ensilage Maïs	Ensilage Herbe (1)	Foin (2)	Pâture (2)
<b>Beurre</b>				
Coloration Jaune	-	++	+	+++
Texture Ferme	+	-	-	--
Acides Gras insaturés	-	+	+	++
Appréciation Globale	-	+		
<b>Fromage</b>				
Appréciation globale (Camembert)	-	+		

+ jaune, - ferme,  
+ fondant,  
+ corsé, +affiné

(1) Houssin et al, 2002

(2) Hurtaud et al, 2002

# Proportion d'herbe et de maïs dans la ration et propriétés sensorielles du beurre



---

Couleur jaune	27	32	36	36
Tartinabilité	0,7	0,8	0,9	1,2
Fondant	5,1	4,9	6,3	7,2
Odeur rance	3,1	1,3	0,9	0,0

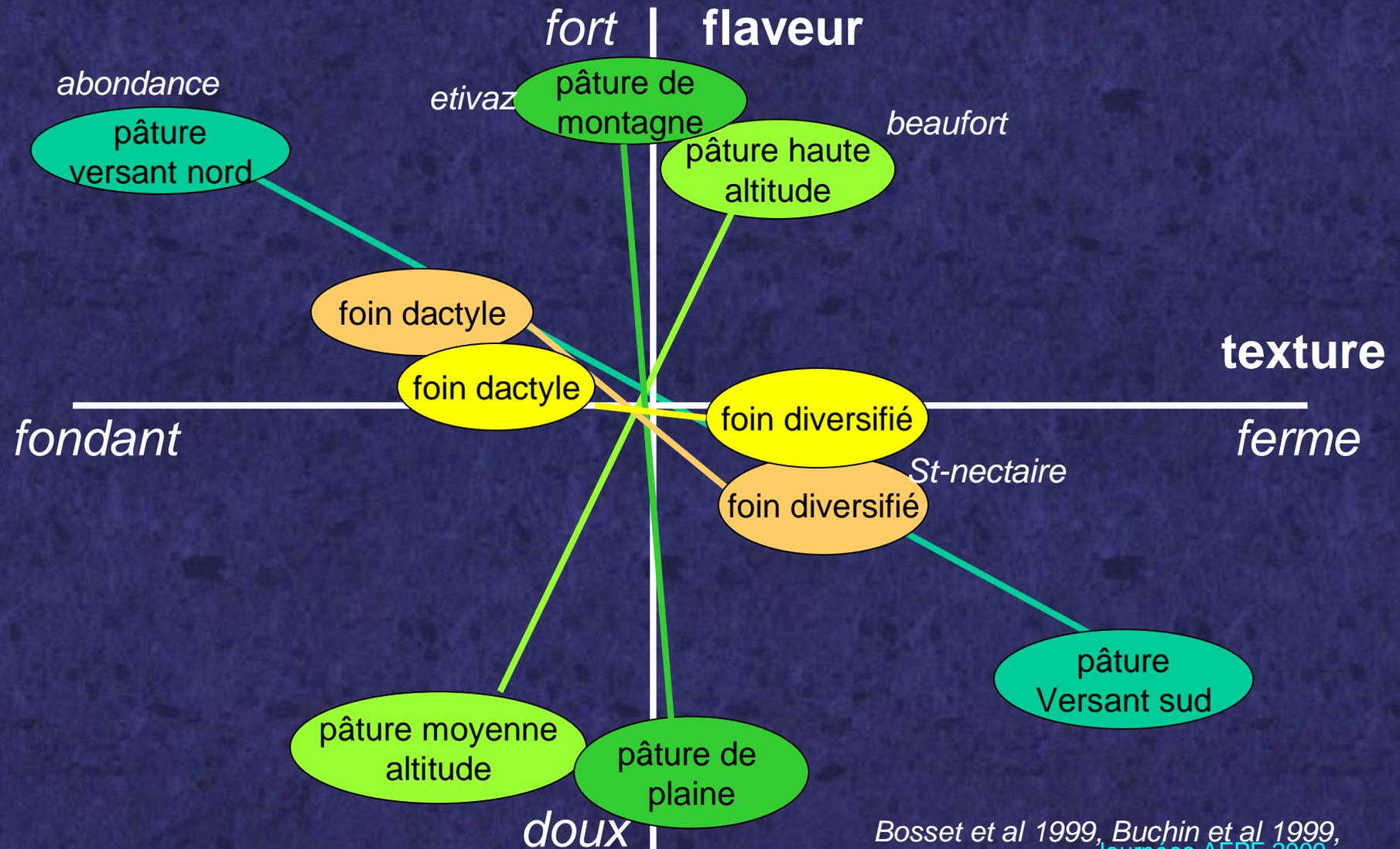
---

# Mode de conservation de l'herbe et caractéristiques du fromage

## Interaction avec la technologie fromagère

	St Nectaire		Cantal			
	Foin	EH	Foin	EH		
indice de jaune	24	*	28	29	*	33
Texture et flaveur	≈		≠			
Appréciation globale						
Pâte (/5)	3,8	ns	3,8	3,6	*	3,3
Goût (/10)	6,7	ns	6,8	7,0	*	6,5

# Composition botanique des fourrages et caractéristiques sensorielles des fromages



Bosset et al 1999, Buchin et al 1999, Journées AFPF 2009, Martin et al 2005, Verdier-Metz et al 2001,2002

# Composés d'intérêt nutritionnel dans les produits laitiers

Origine dans le lait

Effets des principaux types de fourrages

## Qualités sensorielles des produits laitiers

Principaux résultats expérimentaux

Facteurs explicatifs

# Alimentation et caractéristiques des fromages : origine des différences

## **Lien direct :**

*passage de molécules des plantes aux fromages*



Carotènes et couleur des fromages

## **Lien indirect :**

*effet des plantes sur la digestion, le métabolisme,  
et la composition du lait et du fromage*



Plasmine et protéolyse



Acides gras du lait et texture

# Nature des fourrages et activité de la plasmine des laits

	Pâturage de plaine		Pâturage de montagne
Activité de la plasmine	2.5	**	4.4

*L'augmentation de l'activité de la plasmine pourrait être liée à l'ingestion de certaines plantes (renonculacae) présentes seulement en montagne*

*Bugaud et al 2001*

# Alimentation et caractéristiques des fromages : origine des différences

## Lien direct :

*passage de molécules des plantes aux fromages*

Carotènes et couleur des fromages

Terpènes et odeurs du fromage

## Lien indirect :

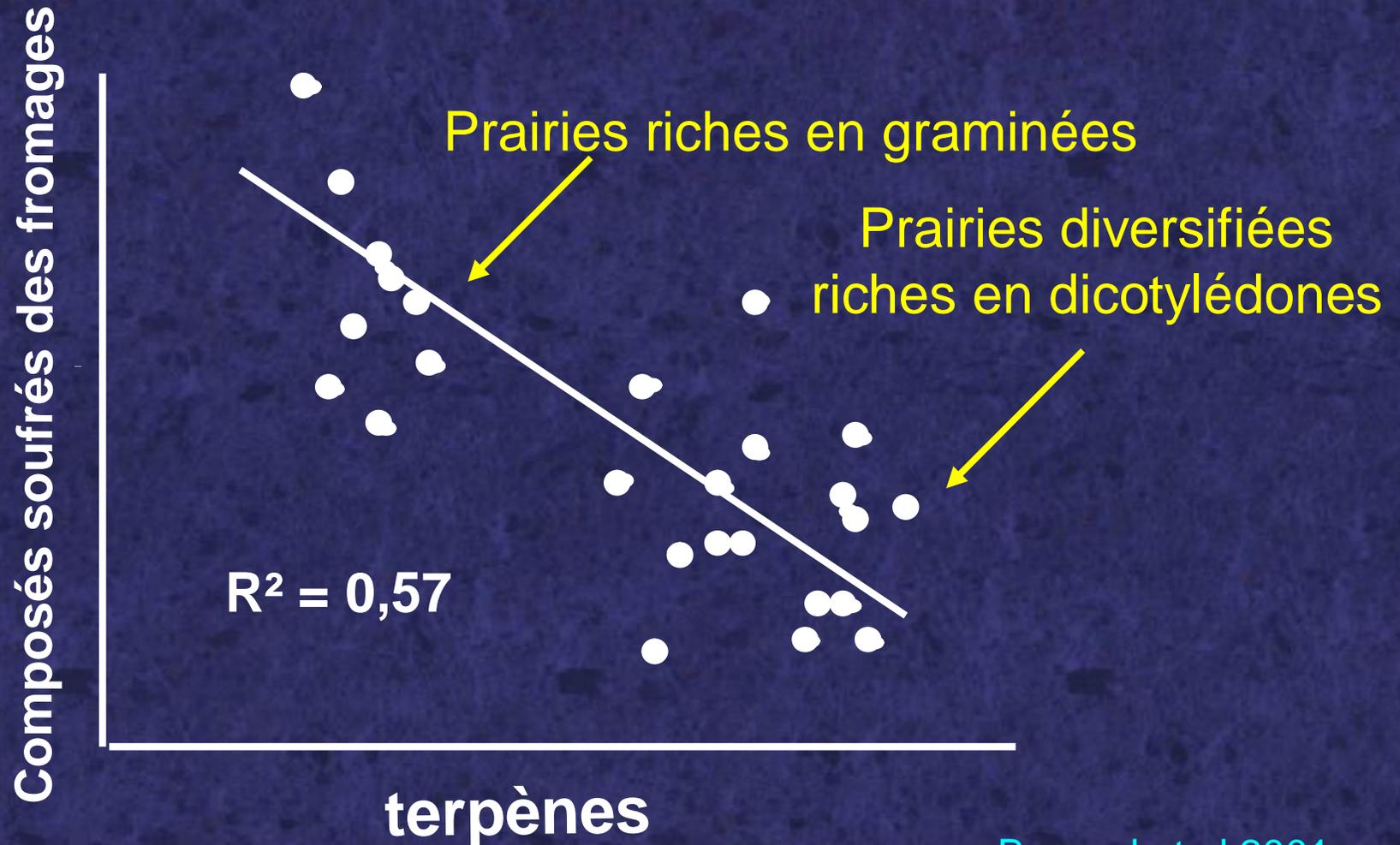
*Effet des plantes sur la digestion, le métabolisme,  
et la composition du lait et du fromage*

Plasmine et protéolyse

Acides gras du lait et texture

Terpènes, micro-organismes et flaveur des fromages

# Terpènes et composés soufrés des fromages



Bugaud et al 2001

**Interactions terpènes – flore microbienne des fromages?**

Journées AFPP 2009

# Addition de terpènes dans le lait et propriétés sensorielles des fromages

Terpènes Ajoutés		0	+ 0,1 µg/L	+ 1 µg/L	+ 3 µg/L
		foin monosp.	foin div.	pâturage div.	
Pâte Cuite	Dénombrements microbiens	Peu de modifications			
	Composés Volatils (autres que les terpènes ajoutés)	Peu de modifications			
Cantal	Composés Volatils (autres que les terpènes ajoutés)	Peu de modifications			
	Profil sensorielles (0-7)	Peu de modifications			
Arome 'Thym / Origan'		0.1	0.1	3.1	

**les terpènes pourraient être des marqueurs d'autres molécules présentes dans les plantes ?**

*Buchin et al., non publié*

*Tornambé et al., 2008*

Journées AFPF 2009

## Conclusions (1)

Effets importants de la nature des fourrages sur la qualité sensorielle et nutritionnelle des produits laitiers  
confirmation de certaines observations empiriques  
éléments d'explication partiels

Des effets globalement à l'avantage de l'herbe...  
qui confortent son image positive  
produits plus typés, meilleure qualité nutritionnelle

### Mais...

...des effets variables selon la nature de l'herbe  
stade, conservation et nature botanique

...qui s'accompagnent parfois d'effets négatifs  
acides gras trans p.e.  Quel effet santé?

... des interactions possibles avec les procédés technologiques  
généralisation des résultats?

## Conclusions (2)

Des éléments objectifs pour la réflexion autour des cahiers des charges et pour qualifier le lien au terroir

qui renvoient aux pratiques de conduite des surfaces et des troupeaux

Une nécessaire prise en compte des différentes dimensions de la qualité...

Les facteurs favorables à une composante de la qualité le sont-ils aussi pour les autres ?

...et des conséquences des systèmes favorisant l'herbe sur la durabilité des exploitations (composantes économique, environnementale et sociale)

# Effets conjoints du régime et de la pasteurisation du lait sur les propriétés sensorielles du Cantal

Traitement du lait	Pasteurisé		Cru	
Régime	CC+foin	Pâtûre	CC+foin	Pâtûre
<b>Texture fondante</b>	2.0	3.1	2.2	3.4
<b>Goût piquant</b>	1.1	1.2	1.7	1.7
<b>Odeur intense</b>	3.9	4.1	4.1	4.6
<b>Arôme intense</b>	4.0	4.1	4.0	4.9

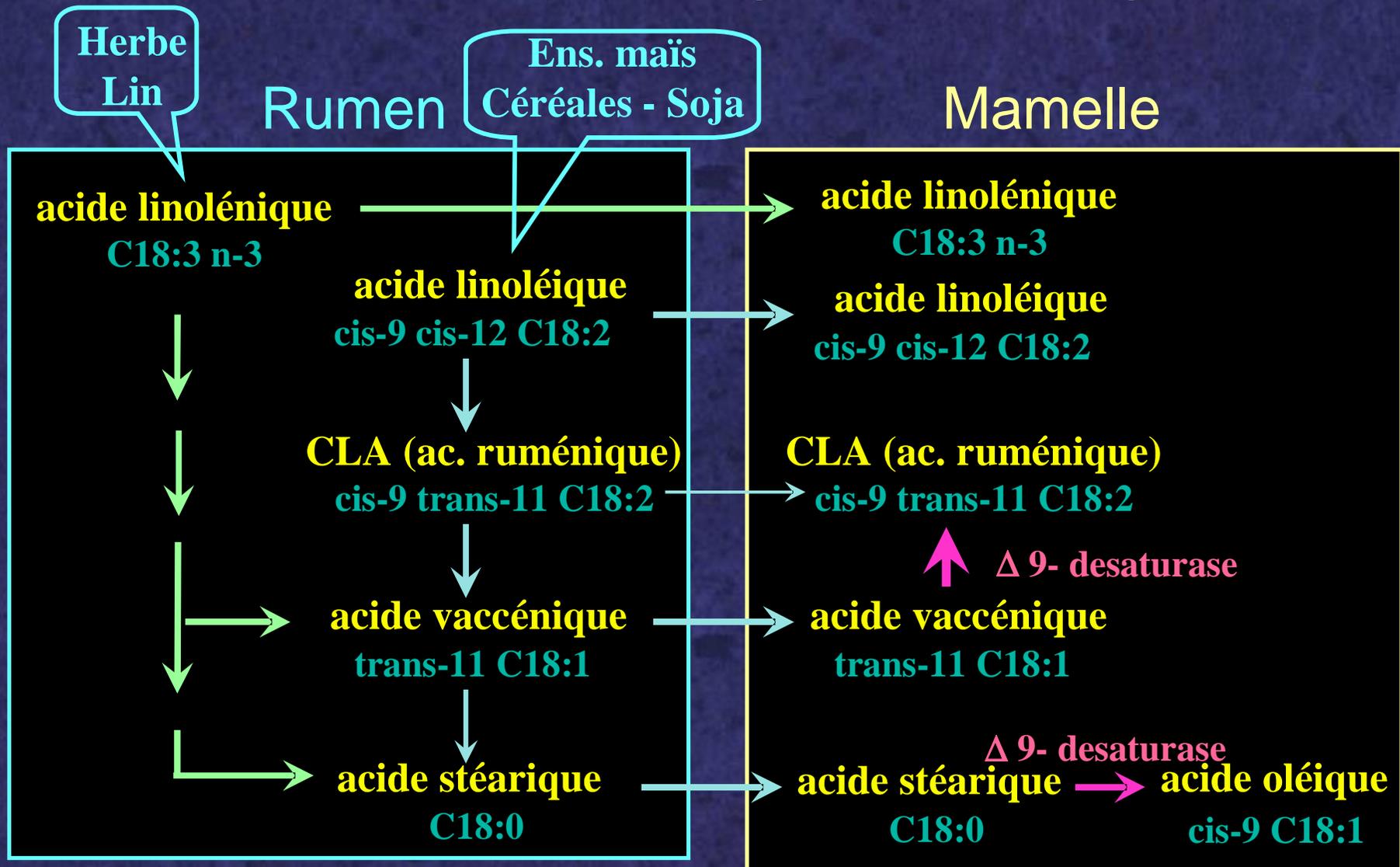
Interaction  
significative

*Fromages de type « Cantal »  
affinés 6 mois*

*Martin et al, non publié*

Journées AFPF 2009

# Synthèse du CLA à partir des acides linoléique et linoléinique



Wilde & Dawson, 1966; Griinari & Bauman, 1999

# L'effet de la proportion d'herbe dans une ration à base de maïs est linéaire

