

Derniers enseignements sur les propriétés des muscles, de la viande et des facteurs favorisant la tendreté

Nouveaux éléments sur la prédiction des qualités des viandes et les possibilités de transferts vers des valorisations commerciales



Brigitte Picard

Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

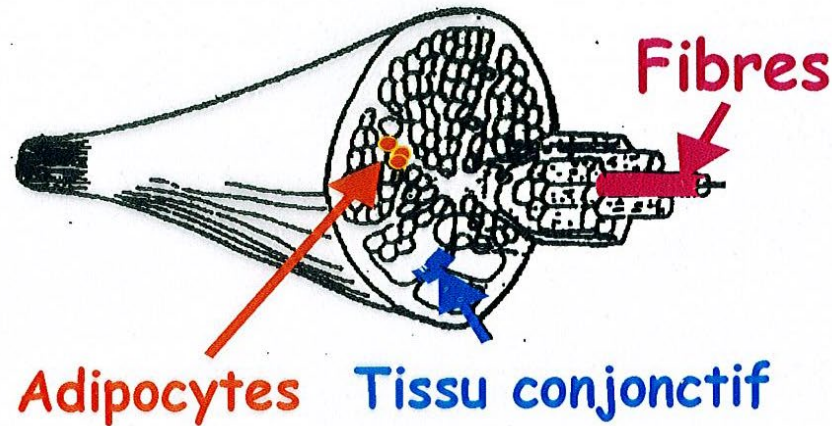


30 Septembre 2019

Derniers enseignements sur les propriétés des muscles, de la viande et des facteurs favorisant la tendreté



LE MUSCLE



Animal
(race, sexe, âge,...)

Milieu
(conduite, alimentation)

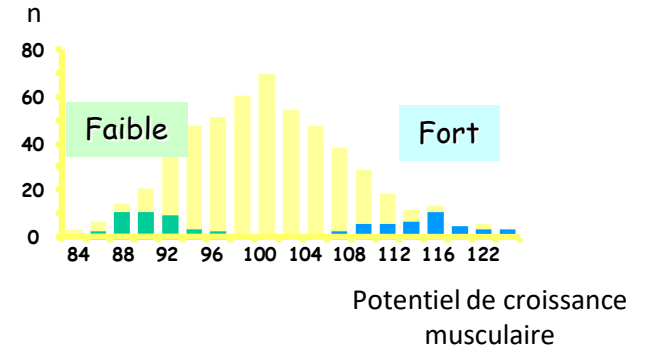
Caractéristiques tissulaires (muscles, dépôts adipeux)

Lien masse musculaire – Qualité viande

Culard



Sélection génétique



- Plus de fibres rapides glycolytiques
- Moins de fibres lentes oxydatives
- Métabolisme moins oxydatives
- Couleur moins rouge
- Moins de collagène
- Moins de lipides intramusculaires

augmentation de la tendreté
diminution du persillage,
de la flaveur et de la jutosité

Effet type génétique sur les caractéristiques musculaires



+ de muscle
+ glycolytique
- de collagène
- de lipides



Races laitières



Races rustiques



Races à viande

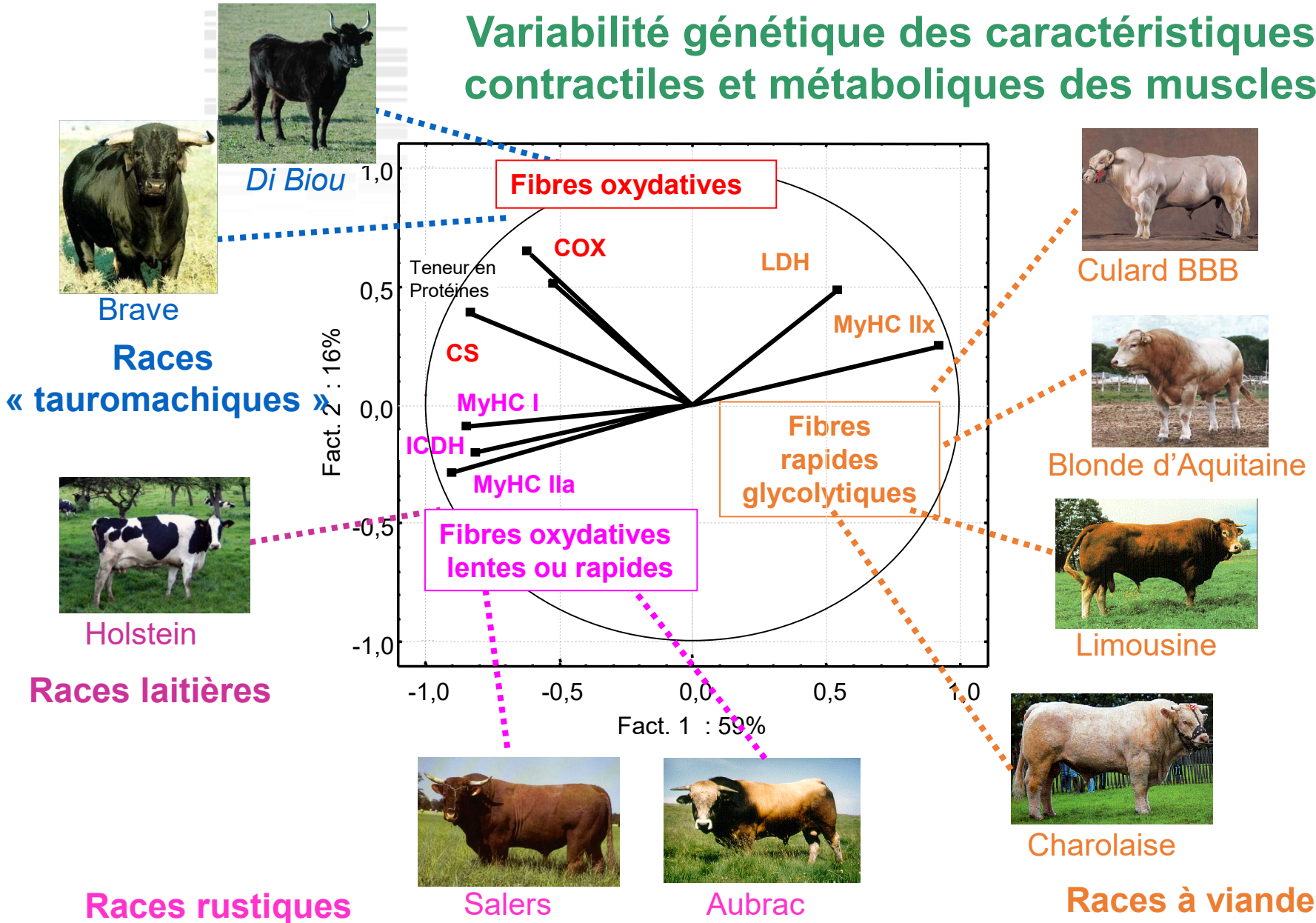


- de muscle
+ oxydatif
+ de collagène
+ de lipides

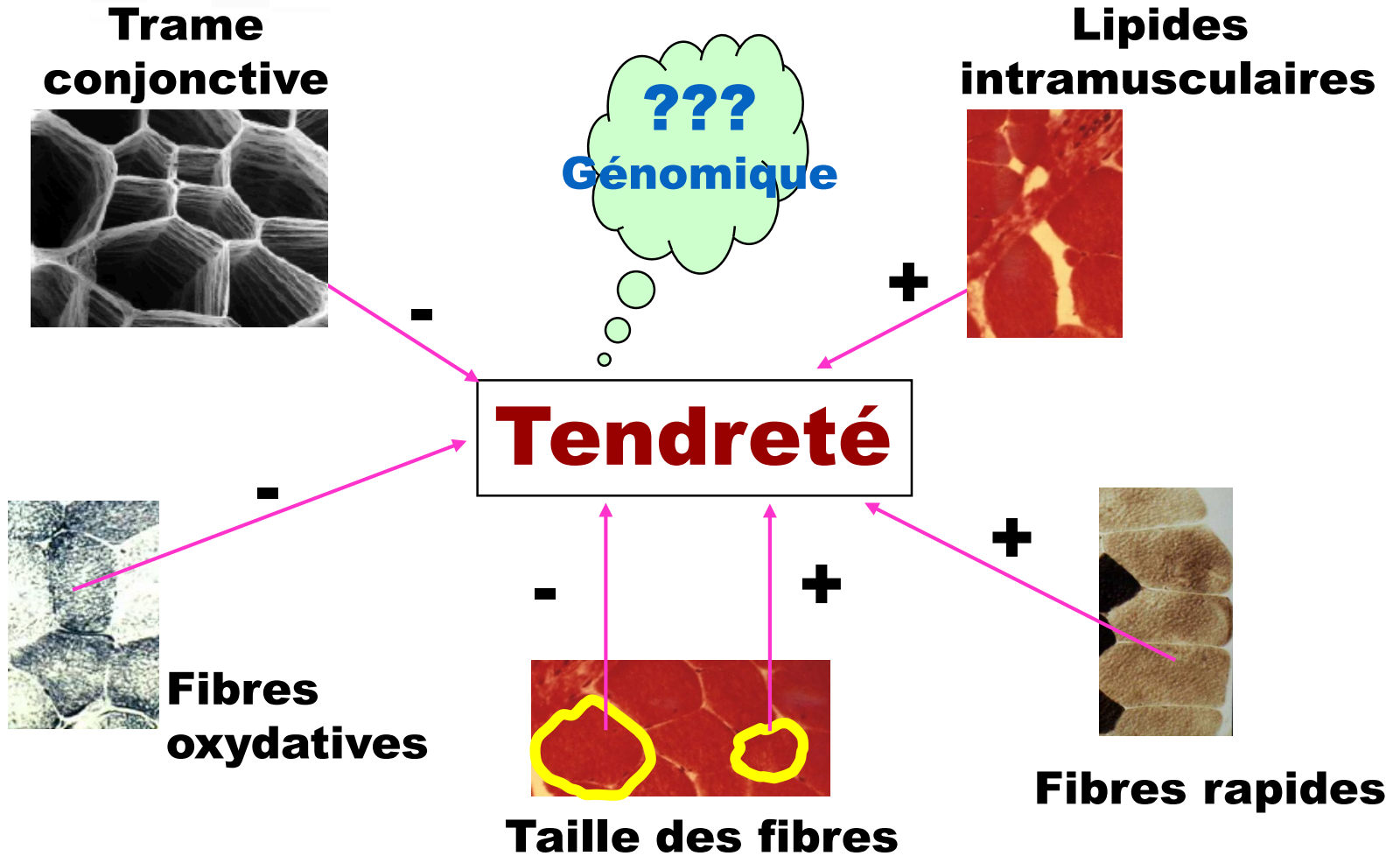


Contrôle de l'équilibre fibres/tissu conjonctif/adipocytes?

Variabilité génétique des caractéristiques contractiles et métaboliques des muscles



Caractéristiques musculaires et tendreté



Nouveaux éléments sur la prédiction des qualités des viandes et les possibilités de transferts vers des valorisations commerciales



La génomique qu'est ce que c'est?

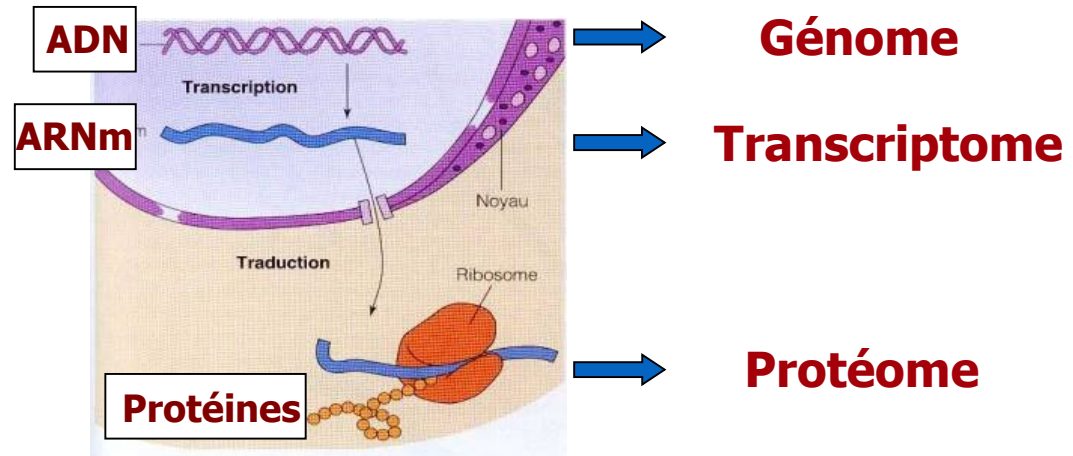


Etude de la structure, la fonction et l'évolution des génomes

Génomique structurale Génomique fonctionnelle

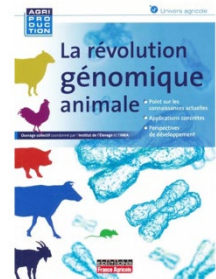
Identification et localisation de
dizaines
de milliers de gènes d'un génome

Fonctionnement des génomes

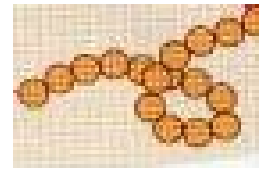


Biomarqueurs : gènes et/ou protéines dont
l'expression ou l'abondance est associée à la
mesure d'un phénotype d'intérêt

Inra Productions
Animales



Les Protéines

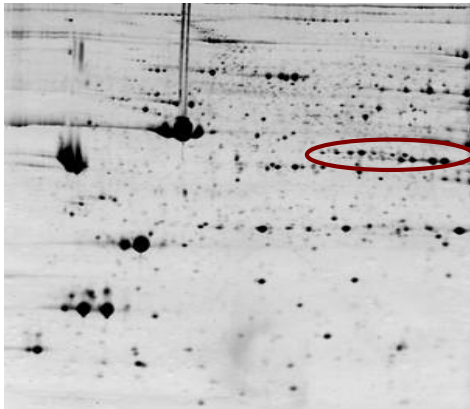


Produit final de l'expression des gènes

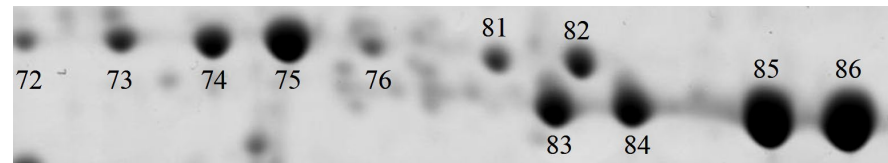
gène présent \Rightarrow protéine présente ou absente

1 gène = 1 ou plusieurs protéines

**Electrophorèse
bidimensionnelle**



Troponine T rapide



**11 isoformes
1 seul gène**

Des biomarqueurs aux outils

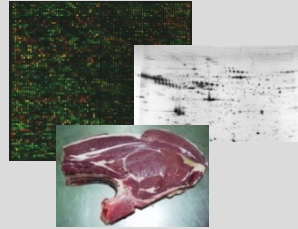
DÉCOUVERTE DE BIOMARQUEURS

Liste de candidats

Transcriptome

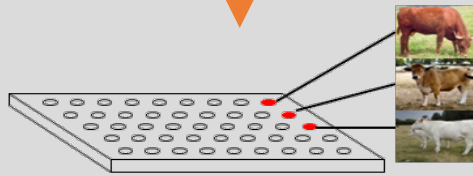
Protéome

Tendreté



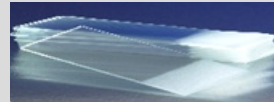
de 2005 to 2012...

EVALUATION et VALIDATION à grande échelle



De 2008 to 2012...

Développements d'OUTILS



Inra et partenaires de la filière 2011-2017

Utilisation par les professionnels



2017-2018

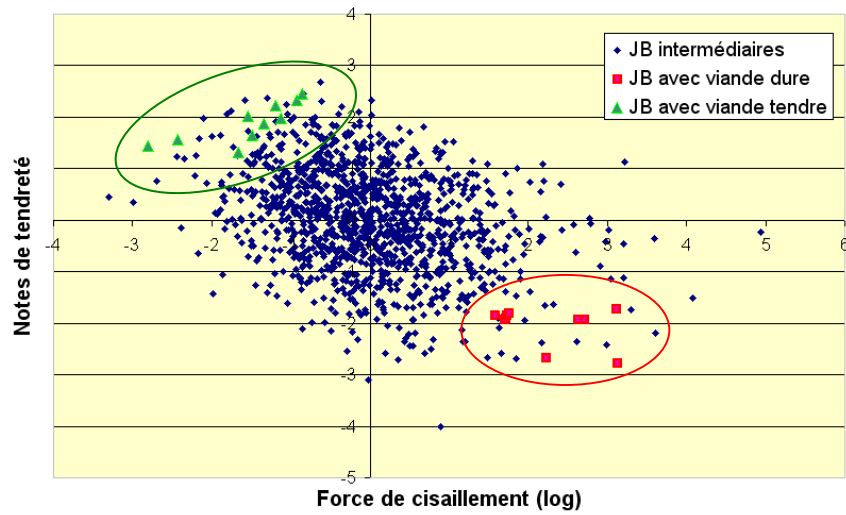


Picard et al., 2012

Groupes extrêmes en tendreté

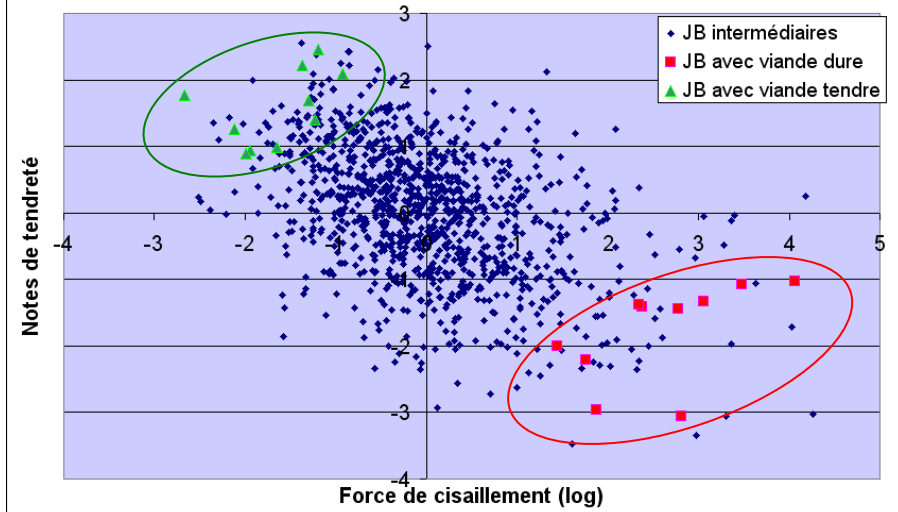
Li

JB Limousins candidats à la protéomique



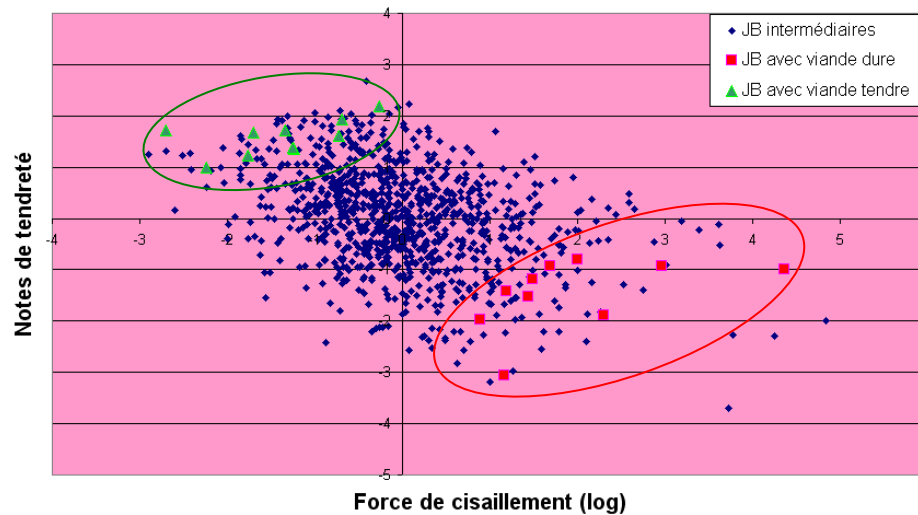
Ch

JB Charolais candidats à la protéomique



BA

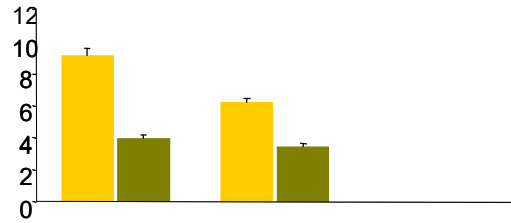
JB Blonds candidats à la protéomique



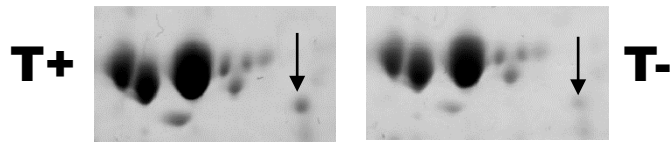
N=10 /groupe

Différences communes aux races Charolaises et Limousines

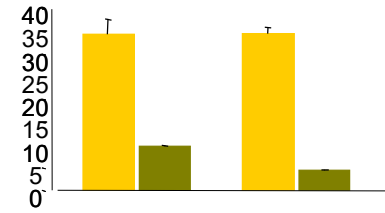
Myosin binding protein H



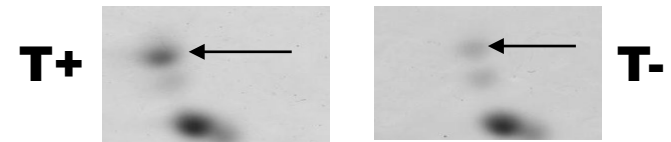
LI CH SA



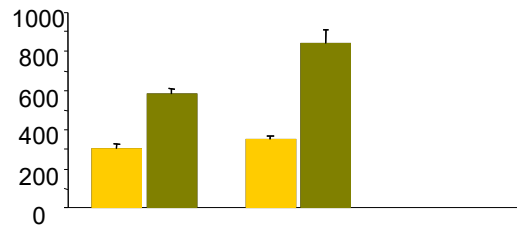
Parvalbumin



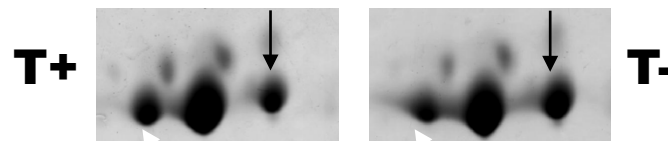
LI CH



Myosin light chain 2



LI CH



MLC2-P

MLC2-P

Muscle Rond de gîte



Liste de biomarqueurs potentiels

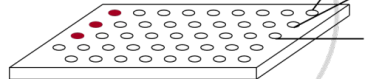
Analyse à grande échelle



Sampling at the slaughterhouse



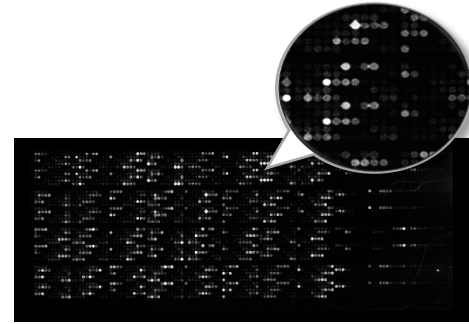
Freezing



Biomarker quantification



Sample extraction



Mesure de l'abondance relative de 20 biomarqueurs analysés en quadruple sur 500 échantillons

Relations abondance biomarqueurs /phenotype

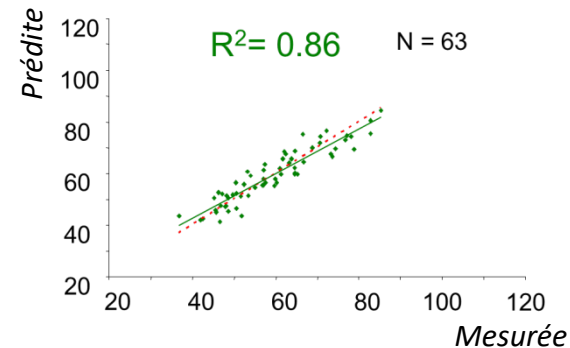


Mesure mécanique

Analyse sensorielle (jurys entrainés)



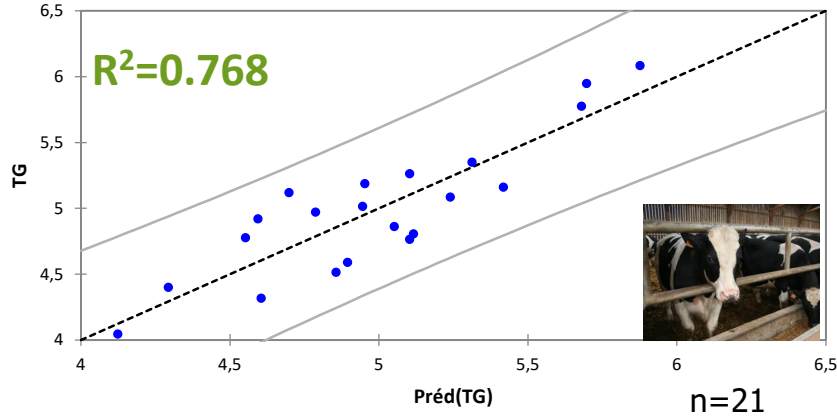
Equation de prédiction de la force de cisaillement



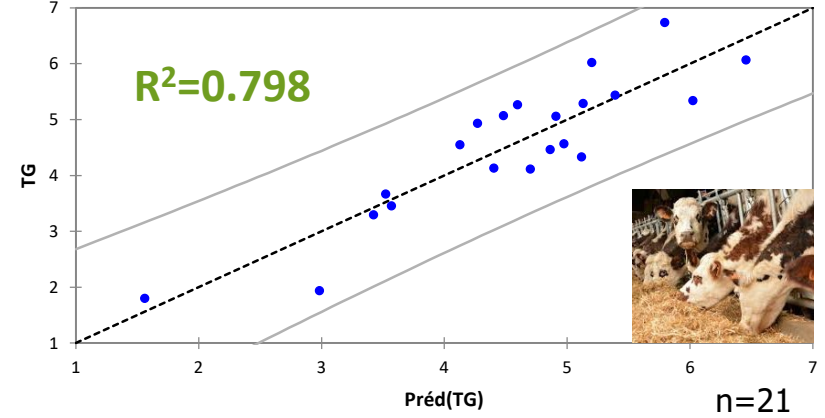
$$\text{Shear force} = 1.1820 - 1.7257\text{E-}02 * \text{Prot1} + 7.8410\text{E-}03 * \text{Prot2} + 0.0323 * \text{Prot3} - 1.3538\text{E-}02 * \text{TP53} + 2.5669\text{E-}02 * \text{Prot4}$$

Différences de prédiction de la tendreté globale selon la race

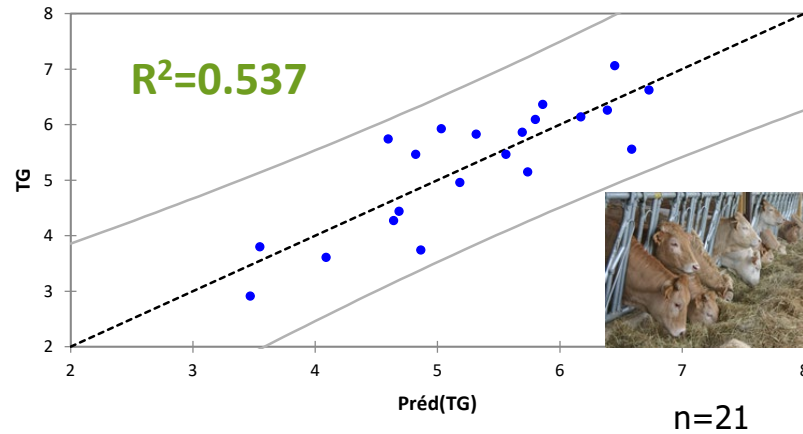
MET, Holstein
Préd(TG) / TG



NOM, Normande
Préd(TG) / TG



BAM, Blonde d'Aquitaine
Préd(TG) / TG



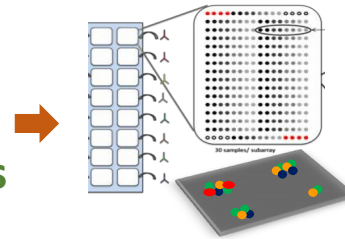
Des protéines prédictives de la tendreté et de l'adiposité des viandes bovines de l'AOP Maine Anjou



20 protéines Biomarqueurs

100 bœufs et vaches
+ données élevage

5 muscles :
Warner Bratzler
Lipides intra-musculaires



choix d'un muscle
prédicteur de
tendreté/adiposité
moyennes

Etape 1. Ecarter
les durs

93% de bien prédits
3 protéines + durée de finition

Pas certifiés AOP

Etape 2.
Repérer les
tendres

72% de bien prédits
1 protéine + durée de finition + âge à l'abattage

Etape 3.
Distinguer les gras
des maigres
parmi les tendres

83% des tendres gras bien prédits
2 protéines

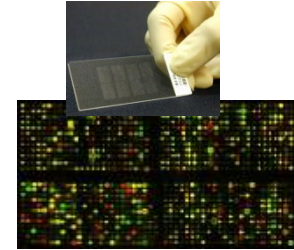
Différents circuits de
commercialisation

✓ Abondances de 4 protéines du muscle Boule de macreuse + durée de finition + âge abattage pour un classement des carcasses, validation en cours et à étendre

Biomarqueurs omiques des qualités de viande

- **Stratégie appliquée à d'autres qualités :**

- masse musculaire
- gras carcasse, persillé
- pH, couleur
- jutosité, flaveur,
- efficacité alimentaire, performances...



- **Recherche de biomarqueurs moins invasifs :**

Mesure de l'abondance de protéines prédictives sur plasma pour une prédiction sur l'animal vivant de son potentiel qualité



Perspectives

- Validation des protéines prédictives et des équations de prédiction

Différentes races

- Développement d'un outil de quantification des protéines prédictives

Simple, rapide, peu couteux pour une application à l'abattoir pour le tri des carcasses

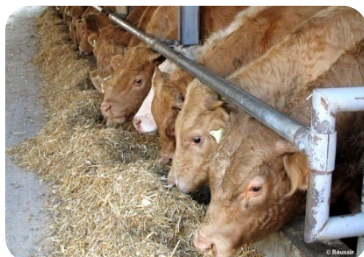
- Influence des facteurs d'élevage sur l'abondance des protéines prédictives



Applications



Estimer le
POTENTIEL
"QUALITÉ"



ADAPTER les
systèmes de
PRODUCTION
(élevage de
précision)



Garantir la
TRAÇABILITÉ
des systèmes
d'élevage



Fournir des
PHÉNOTYPES
pour la sélection
génomique

⇒ **PROFESSIONNELS** du secteur des ruminants

La spectroscopie proche infrarouge (SPIR)

- Méthode innovante
- Basée sur l'absorption de la lumière par les composés organiques
- Nécessite une phase de calibration basée sur des mesures de référence et l'établissement de modèles mathématiques pour relier le spectre au résultat de ces mesures
- Méthode facile, rapide, non destructrice, utilisable en ligne, peu onéreuse

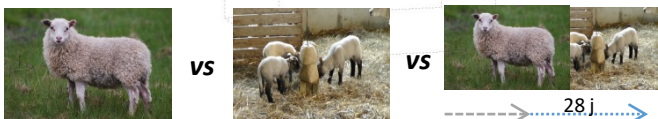


SPiR et prédiction...quelles applications potentielles ?

Traçabilité

Agneaux de bergerie

Agneaux de Pré salé



Performance de discrimination : 99% de bien classés !!!

Authentification de l'origine herbagère de la viande (Prache et al.)

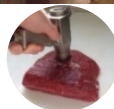
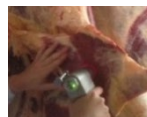
Qualités nutritionnelles

	R ²	RPD
AG saturés	0,94	3,63
AG mono insaturés	0,93	3,79
AG polyinsaturés	0,72	1,75
Oméga 6	0,66	1,46
Oméga 3	0,43	0,86

	R ²	RPD
	0,78	2,47
	0,51	1,56

Equations de prédiction

AG mineurs d'intérêt nutritionnel : prédiction à partir d'équations (Gruffat et al.)



(Andueza et al.)

	R ²	RPD
+++	Green	Green
++	Light Green	Light Green
+	Yellow	Yellow
-	Red	Red

Qualités sensorielles

	R ²	RPD
Collagène total	0,82	2,3
Collagène insoluble	0,74	2
Protéoglycans	0,65	1,7
Cross-Links	0,67	1,7
Tendreté	0,39	1,3

Prédiction envisagée par classe de tendreté (dur, moyen, tendre) (Listrat et al.)

Santé animale

	R ²	RPD
Vitamine E	0,71	1,86
Vitamine A	0,58	1,53
SOD	0,73	1,91
Catalase	0,58	1,53
GPx	0,55	1,48
inflammation	??	??
Fonct ^{nt} Foie	??	??



- ↔ Inflammation
- ↔ Détoxification
- ↔ Fonct. Hépatique
- ↔ Stress
- ↔ Stress Oxydant
- ↔ Parasitologie
- ↔ ...

En développement... (Durand et al.)

Les enjeux pour demain

- Affiner les niveaux de performances des outils
- Création de classes intermédiaires pour sortir d'une classification binaire ➔ vers un outil de pilotage
- Transférabilité des calibrations sur d'autres équipements encore plus adaptés aux usages (consommateurs, abatteurs, techniciens d'élevage)



Paillasse



Mobile



Portable

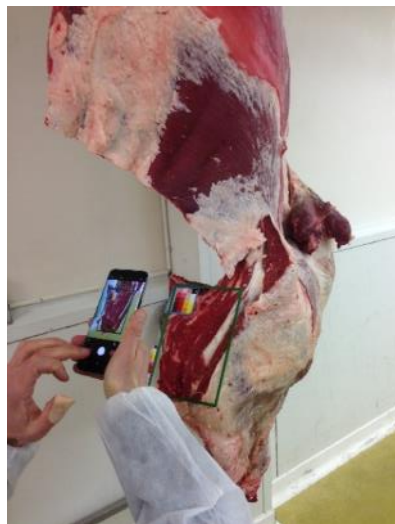
Miniature



- Mettre au point une application pour smartphone permettant d'estimer en temps réel la teneur en gras d'un morceau de viande bovine à partir de sa photo, au stade de la carcasse comme à celui du morceau tranché
- Disposer d'un outil facilement utilisable par tous les maillons, de l'industriel au consommateur, tout en étant fiable, économe et non destructif



meat@ppli

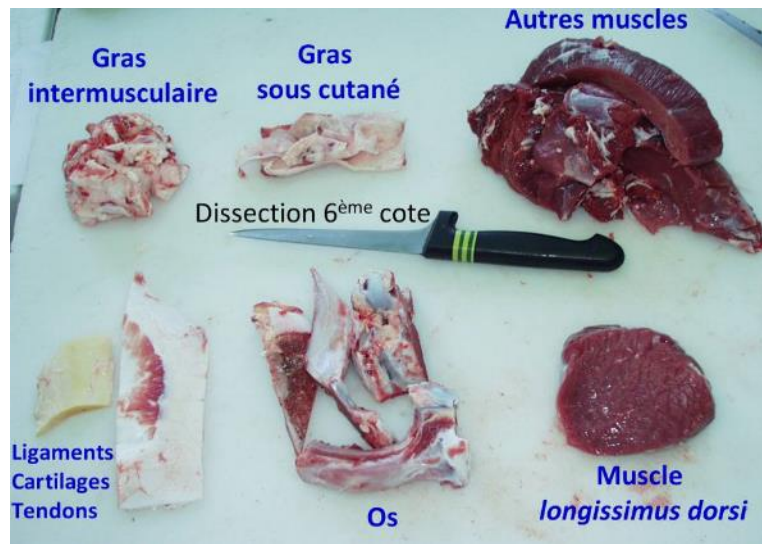


Corrélations entre surfaces estimées par analyse d'image et pesées

Dissection bouchère de la 6ème cote

Une dissection virtuelle

pour prédire la teneur en muscle, gras et os de la carcasse



(Robelin *et al.*, 1975)

- Muscle M1
- Muscle M2
- Muscle M3
- Muscle M4 (LT)
- Muscle M5
- Muscle M6
- Muscle M7
- Muscle M8
- Autres Muscles
- Gras intra musculaire
- Gras inter musculaire
- Collagène / élastine
- Cartilage
- Tendon
- Os



(Meunier *et al.*, 2015)

Analyse d'image de référence



File Edit Font Results

ID	image	Temps execution	longueurCalib	longueurBrute	hauteurCalib	hauteurBrute	aireCote	aireLD	aireGrasIntra	aireGrasInter
1	3307 20170712_084656.jpg	5.806	3	390	3.077	400.011	316.933	49.573	0.284	5.836

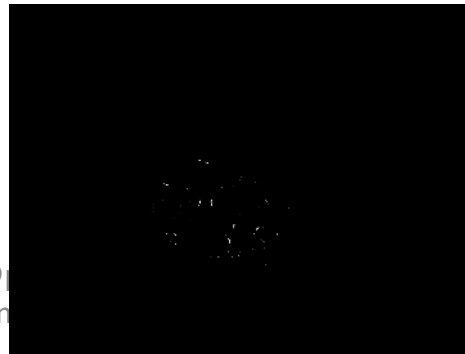
Aire de la cote



Aire de la noix



Aire du « persillé »

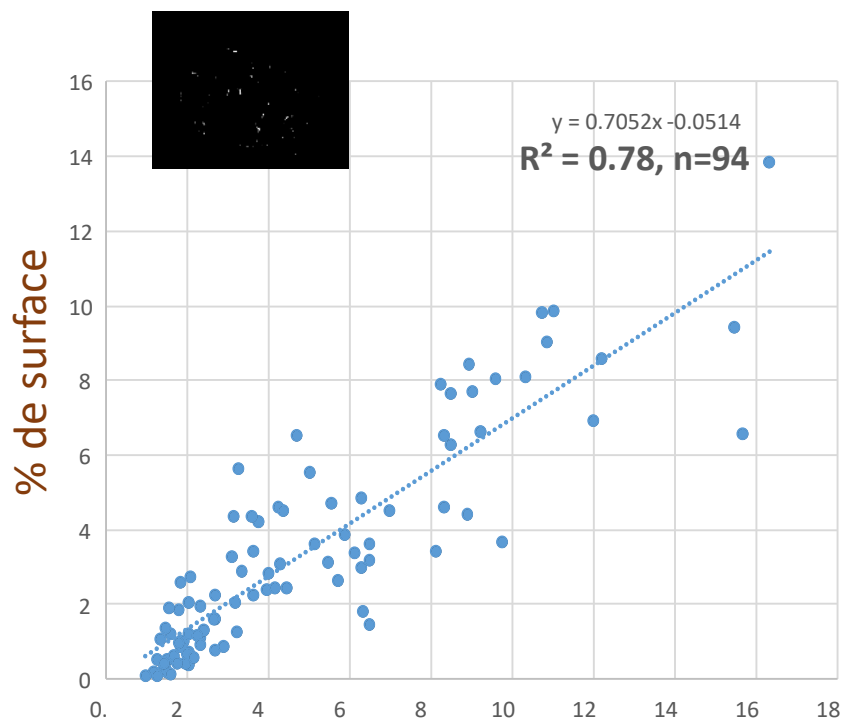


Aire du gras intermusculaire



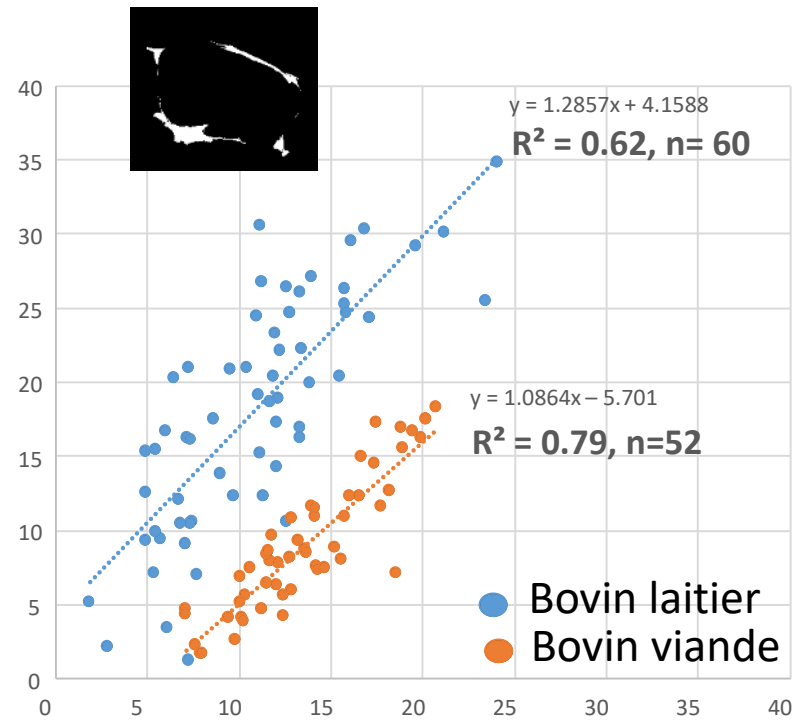
Validation des résultats par des mesures de « laboratoire »

« Persillé, gras intramusculaires »



% lipides estimé par gravimétrie

Gras totaux sauf persillé



poids des gras / poids total des
constituants de la cote après dissection

Applications futures

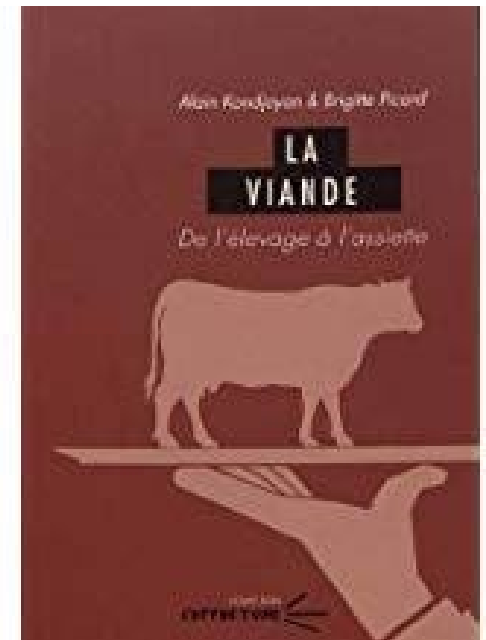
- Développement en cours sur **des muscles piécés**, bruts et en barquette
- Un **outil à tester d'ici 2 ans**
- Une **utilisation en abattoir** au niveau de la découpe en quart ou sur muscle => mesurer la teneur en gras des carcasses ou des muscles qui impacte le rendement de découpe, l'acceptabilité et l'orientation commerciale des morceaux
- Une **utilisation en boucherie, supermarché ou par le consommateur** => mesurer le persillé qui influence l'acte d'achat, mais aussi la satisfaction lors de la dégustation



Numéro spécial Inra Productions Animales



[http://www6.inra.fr/productions-animales/NUME
A-THEMES/Le-Muscle-et-la-viande](http://www6.inra.fr/productions-animales/NUME-A-THEMES/Le-Muscle-et-la-viande)



A close-up photograph of a brown cow with large, curved horns. The cow is wearing a dark leather harness with metal buckles and a chain. It is eating hay from a metal feeder. The background shows a barn setting with metal railings and other cows. The text "Merci pour votre attention" is overlaid in a teal, italicized font across the center of the image.

Merci pour votre attention