

Utilisation de la spectrométrie proche infra-rouge pour la prévision de la valeur nutritionnelle de la viande

D. Andueza, B.P. Mourot, D. Gruffat, D. Durand

*Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores (UMRH),
INRA Theix*



Andueza et al., 2013

Plan

- Contexte
- Rappel sur les principes de la SPIR
- Applications de la SPIR à la valeur nutritionnelle de la viande
 - Quantitatives
 - Qualitatives
- Conclusions



Contexte

- Demande croissante
 - d'informations nutritionnelles
- Viande: produit de haute valeur ajoutée
 - garantie
- Besoin de réponses précises
- Méthodes d'analyses actuelles de laboratoires non adaptées
- Méthodes alternatives => SPIR



NIRS/SPIR



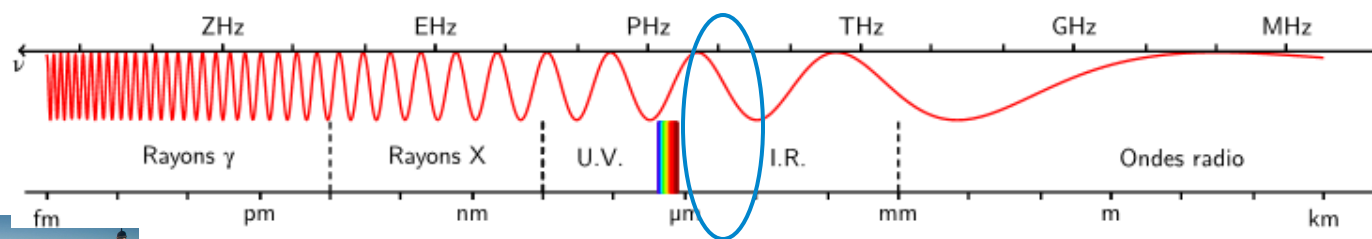
**Near Infrared
Reflectance
Spectroscopy**

**Spectrometrie dans
le proche infrarouge**

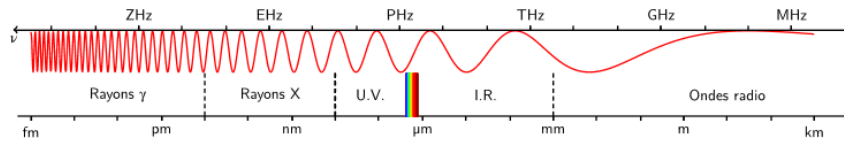
Spectrométrie = Etude des rayonnements

Reflectance = Rayonnement réfléchi

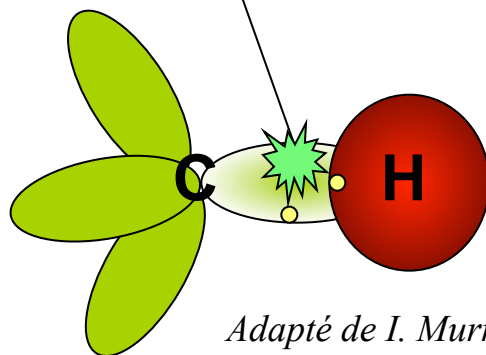
Proche infrarouge = 780 et 2500 nm



Principe de la SPIR (I)



$$E=hf$$

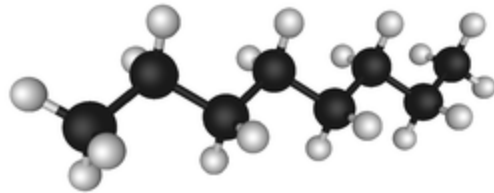


Adapté de I. Murray

- Les liaisons vibrent à des fréquences qui leur sont “propres” selon leur masse atomique et leur “rigidité”
- Un photon de la même fréquence que celle de la liaison est absorbé et excite la liaison en passant à un état vibrationnel plus élevé
- Dans le MIR, les photons ont la même fréquence que celle des liaisons
- Dans la SPIR, les photons sont en relation avec des énergies plus élevées, qui donnent des harmoniques avec des absorptions plus faibles

Andueza et al., 2013

Principe de la SPIR (II)



Un produit est constitué de plusieurs molécules différentes

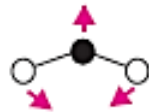
Plusieurs liaisons et plusieurs types de liaison dans une molécule

Plusieurs modes d'absorption peuvent être associés à une liaison

Plusieurs harmoniques peuvent être associées à un type de liaison



Elongation asymétrique



Cisaillement



Balancement



Elongation symétrique



Rotation planes



Torsion

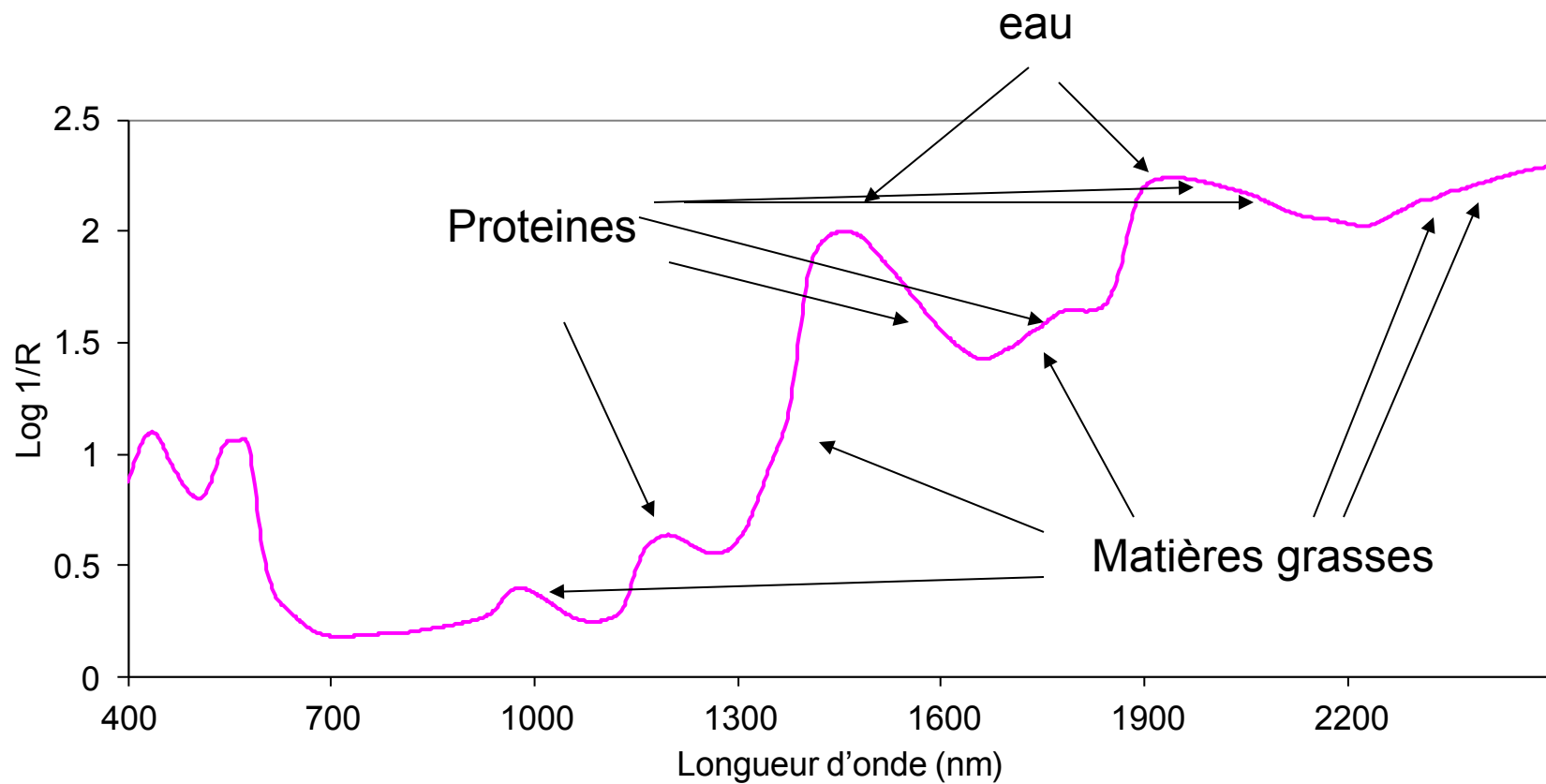
Adapté de D. Bertrand

=> Résultat : spectre complexe

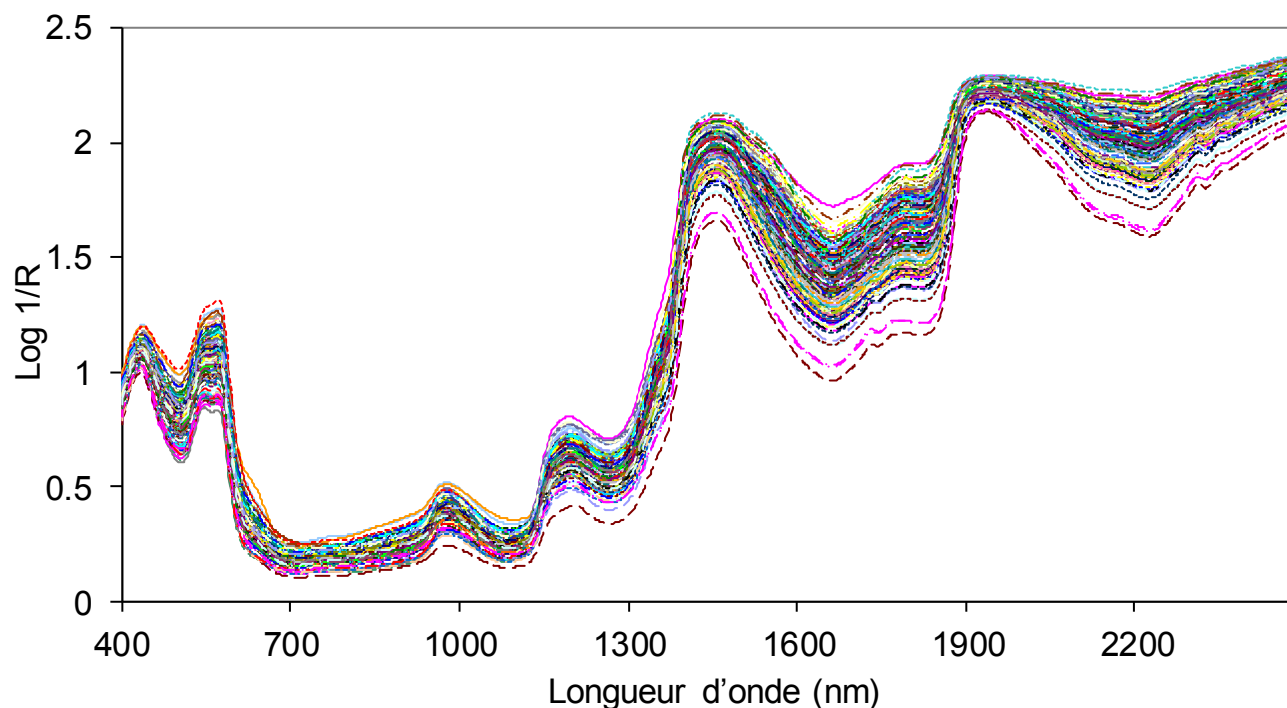


Andueza et al., 2013

Exemple de spectre de muscle



Relation entre l'absorbance et la concentration



$$A = \log \frac{I_0}{I_t} = \log \left(\frac{1}{T} \right) = K \times C \times L$$

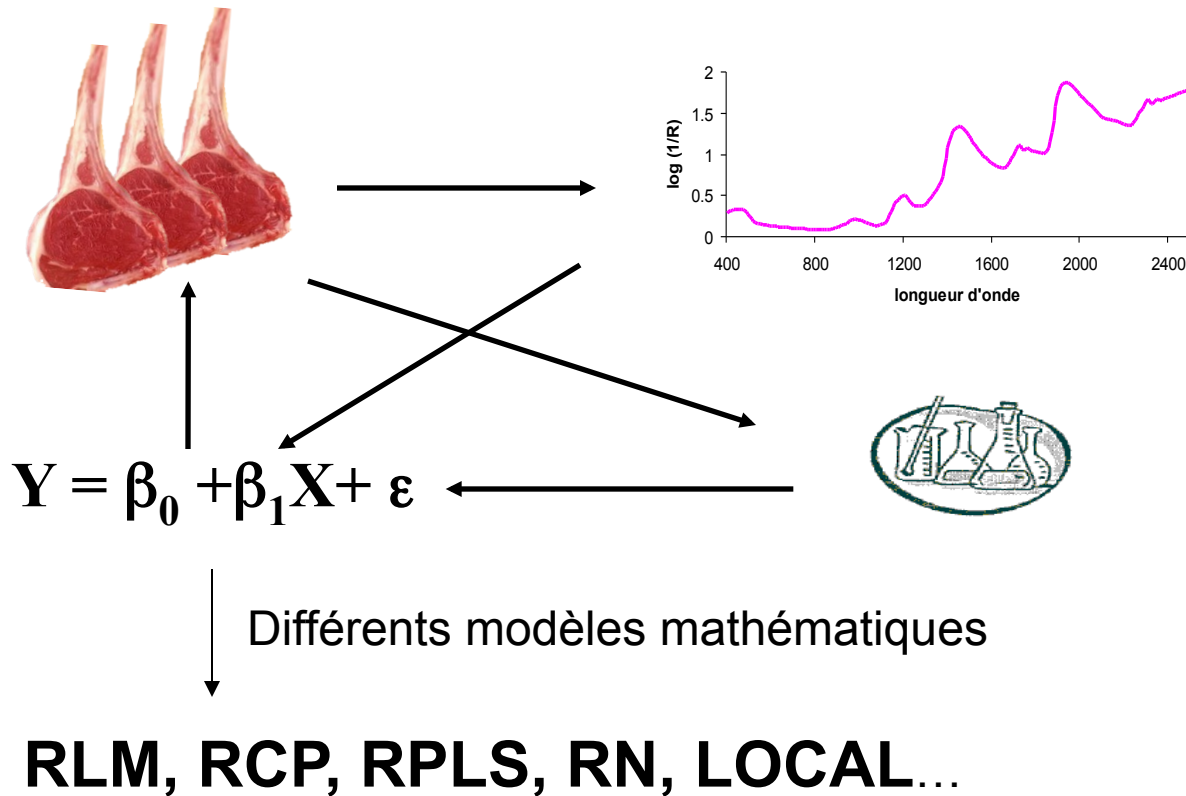
I_0 = intensité rayonnement incident

I_t = intensité rayonnement réfléchi

T = transmittance ; K = Facteur constant

C = concentration ; L = longueur du pas optique

Procédure d'utilisation de la SPIR



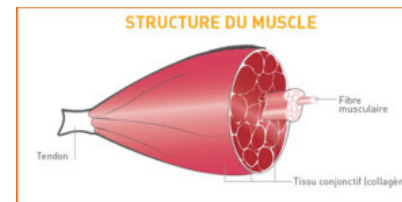
Avantages et limites

- Vitesse de réponse élevée
- Possibilité de détermination simultanée de plusieurs paramètres
- Non destructive
- Technologie propre (pas de résidus, pas de réactifs)
- Technique indirecte (étalonnage)
- Influencée par des facteurs environnementaux
- Coût d'implantation élevé



Sources de variation dans les analyses du muscle

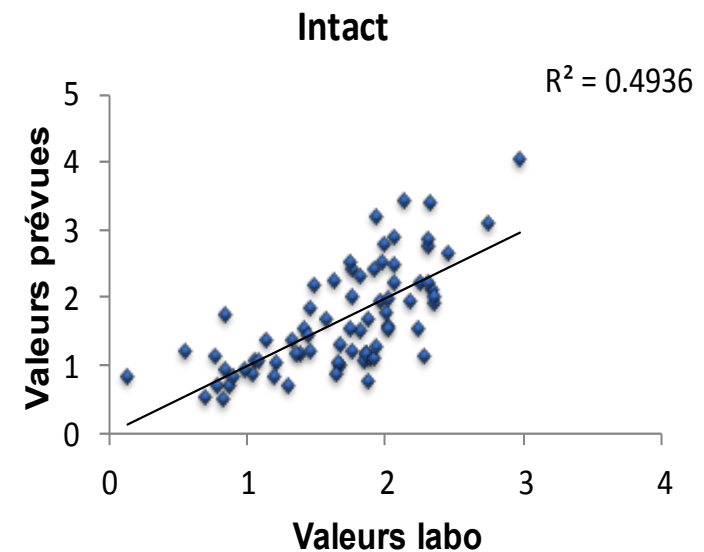
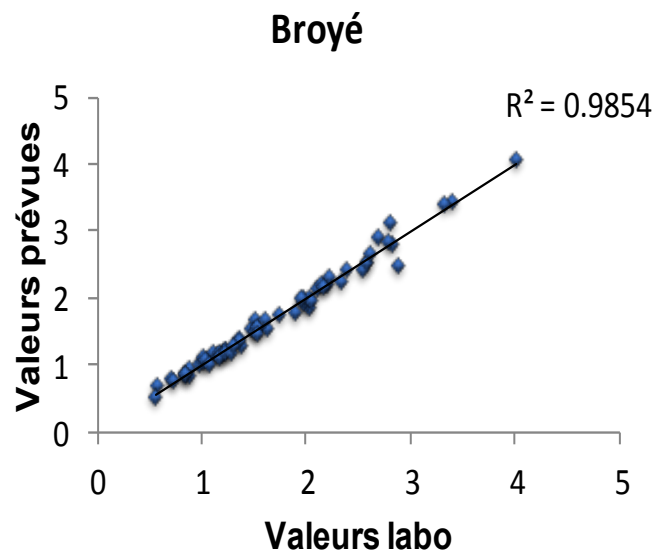
- Matériel solide et de nature fibreuse
- Variabilité dans la disposition des fibres
- Présence de gras intramusculaire et de tissu conjonctif
- => Hétérogénéité
- => inhomogénéité de texture => effets sur la dispersion de la lumière
- => **erreurs** au niveau de la mesure



Erreurs liées à l'appareil

- Type d'appareil
- Environnement
- Présentation de l'échantillon

Somme des Acides Gras saturés



Guy et al., (2011)

Andueza et al., 2013

Applications quantitatives



Andueza et al., 2013

Coefficients de détermination pour la mesure de la teneur en protéines, en matières grasses et l'humidité, sur le muscle selon la présentation des échantillons



	R ²		
	Intact	Haché ou Broyé	Lyophilisé Haché
Protéines	0,48-0,71	0,61-0,87	0,94-1,00
Humidité	0,09-0,66	<u>0,71</u>-0,92	0,96
Matières grasses	<u>0,35</u>-0,97	0,73-<u>0,95</u>	0,93-<u>0,99</u>



Coefficients de détermination pour la prévision de la teneur en Acides Gras des muscles d'agneaux (Guy et al., 2011), de bovins (Cecchinato et al., 2012) , de porcs (Zamora-Rojas et al., 2013) et de poulets (De Marchi et al., 2012)



	R²			
	ovins	bovins	porcs	poulets
Lipides totaux	0.98	0.82	-	-
Σ AG Saturés	0.98	0.80	-	0,90
Σ AG Mono Insaturés	0.98	0.80	-	0,93
Σ AG Poly Insaturés	0.89	0.61	-	0.62
C14:0	0.81	0.78	-	0.81
C16:0	0.97	0.83	0,97	0.91
C18:0	0,94	0,71	0,95	0.77
C18:1	0.97	0,80	0,98	0.93
C18:2	0.79	0,39	0,97	0.66
C18:3	0.81	0,50	-	0.45



Andueza et al., 2013

Coefficients de détermination pour la prévision de la teneur en Acides Gras mineurs des muscles d'agneaux (Guy et al., 2011), de bovins (Cecchinato et al., 2012) , et de poulets (De Marchi et al., 2012)



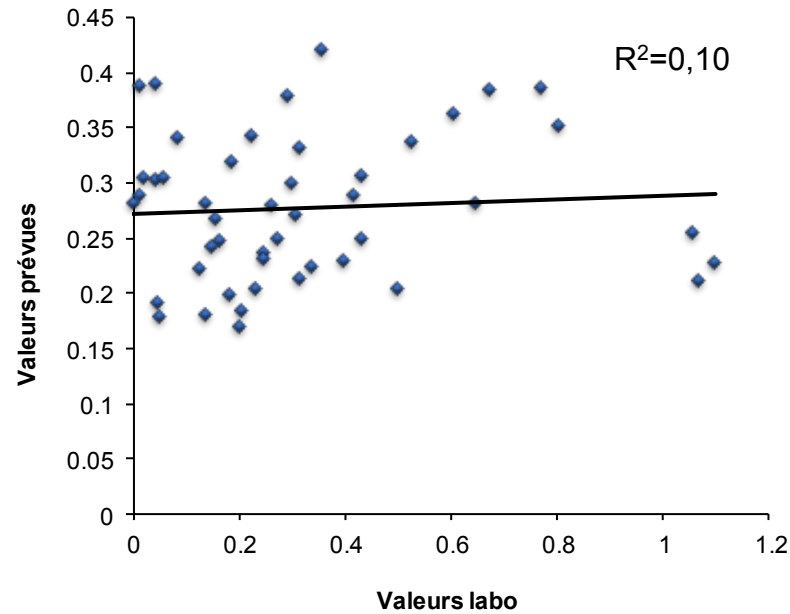
	R ²		
	ovins	bovins	poulets
C18:2	0,81	0,62	0,66
C20:3n-6	0,40	0,06	0,04
C20:5n-3	0,71	0,39	-
C22:6n-3	0,29	0,26	0,04



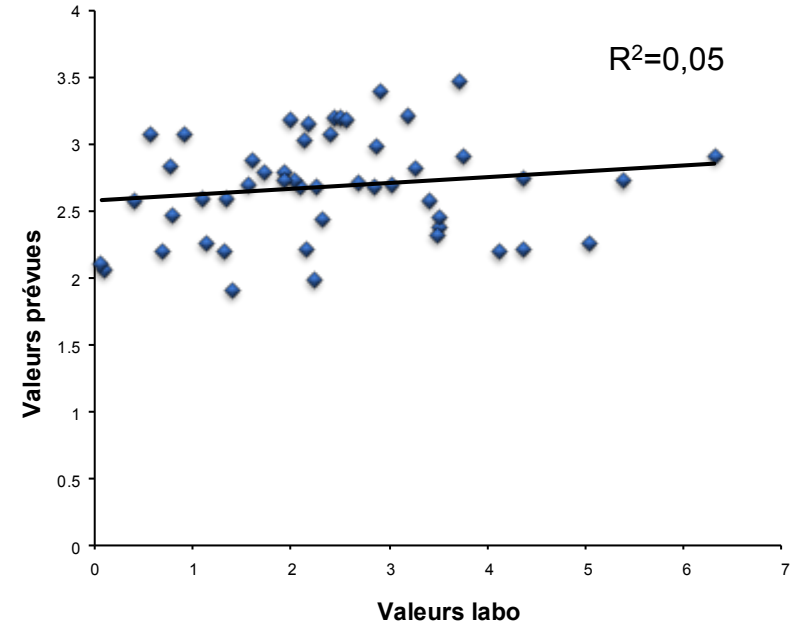
Andueza et al., 2013

Vitamines

Vitamine A (mg/kg)



Vitamine D (mg/kg)



Coefficients de détermination pour la prévision de la teneur en minéraux, en NaCl, en cholestérol et en collagène

	n	R ²
K, P, Na, Mg, Zn, Fe	1	0,74-0,85
Cu, B, Mn, K, Al	1	0,08-0,24
Myoglobine	2	0,4-0,91
NaCl	10	0,94
Cholestérol	2	0,73-0,80
collagène	4	0,18-0,74

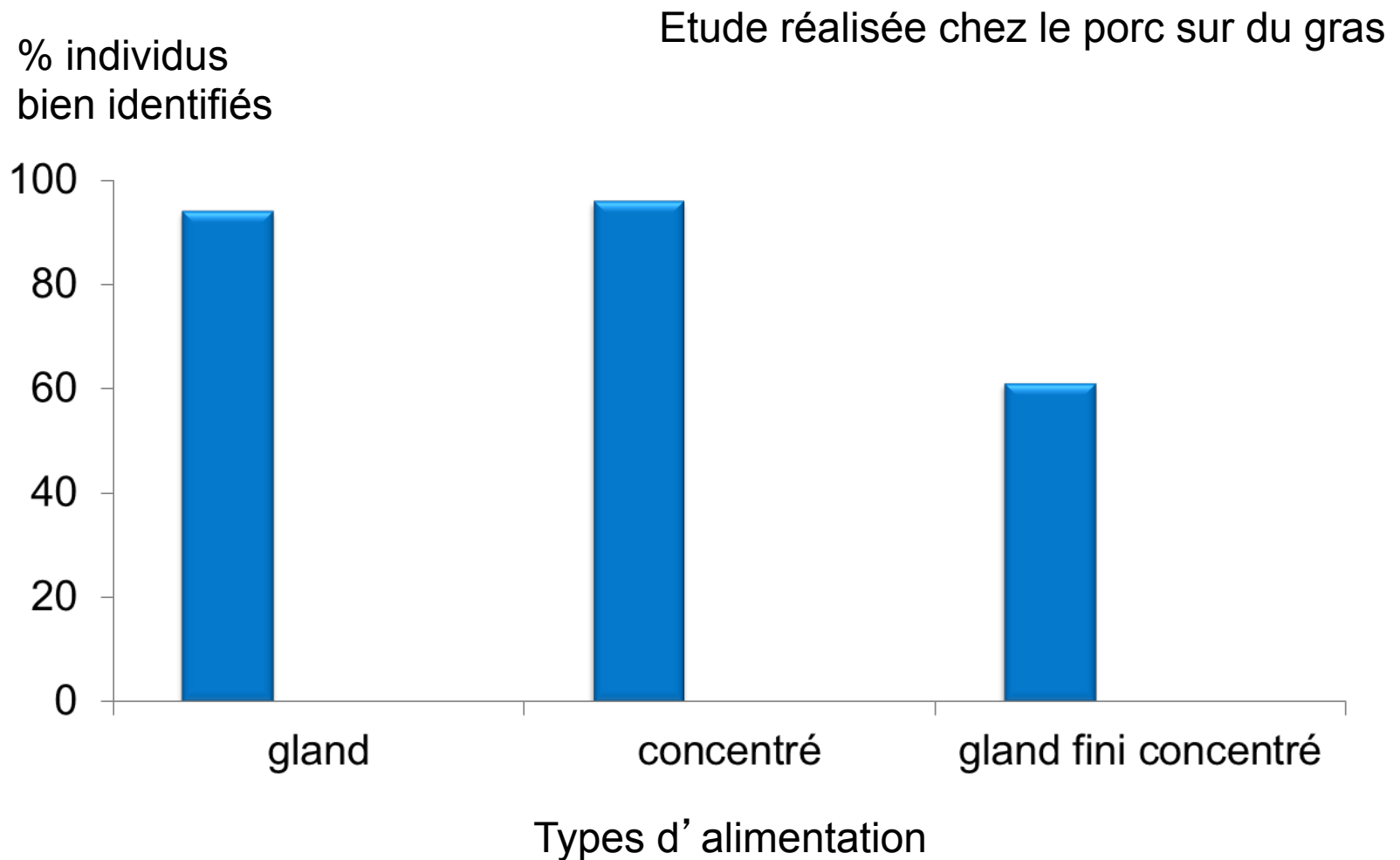


Applications qualitatives



Andueza et al., 2013

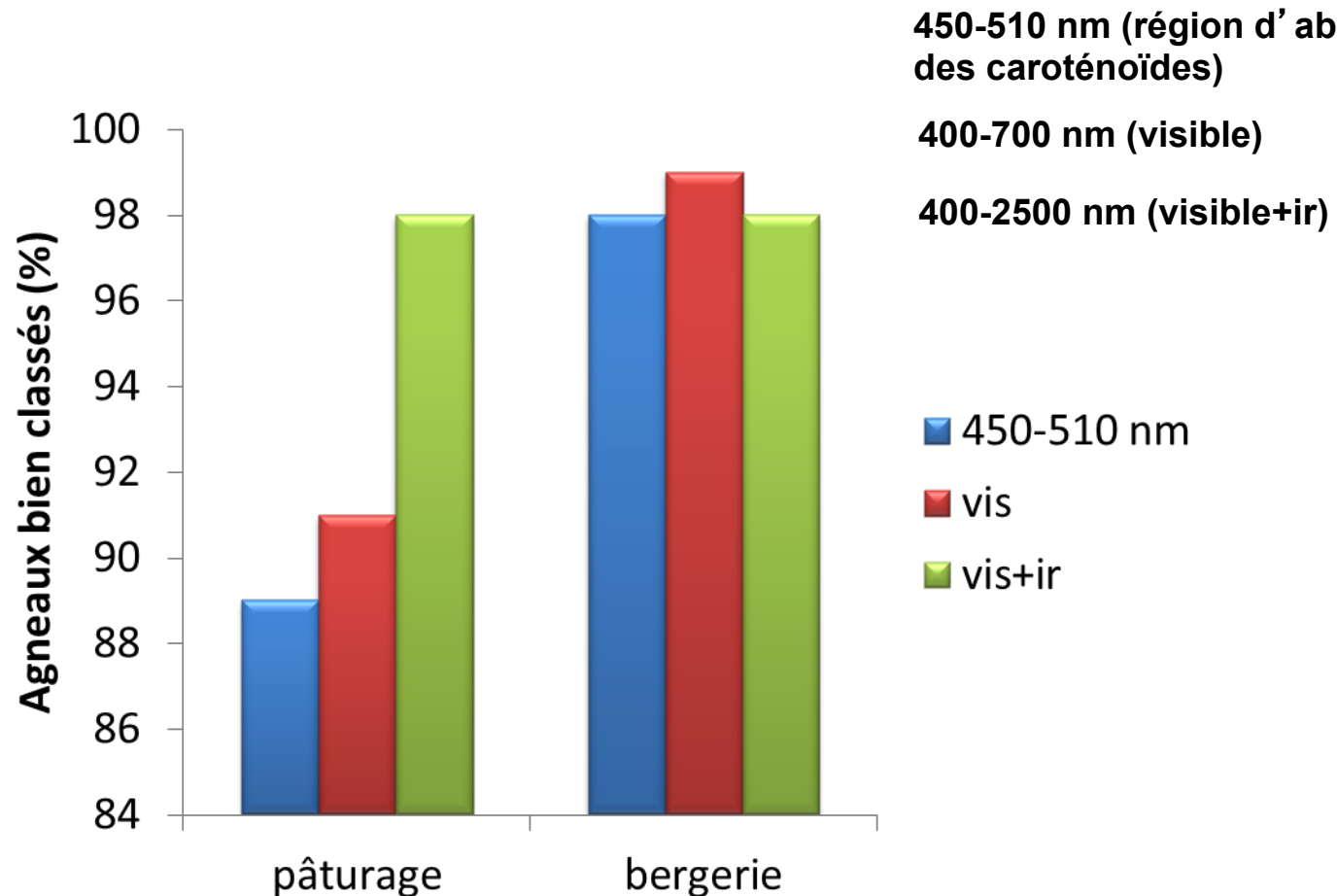
Utilisation de la SPIR pour des analyses qualitatives



Zamora Rojas et al., (2008)

Andueza et al., 2013

Utilisation de la SPIR pour des analyses qualitatives (II)



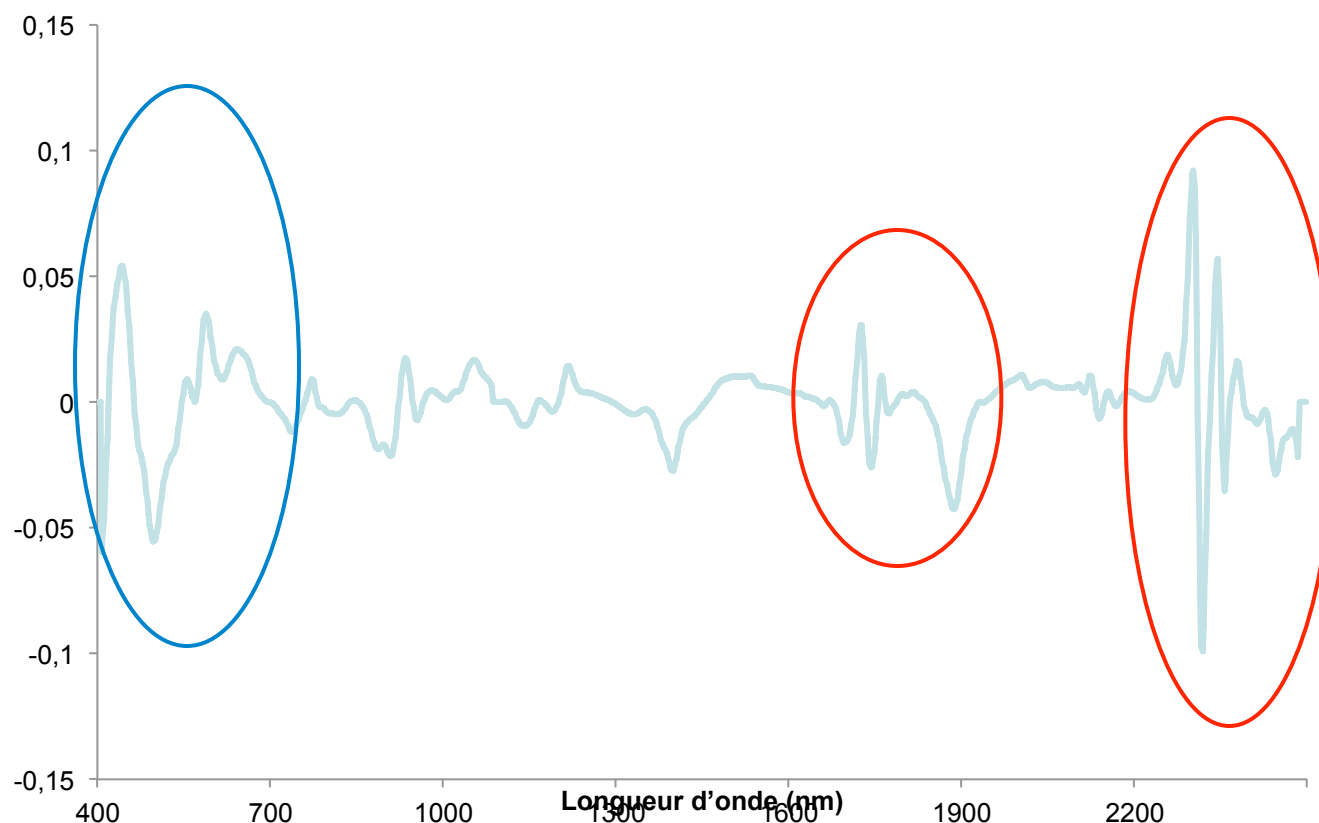
Discrimination des agneaux en fonction du régime alimentaire selon 3 méthodes spectrales appliquées sur du gras périrénal n = 259

Dian et al., (2008)

Andueza et al., 2013



Différence moyenne entre les spectres SPIR des agneaux au pâturage (herbe) et en bergerie (concentrés)



- Régions spectrales en relation avec les caroténoïdes
- Régions spectrales en relation avec les acides gras



Andueza et al., 2013

Conclusions

- Potentiel considérable de la SPIR pour prévoir différentes propriétés nutritionnelles de la viande
- Grande efficacité de la SPIR pour des analyses qualitatives
- Capacité limitée pour prévoir certains composants (collagène, certains minéraux...)



Perspectives

- Amélioration des modèles d' étalonnage
- Développement industriel
- Avance dans l' Interprétation spectrale et utilisation directe du spectre
- Utilisation des méthodes hyper-spectrales



Merci pour votre attention



Andueza et al., 2013