

# Authentification de l'origine herbagère de la viande et du lait

S. Prache, B. Martin & M. Coppa



# Introduction

Valeurs particulières pour les consommateurs  
(naturalité, respect des animaux et de l'environnement, entretien des paysages,...)

Effets bénéfiques sur la qualité nutritionnelle des produits

Intérêt des éleveurs pour reconnaissance de leurs pratiques et produits et éviter le 'piratage' de leurs marques

Plus-value potentielle et surcoût des produits :  
risques de fraudes?

Développement de méthodes analytiques permettant de garantir qu'un produit est conforme aux engagements pris dans un cahier des charges

Point sur les connaissances concernant l'authentification de l'origine herbagère de la viande et des produits laitiers (bovins et ovins)



# Plan

- I. Discrimination de régimes contrastés
- II. Régimes moins contrastés (lois de réponse et changements de modalités 'alimentation)
- III. Conclusions



# Discrimination de régimes contrastés

## Alimentation des animaux



## Composition du produit

### *Composés spécifiques*

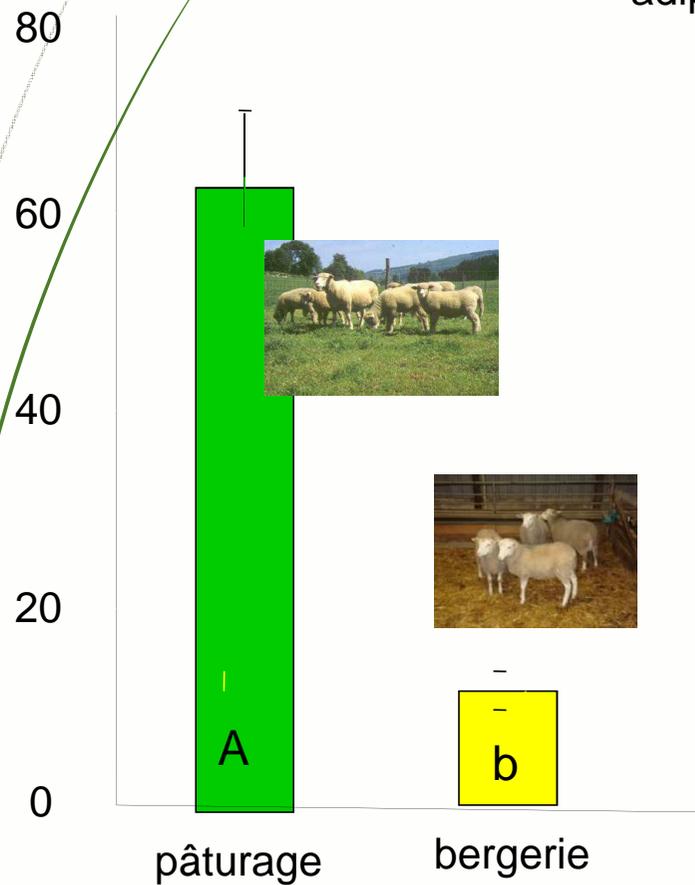
transférés de la ration au produit, ou transformés, ou produits par les microbes du rumen ou le métabolisme animal (acides gras, composés volatils, composés phénoliques, caroténoïdes, stéréo-isomères de la vit E, rapport d'isotopes stables,...)

*Méthodes globales (signature optique, expression de gènes,...)*



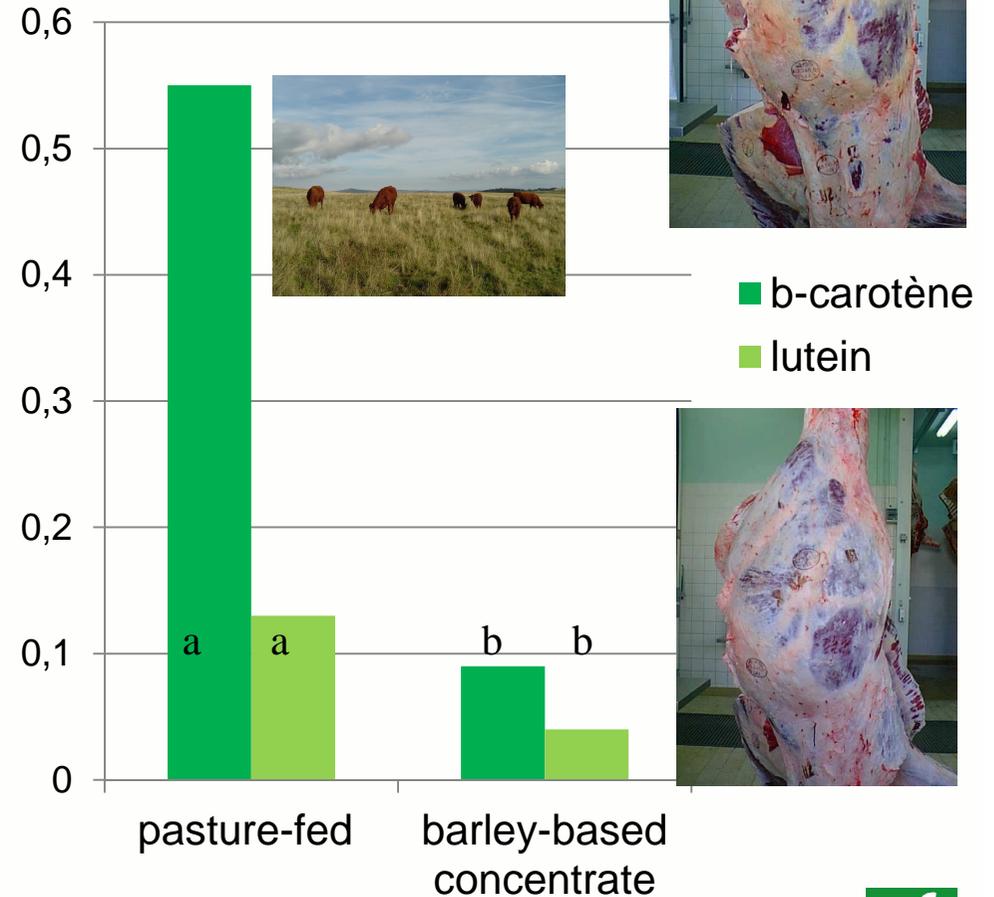
# Pigments caroténoïdes

Teneur en caroténoïdes plasmatiques ( $\mu\text{g/L}$ )



Prache et al 2003

Teneur en caroténoïdes du tissu adipeux sous-cutané ( $\mu\text{g/g}$ )



Rörhle et al 2011

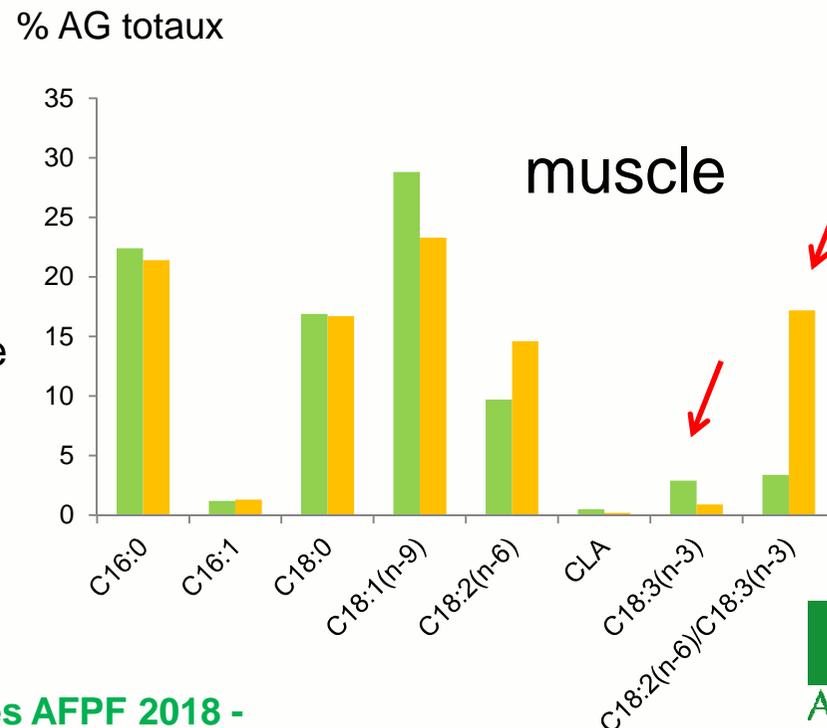
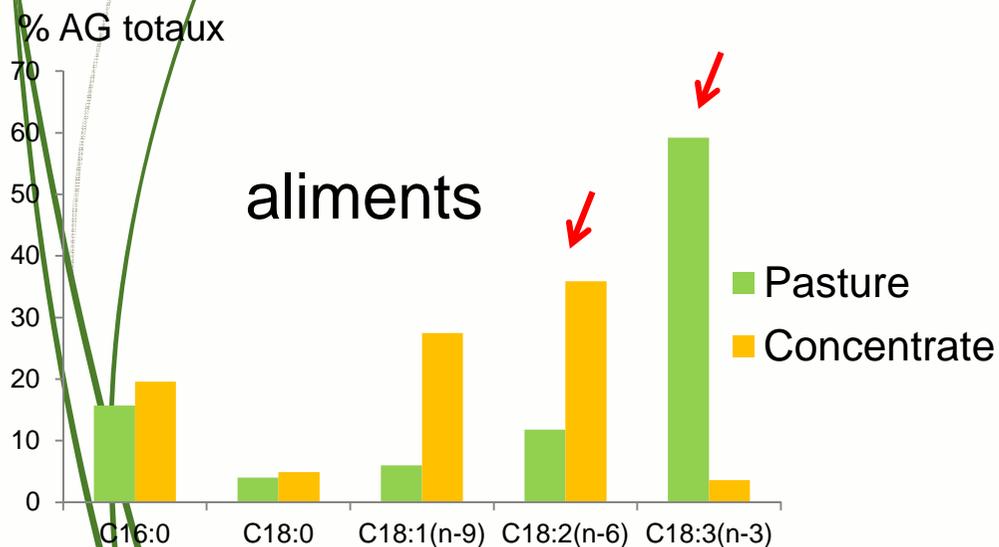
# Acides gras

- **Viande bovine** (Röhrle et al 2011)

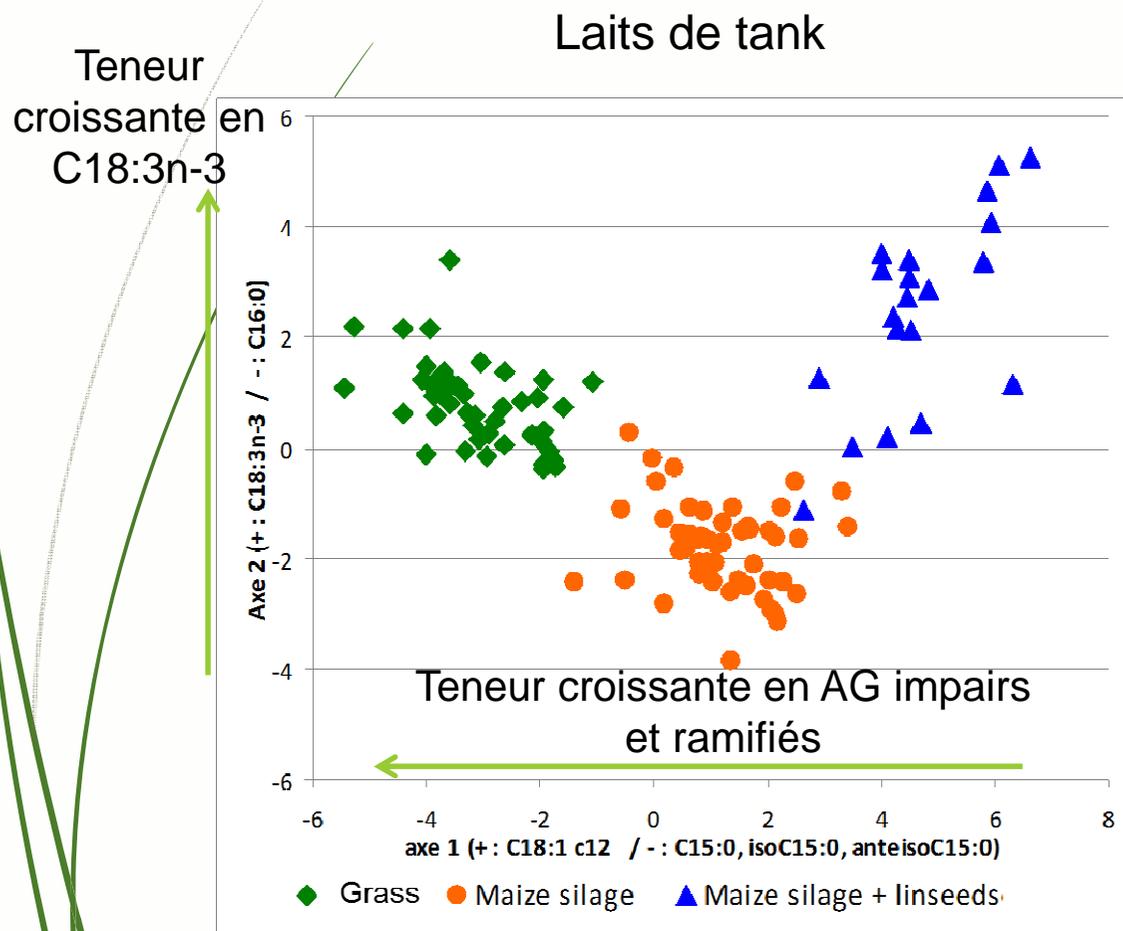
- P : Pâturage 1 an
- C : Ration concentrée à base d'orge
- EP : Ensilage herbe 6 mois, puis pâturage 6 mois
- EPC : Ensilage herbe 6 mois, puis pâturage + orge

92.9% d'échantillons bien classés  
100% si regroupement P et EP

- **Viande ovine** (Aurousseau et al 2004)



# Supplémentation avec des graines de lin : une source d'erreur ?



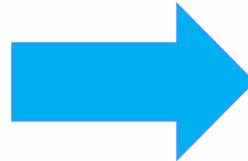
Hurtaud et al (2014)

La complémentation de la ration d'ensilage de maïs avec des graines de lin a augmenté les teneurs en C18:3-n-3, mais la prise en compte des différences sur les AG impairs et ramifiés permet une bonne discrimination des régimes



# Isotopes stables

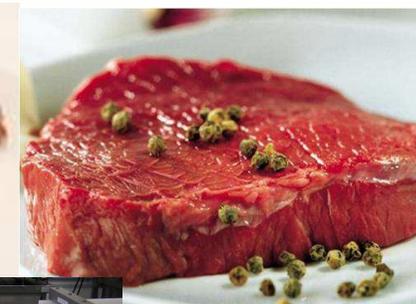
Rapport  
isotope lourd/isotope léger  
dans l'alimentation et l'eau  
consommée



Rapport  
isotope lourd/isotope léger  
dans le produit

$^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$

$\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$  (per mil)



# Isotopes stables du carbone

Les plantes en C4 ont une proportion de  $^{13}\text{C}$  plus élevée que les plantes en C3



$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  élevé

$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  faible

Maïs

Plantes prairiales (zones tempérées)

Graminées tropicales

Orge

Soja

Pulpe de betterave

Viande d'animaux alimentés avec du maïs vs au pâturage ou à l'ensilage d'herbe  
(Piasentier et al 2003; Gebbing et al 2004; Bahar et al 2005)

Lait de vaches nourries avec du maïs vs de l'herbe  
(Kornexl et al 1997; Capuano et al 2013; Auerswald et al 2016)

Viande biologique :  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  plus faible et moins variable  
(Boner & Forstel 2004; Schmidt et al 2005; Bahar et al 2008)

- Journées AFPF 2019 -

# Isotopes stables de l'azote

Le rapport  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  dans les composés azotés des plantes prairiales dépend de la nature de la plante et de la fertilisation

$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ élevé	$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ faible
Graminées Azote organique	Légumineuses Azote chimique



Viande d'animaux pâturant prairies de *légumineuses* vs de *graminées*  
(Devincenzi et al 2014; Moloney et al 2018 :  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  + profil en AG)

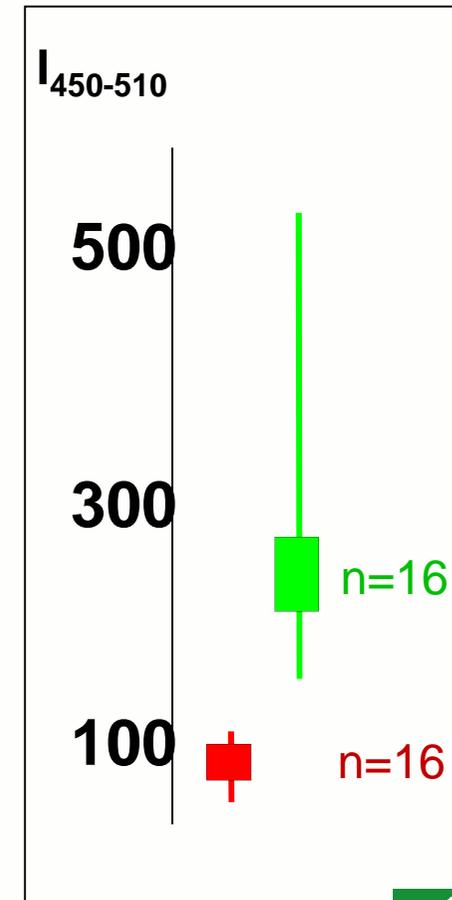
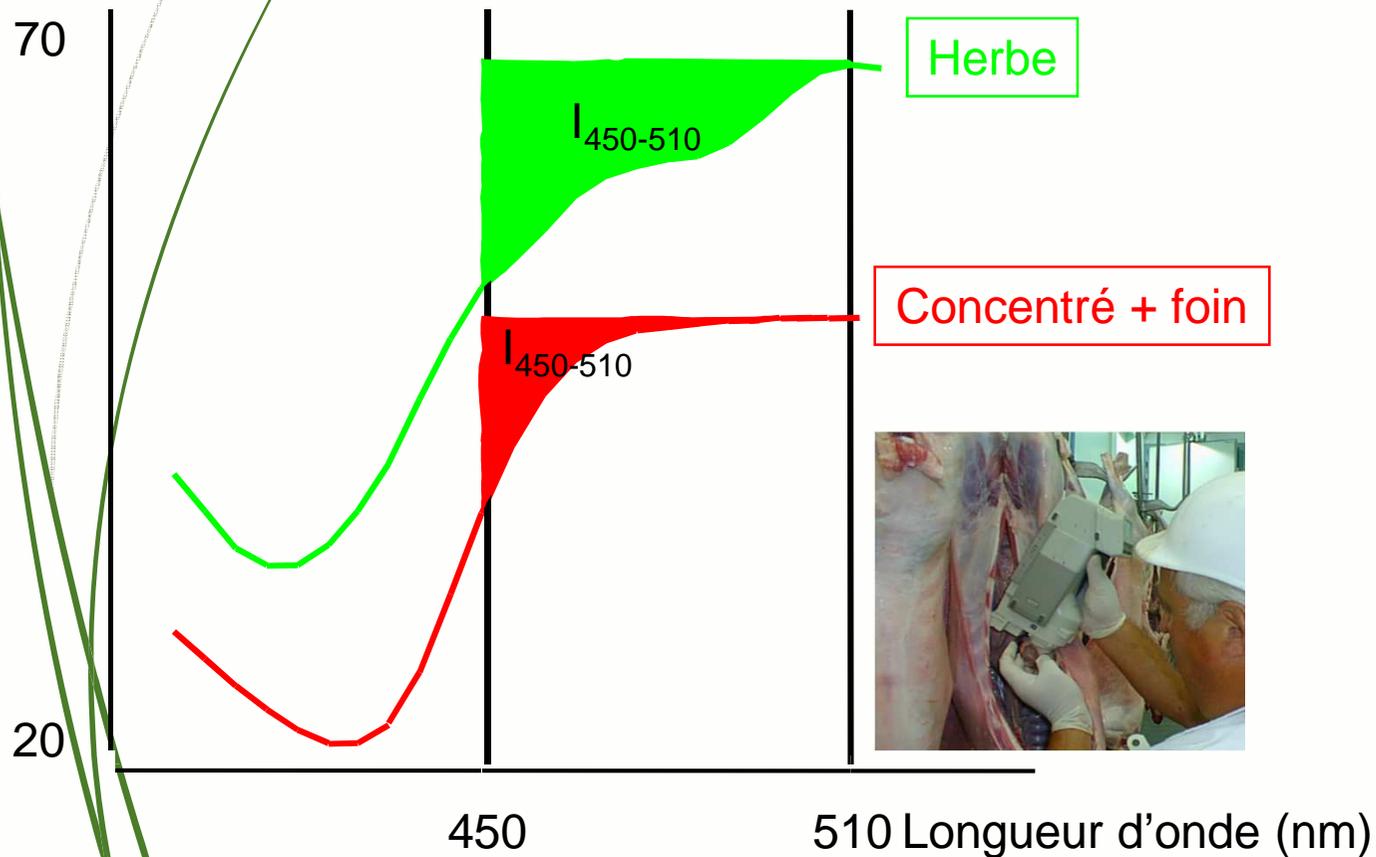
Viande biologique :  $^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$  + faible (Schmidt et al 2005; Bahar et al 2008) ou similaire  
(Boner & Forstel 2004)

**Points de vigilance** : âge de la plante; nature fertilisation; efficience utilisation N par l'animal

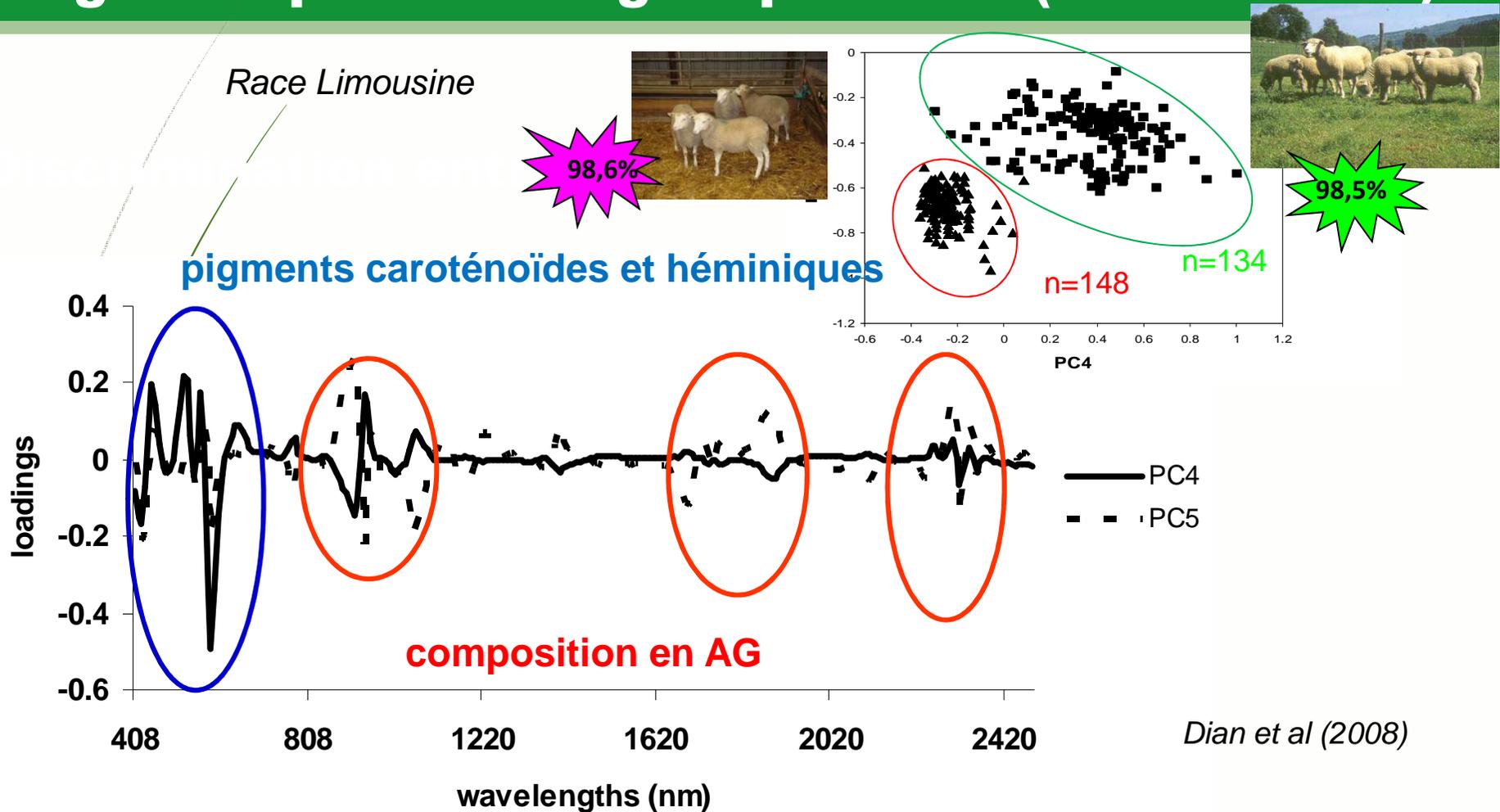
# Méthodes spectrales basées sur les propriétés optiques des produits

Spectre de réflectance du gras périréal chez l'agneau dans le visible (400-700 nm)

Proportion de lumière réfléchi (%)



# Discrimination entre agneaux d'herbe et de bergerie à partir SPIR gras périrénal (400-2500 nm)



Validé sur bases de données importantes comprenant plusieurs races ovines (*Prache et al 2018*)

Viande bovine : 82% et 79% d'échantillons de viande de bovins finis au pâturage vs ensilage de maïs bien reconnus (*Cozzolino et al 2002*)

- Journées AFPF 2018 -

# Discrimination de rations des vaches laitières à partir de la MIR sur le lait



n = 298  
2,4% mal classés

Herbe  
pâturée

n = 502  
2,4% mal classés

Foin

Ensilage de maïs

n = 129  
14,7% mal classés

Herbe  
Plaine

Herbe  
Montagne

n = 199  
34,2% mal classés

(Valenti et al 2013, Coppa et al 2015)

# Les régimes moins contrastés

- Variations dans :
  - La ration des animaux au cours de la vie productive de l'animal
  - La concentration d'un aliment en traceurs d'intérêt ou sa signature isotopique (avec la saison, le stade phénologique et l'âge de la plante, la gestion de l'herbe...)
  - Niveau d'ingestion (quantité d'herbe et des autres aliments offerts) et choix alimentaires (au pâturage, notamment)
- A partir de quand la signature liée au régime est-elle stabilisée dans le produit?
- Nécessite de connaître
  - Loi de réponse à la dose d'apport
  - Phénomènes de latence et de persistance lors de changements d'alimentation

# Lois de réponse

- Isotopes

- Relation linéaire

- $\delta^{13}\text{C}$  dans le lait et la viande / % de plantes en C4 dans la ration (*Auerswald et al 2015, Bahar et al 2005*)
    - $\delta^{15}\text{N}$  dans la viande / % de légumineuses dans la ration (*Devincenzi et al 2014*)

- Caroténoïdes

- Relation linéaire

- Teneur en caroténoïdes plasmatiques chez les bovins et les ovins / niveau de caroténoïdes ingérés (*Calderon et al 2007; Dian et al 2007*)

- Relation curvilinéaire

- Teneur en caroténoïdes dans le produit / niveau de caroténoïdes ingérés (*Calderon et al 2007; Dian et al 2007, Devincenzi et al 2019*)

- Acides gras

- Equations de prédiction de la composition de la ration des troupeaux (% herbe pâturée par exemple) à partir du profil en AG du lait de tank (*Coppa et al 2015*)

- Prédiction approximative ( $R^2 = 0,80$ ; RMSE = 15 %, n = 855) liée aux imprécisions sur la composition de la ration et la gestion et aux caractéristiques de l'herbe.

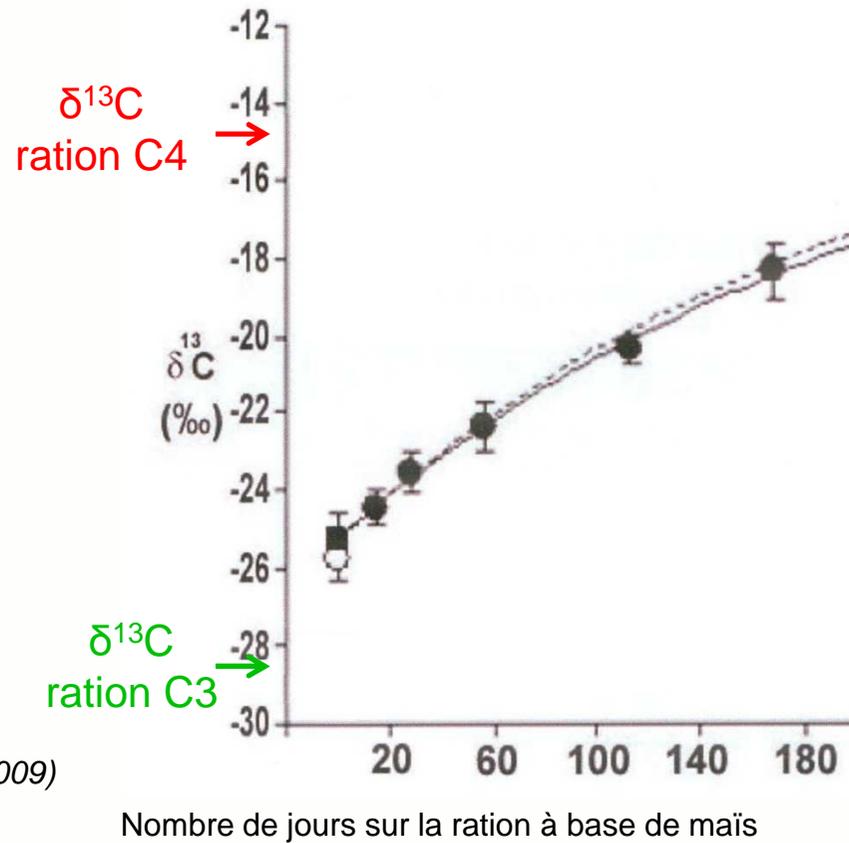
- **Points de vigilance** : variabilité inter-individuelle et variabilité liée aux caractéristiques et à la gestion de l'herbe ('bruit')

# Finition de bovins : ration à base de plantes en C3 → ration à base de plantes en C4



Bahar et al (2009)

$\delta^{13}\text{C}$  dans le muscle *longissimus dorsi*



Temps de latence important pour que la composition isotopique reflète celle du régime (équilibre isotopique non atteint après 168 j d'alimentation)

Les rapports d'isotopes stables permettent de distinguer la viande d'animaux finis pendant des durées variables sur la ration à base de maïs

# Utiliser plusieurs tissus?

Ex de la combinaison de la teneur en caroténoïdes dans le tissu adipeux et le plasma

Teneur en caroténoïdes plasmatiques (Prache et al 2003)

Teneur en caroténoïdes tissu adipeux (Huang et al 2015)

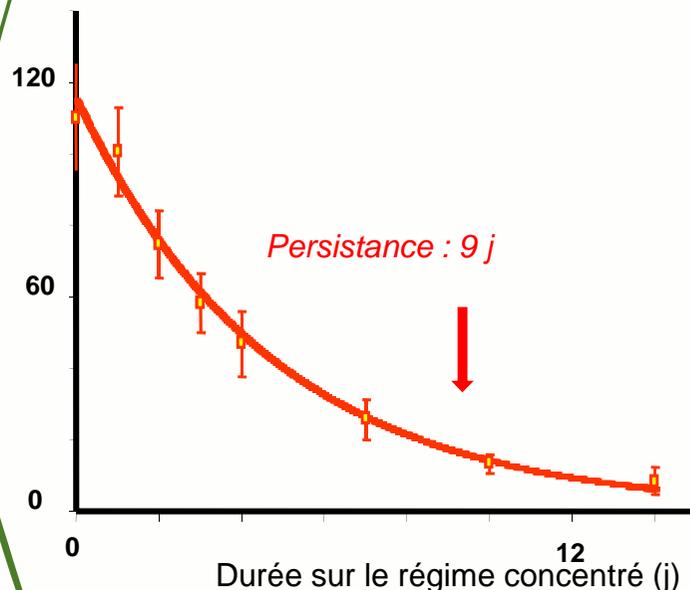
curvilinéairement avec la durée d'alimentation sur la ration à base de concentré

Modèle d'exponentielle décroissante  
 $Y = a \times e^{(-b \times \text{jour})}$

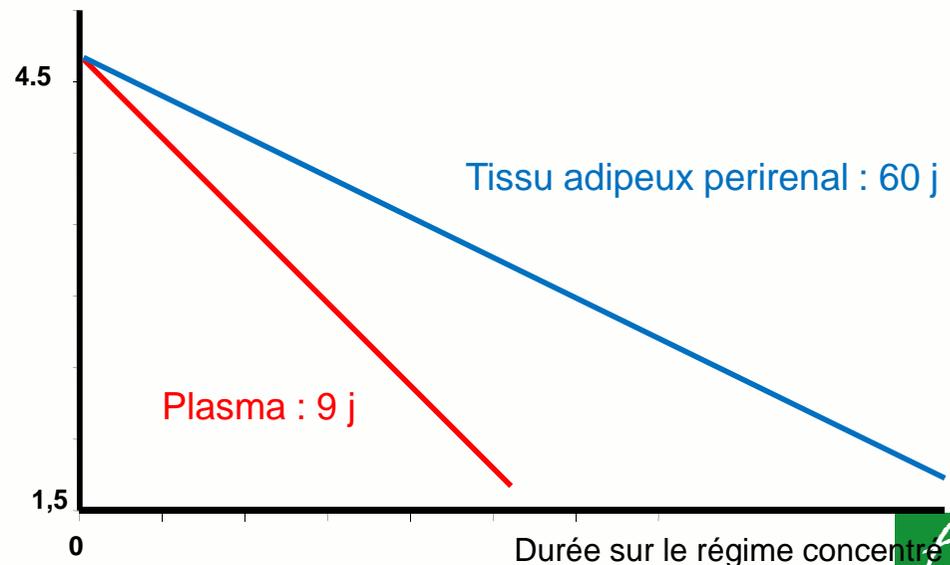
Représentation semi logarithmique

$\text{Log } Y = a - (b \times \text{jour})$ , b paramètre de décélération

Teneur en caroténoïdes plasmatiques (µg/L)



Log (teneur en caroténoïdes)



# Discrimination de 3 modalités d'engraissement des agneaux à partir SPIR gras périrénal

- Viande ovine (race Romane, *Huang et al 2015*)
  - P : Pâturage (n = 69)
  - C : Ration à base de concentré en bergerie (n = 55)
  - PC : Pâturage suivi d'une finition avec régime C pendant 28 jours (n = 65)



0%



1,4%



1,5%



# Conclusions

- **Discrimination d'alimentations contrastées**
  - Composition du produit
  - Méthodes globales
- **Régimes moins contrastés**
  - Difficultés inhérentes à l'activité d'élevage (variations du régime alimentaire au cours de la vie productive)
  - Sources de variation liés à la plante, à l'animal, à la conduite et aux changements de modalités d'alimentation et leurs effets cumulatifs
  - Combiner différentes méthodes et différents tissus
- **Potentiel important des méthodes spectrales** (mais ne renseignent pas sur mécanismes sous-jacents)
- **Preuve de concept → Validation**



**Merci de votre attention...**



# Traceurs potentiels

- **Composition du produit**
  - Acides gras
  - Composés volatils
  - Composés phénoliques
  - Caroténoïdes
  - Stéréoisomères de la vitamine E
  - Composition isotopique
  - Biomarqueurs protéiques
- **Méthodes globales**
  - Propriétés optiques des produits
  - Génomique fonctionnelle (gènes exprimés)

