CReA VIANDE

Fiches synthétiques résultats

La diversification de production

Une solution pour faire face aux aléas

Les exploitations sont soumises à divers aléas :

Changement climatique — **Volatilité des prix du marché** — **Crises sanitaires**

Quelles stratégies adopter dans les exploitations de ruminants pour y faire face ?

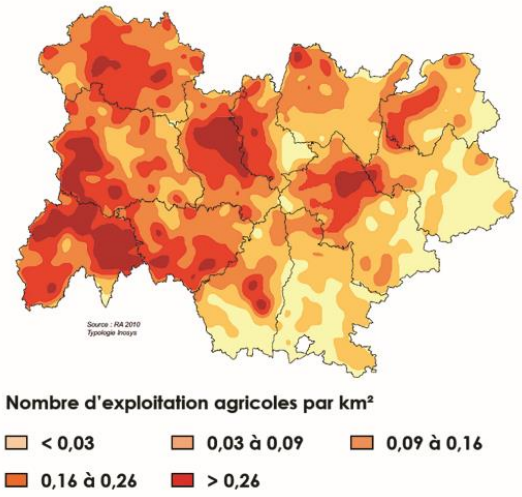
Un exemple d'alternative

Les systèmes d'élevage de ruminants mixtes

En bovins viande

En région Auvergne-Rhône-Alpes, les exploitations possédant un atelier bovin viande associent fréquemment un autre atelier (bovin lait, polyculture, ovins viande, ...).

Elevage de bovins viande avec une autre production

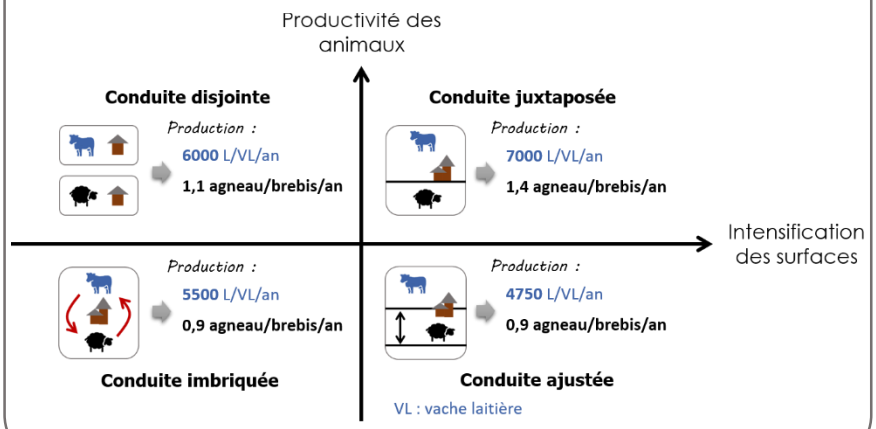


En bovins lait

Cas du système :

Bovin lait — Ovin viande

Différentes stratégies de conduites d'élevage peuvent être mises en place selon la productivité des animaux et le niveau d'intensification des surfaces.



Les **principaux avantages** exprimés par les éleveurs de ruminants mixtes :

- Une meilleure valorisation de la ressource herbagère.
- Une sécurisation du revenu grâce à la diversification des marchés.
- Des entrées d'argent à différentes périodes.

La gestion conjointe de 2 espèces de ruminants est un moyen de donner une plus grande souplesse au système.

S. Cournut et al. (2012). Intérêt de la mixité d'espèces pour accroitre la flexibilité des élevages : l'exemple bovin lait + ovin viande en Auvergne. ***Rencontres Recherches Ruminants****, 19:273-276.*

P.-J. Gendron et al. (2016). L'élevage herbivore régional : une diversité porteuse d'avenir. ***Agreste Auvergne-Rhône-Alpes Analyses****, 5:1-8. http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/R8416A12.pdf*

sylvie.cournut@vetagro-sup.fr helene.rapey@irstea.fr

L'innovation dans les systèmes d'élevage de ruminants

La recherche d'un équilibre entre travail et économie

L'**avenir** des élevages de ruminants dépend aussi de leur capacité à innover.

Les éleveurs de ruminants ont des **conceptions différentes** de leur métier → Des attentes différentes concernant l'équilibre entre conditions de **travail** et performances **économiques**

Quelles innovations sont mises en place par les éleveurs bovins et ovins ?

Les **principales motivations** des éleveurs de ruminants pour innover sur leur exploitation sont :

- Améliorer les **conditions de travail**
- Réduire les **coûts** de production et améliorer leur **revenu**
- Réduire la **sensibilité** du système aux aléas
- Améliorer les **performances techniques**

Des innovations différentes selon le type d'élevage

Bovins

Ovins

Innovations dans les exploitations : les principaux leviers d'action selon les espèces

Alimentation	**20%**	**14%**
Reproduction	**13%**	**15%**
Equipement	**14%**	**22%**
Bâtiments	**11%**	**9%**
Pâturage	**2%**	**10%**

Les pourcentages représentent la part des innovations par thème parmi 150 innovations répertoriées chez des éleveurs allaitants (ou).

Exemple d'innovation :

Mise en place de la distribution d'aliment fermier pour les agneaux.

Le conseil et l'accompagnement des éleveurs doivent être adaptés à leurs attentes en termes d'équilibre entre vivabilité et viabilité.

S. Chauvat et al. (2013). Clés de réussite et conceptions du métier dans les élevages ovins viandes performants sur l'économie et le travail. ***Rencontres Recherches Ruminants****, 20:229-232.*

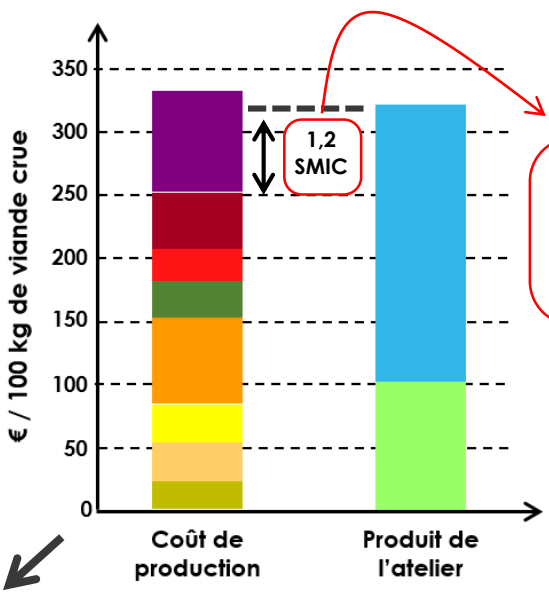
S. Ingrand et al. (2012). Les innovations en élevages bovins et ovins allaitants : analyse de résultats d'entretiens auprès d'éleveurs et de réponses d'experts à un questionnaire. ***Rencontres Recherches Ruminants****, 19:393-396.*

jean-yves.pailleux@inra.fr

Calculer son coût de production pour mieux piloter son exploitation

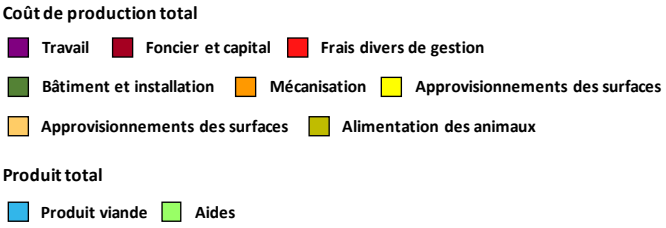
COUPROD : un logiciel utilisé par un grand nombre d'organismes agricoles.

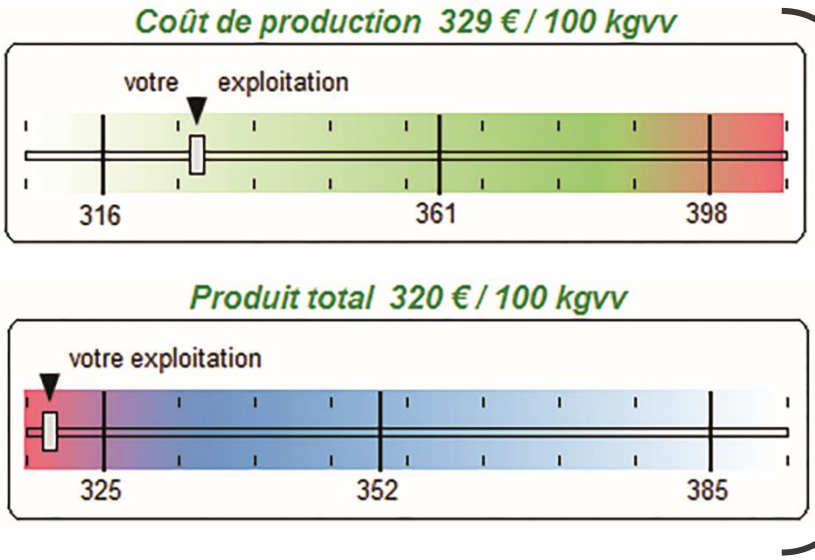
Il permet de **formaliser** la composition du coût de production et du produit de l'atelier viande de l'exploitation.



Niveau de rémunération en nombre de salaires minimums de croissance (SMIC) par unité de main d'œuvre exploitant.

Il permet de **situer** les résultats de l'exploitation par rapport à ceux d'autres exploitations d'un même système.





Identification des points faibles

Identifier des pistes d'amélioration avec un technicien

Les réseaux d'Elevage : Calculer le coût de production en bovins viande, septembre 2010.

Réseau d'Elevage du bassin Limousin : Un diagnostic coûts production pour définir un plan d'actions, mars 2014.

http://couprod.idele.fr

thierry.charroin@idele.fr

La finition à l'herbe

Quels effets sur les qualités de la viande ?

Au **pâturage**, du fait de leurs déplacements, les ruminants ont des muscles plus rouges avec plus de collagène soluble.

Au **pâturage**, les ruminants ingèrent plus de caroténoïdes, leur gras est plus jaune.

La finition à l'**herbe** conduit généralement à la production d'une viande plus sombre.

Propriétés musculaires

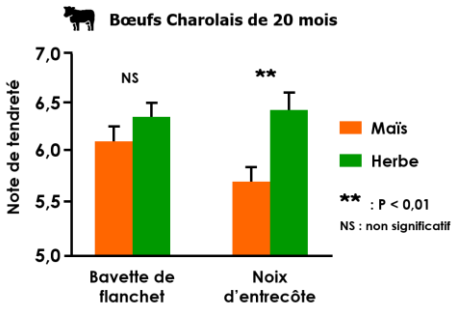
Couleur

Maximisation de l'utilisation de l'herbe
(pâturage / fourrages conservés)
lors de la finition chez :

Bovins

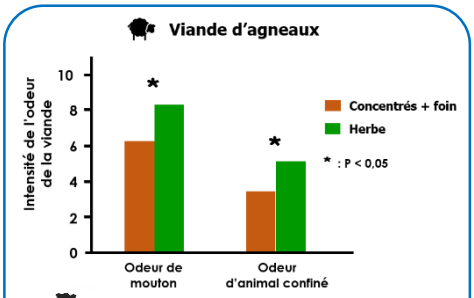
Ovins

Tendreté



La viande peut être plus tendre avec une finition à base d'**herbe**. Ces résultats sont variables selon le muscle et les conditions d'élevage.

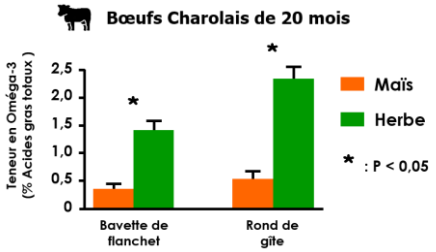
Flaveur et odeur



La flaveur et l'odeur de la viande est en général plus intense lorsque les ruminants sont finis au **pâturage**.

La flaveur et l'odeur de la viande d'agneaux sont très sensibles à la composition botanique de la prairie.

Valeur nutritionnelle



Une finition à l'herbe permet d'augmenter, dans la viande, les teneurs en antioxydants (vitamine E) et en acides gras d'intérêt pour l'homme, dont les Oméga-3.

Une finition à l'**herbe** permet de produire une viande de meilleure qualité nutritionnelle pour l'homme.

B. Lebret et al. (2015). Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. ***Inra Productions Animales****, 28(2):151-168.*

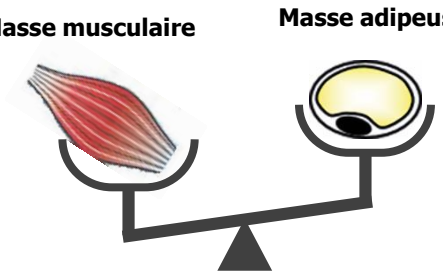
J. Normand et al. (2005). Le point sur… L'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. ***Collection Interbev****, Institut de l'Elevage, Interbev.*

S. Prache et al. (2015). La viande et la carcasse des agneaux : les principales qualités recherchées. ***Inra Productions Animales****, 28(2):105-110.*

sophie.prache@inra.fr

La sélection génétique des ruminants en France

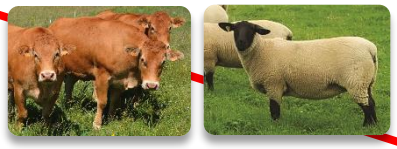
Un effet sur l'équilibre gras/muscle



La sélection de races spécialisées a joué sur l'équilibre entre le maigre et le gras de la carcasse

Sélection pour la **Viande**

Races à viande



+ Muscles
− Lipides
− Collagène

Viande

+ Tendre
+ Claire
− Flaveur

Races rustiques

Viande

Propriétés intermédiaires

Sélection pour le **Lait**

Races laitières

− Muscles
+ Lipides
+ Collagène

Viande

+ Rouge
+ Flaveur

Adapter la sélection génétique des ruminants en fonction de la qualité de viande recherchée par les consommateurs

B. Lebret et al. (2015). Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. ***Inra Productions Animales****, 28(2):151-168.*

A. Listrat et al. (2015). Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. ***Inra Productions Animales****, 28(2):125-136.*

brigitte.picard@inra.fr

Evolution du système EUROP

Pour une meilleure caractérisation de la qualité de la carcasse bovine

Evaluation de la qualité des carcasses en Europe, actuellement

5 indicateurs :

Type racial

Lait Viande

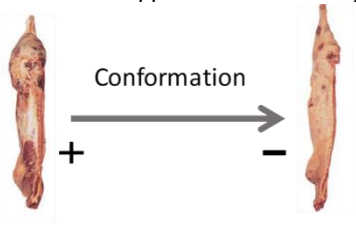
Catégories des bovins

Génisses Jeunes bovins Vaches

Poids de la carcasse

Conformation (grille EUROP)

(Évaluation du développement musculaire)



E — **Développement musculaire exceptionnel**

P — **Développement musculaire réduit**

Etat d'engraissement (grille 1 à 5)

(Évaluation de l'importance de gras sous-cutané)

1 — **Couverture de graisse inexistante à très faible**

5 — **Toute la carcasse est recouverte de graisse**

Les principales limites du système EUROP :

- Ne prend pas en compte la **complexité** et l'**hétérogénéité** des carcasses.
- Ne permet pas de **considérer de façon satisfaisante les intérêts** des différents acteurs de la filière (de l'éleveur aux consommateurs).

Proposition d'indicateurs complémentaires pour une meilleure caractérisation de la qualité des carcasses bovines :

- Poids du quartier arrière
- Couleur de la viande
- Rendement de découpe
- Note de persillé Note
- Surface de la noix de côte Note

Indicateurs facilement mesurables en abattoir

Nécessite une standardisation des méthodes d'évaluation au niveau des abattoirs avant la mise en application.

Une **évolution** du système EUROP

Meilleure caractérisation de la qualité des carcasses

Prise en compte des intérêts de l'ensemble des acteurs de la filière viande bovine

S. Bonny et al. (2017). La qualité sensorielle n'a pas de relation avec la classification de carcasses bovines. ***Viandes & Produits Carnés****, p: 1-6.*

V. Monteils et al. (2017). Proposition d'un complément au système EUROP. ***Viandes & Produits Carnés****, p: 1-11.*

V. Monteils et al. (2017). A set of indicators to better characterize at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. ***Livestock Science****, 202: 44-51.*

valerie.monteils@vetagro-sup.fr

Le stress des ruminants

Une qualité de viande détériorée

Facteurs de stress des ruminants

Propriétés biochimiques du muscle

- **Stress pré-abattage :** augmentation du pH à 24h *post-mortem*
- **Stress à l'abattage :** accélération de la vitesse de chute du pH

Propriétés de la viande

- Effet **négatif** sur la **tendreté,** la **couleur** et la **jutosité**
- Impact négatif sur la **conservation**

Elevage

- Réallotements
- Manipulations
- Transport

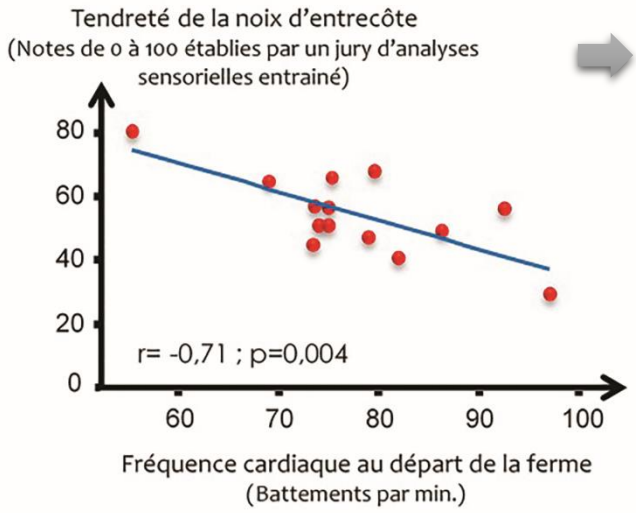
Abattoir

- Réallotements
- Transport
- Attente
- Bruit/odeurs
- Homme
- Manipulations
- Jeûne

Résultats démontrés chez :

Bovins

Le stress à l'abattage



\+ la fréquence cardiaque est élevée

– la **noix d'entrecôte** est tendre

Limiter le stress permet de produire de la viande plus tendre

C. Terlouw et al. (2015). Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes. ***Inra Productions Animales****, 28(2):169-182.*

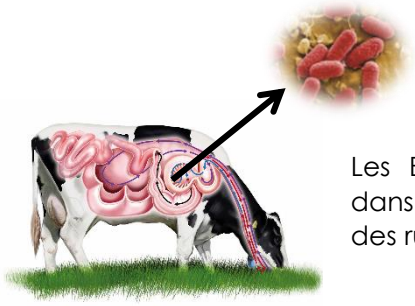
C. Terlouw et al. (2015). Réactions de stress des bovins dans un abattoir industriel français. ***Viandes & Produits Carnés****, 1-20.*

claudia.terlouw@inra.fr

Contamination bactérienne de la viande
↳ Un risque pour la santé humaine

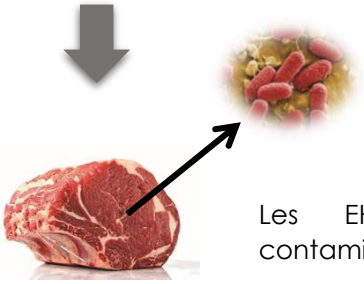
Cas des *Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC)

EHEC



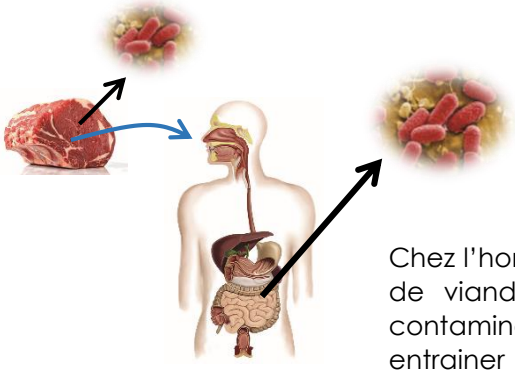
Les EHEC sont hébergés dans le tractus digestif des ruminants.

Ruminants



Les EHEC peuvent contaminer la viande.

Viande



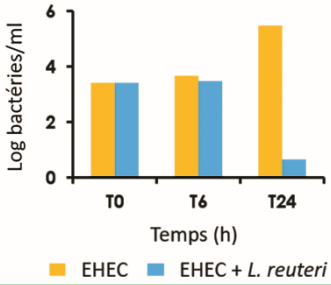
Chez l'homme, la consommation de viande crue ou peu cuite contaminée par des EHEC peut entrainer des pathologies digestives et rénales graves.

Homme

Des leviers pour maîtriser les risques liés aux EHEC

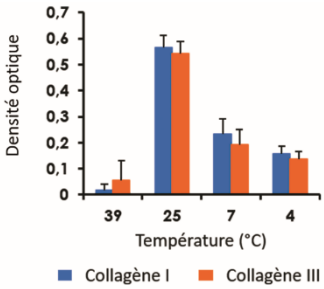
Utilisation de probiotiques dans l'alimentation des ruminants.

Lactobacillus reuteri inhibe la croissance des EHEC dans les contenus digestifs des ruminants.



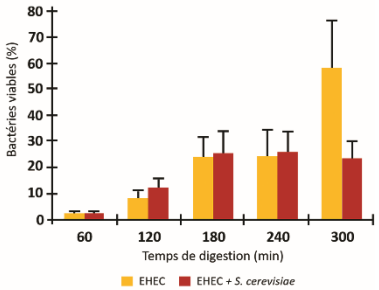
Effet de la température sur l'adhésion.

L'adhésion des EHEC aux collagènes présents dans la viande est réduite à basse température.



Utilisation de probiotique dans l'alimentation humaine.

L'addition de la levure *Saccharomyces cerevisieae* comme probiotique entraine une diminution de la survie des EHEC dans un modèle de digestion artificielle.



Y. Bertin et al. (2017). Lactobacillus reuteri *suppresses* E. coli *O157:H7 in bovine ruminal fluid: Toward a pre-slaughter strategy to improve food safety?* ***PLoS ONE****, 12(11): e0187229. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187229*

C. Chagnot et al. (2017). Colonisation of meat by Escherichia coli O157:H7: Investigating Bacterial Tropism with Respect to the Different Types of Skeletal Muscles, Subtypes of Myofibres and Postmortem Time. ***Frontiers in Microbiology****, 1366(8). doi:10.3389/fmicb.2017.01366*

D. *Chaucheyras et al. (2016).* Comment garantir la sécurité microbiologique de la viande bovine ? **Viandes & Produits Carnés**, 32-4-3.

L. Etienne-Mesmin et al. (2011). Effect of a new probiotic *Saccharomyces cerevisiae* strain on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 in a dynamic gastrointestinal model. **Applied and Environmental Microbiology**. 77(3):1127-1131.

regine.talon@inra.fr

Quel impact de la cuisson sur la qualité des viandes ?

Une approche couplant expérimentation modélisation

Une bonne maîtrise de la cuisson de la viande est primordiale pour conserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit cuit.

Viande

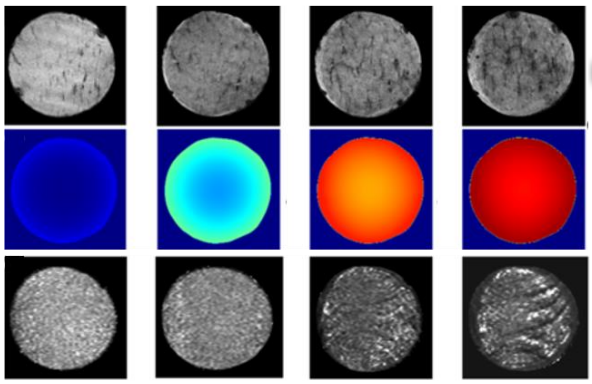
Cuisson de la viande

4 températures de cuisson : 21°C, 44°C, 62°C, 71°C

Structure musculaire de la viande (évaluation par imagerie)

Evolution de la température **Bleu : 25°C; Rouge : 75°C**

Cartographie de l'eau dans la viande



L'imagerie par résonnance magnétique nucléaire (RMN) permet un suivi dynamique et non destructif de la transformation de la viande lors de sa cuisson.

+

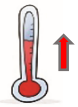
Modèles mathématiques

$$y = a + bx$$

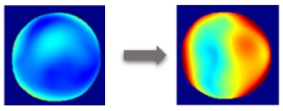
Simuler l'effet de la **température** sur la **déformation** et la **quantité d'eau** dans un produit carné au cours de sa cuisson.

Viande cuite

Eau



Elévation Température



Échelle de déformation (en mm) :
Bleu = 0 ; **Rouge** = 5

Augmentation de la déformation → Variable selon les propriétés du muscle

Il est important d'adapter la température de cuisson de la viande pour atteindre une qualité optimale.

M. Bouhara et al. (2011). Dynamic MRI and thermal simulation to interpret deformation and water transfer in meat during heating. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry****, 59:1229-1235.*

M. Bouhara et al. (2012). In situ imaging highlights local structural changes during heating: the case of meat. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry****, 60:4678-4687.*

M. Bouhara et al. (2012). Mapping of muscle deformation during heating: in situ dynamic MRI and nonlinear registration. ***Magnetic Resonance Imaging****, 30:422-430.*

jean-marie.bonny@inra.fr alain.kondjoyan@inra.fr

Impact du procédé industriel sur l'évolution des produits carnés transformés

Une approche par imagerie

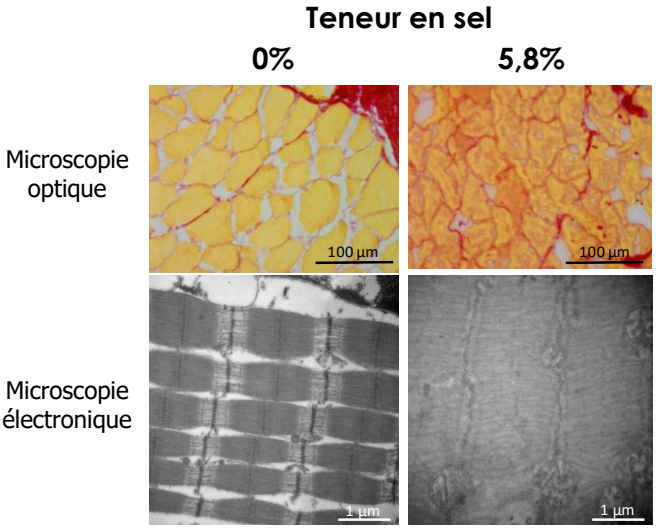
Les **préparations industrielles** des produits carnés transformés sont le **résultat** d'une succession d'**étapes technologiques**

Modification de la structure des aliments à l'échelle moléculaire

Répercussions sur la texture, la couleur, le goût, …, du produit final

Désirées mais parfois incontrôlées

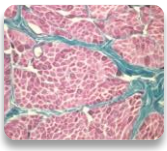
Effet d'une incubation en saumure sur la structure du tissu musculaire de bovin



Développement de **méthodes d'imagerie** pour suivre ces modifications

À différentes échelles

Cellulaire

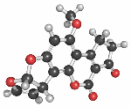


Microscopie optique

Ultra-structurale

Microscopie électronique

Moléculaire



Micro-spectroscopie haute résolution

+

Mesures physico-chimiques : pH, texture, activité de l'eau…

Caractériser finement la structure des produits carnés au cours de leur transformation

Optimiser/modéliser les procédés de transformation

Aider à la reformulation des produits

T. Astruc et al. (2012). In situ thermal denaturation of myofiber sub-type proteins studied by immunohistofluorescence and synchroton radiation FT-IR microspectroscopy. ***Food Chemistry****, 134:1044-1051.*

T. Astruc (2014). Muscle structure and digestive enzyme bio-accessibility to intracellular compartment. ***Food Structure Digestion and Health****, Elsevier edition, pp. 193-222.*

R. Filgueras et al. (2016). Sodium Chloride Diffusion during Muscle Salting Evidenced by Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy Imaging. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry****, 64:699-705.*

D. Sharedeh et al. (2015). Analysis of salt penetration enhancement in meat tissue by mechanical treatment using a tumbling simulator. ***Journal of Food Engineering,*** *166:377-383.*

thierry.astruc@inra.fr pierre-sylvain.mirade@inra.fr

Des technologies innovantes au service des viandes de qualité et à haute valeur ajoutée

Maîtriser la sécurité sanitaire des viandes

2 exemples d'approches

Paramètres adaptés pour la maturation des viandes bovines

Température
Humidité relative
Vitesse d'air
Activité de l'eau de surface
Microbiologie de surface

Maturation longue durée

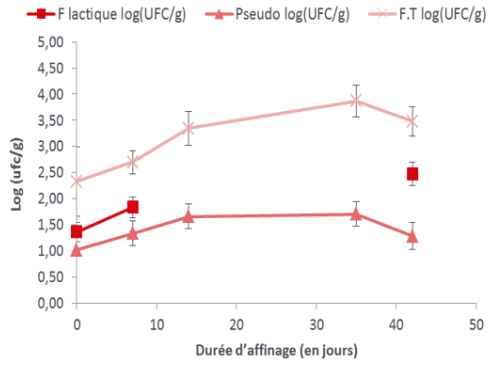
Conditions de maturation optimales

- A l'air pour la **FLAVEUR**
- Longue durée pour la **TENDRETE** et la **FLAVEUR**
- A sec pour la **FLAVEUR** et la **MAÎTRISE MICROBIOLOGIQUE**

- **Tendreté optimale**
- **Flaveur marquée**
- **Maîtrise microbiologique**

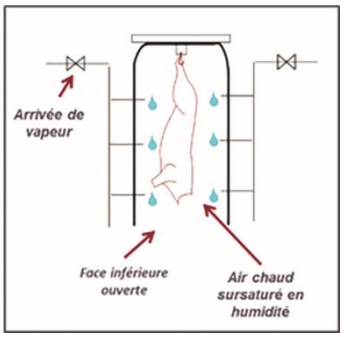
Conformité aux critères microbiologiques de la Fédération du Commerce et de la Distribution après 8 semaines d'affinage

Évolution des qualités microbiologique des viandes en cellule d'affinage



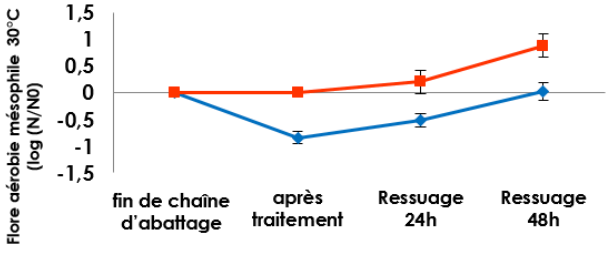
Transfert industriel

Tunnel vapeur de décontamination des carcasses



Immersion de la carcasse dans un milieu saturé en hygrométrie maintenu à 90 °C : **flash pasteurisation**

Sécurisation microbiologique de carcasses en fin de ligne d'abattage



DOME VAPEUR : Installation pour la realisation d'un échaudage d'au moins une carcasse animale et proceed mettant en oeuvre une telle installation. Brevet n° 11 56311 - France

TUNNEL VALEUR : Installation de decontamination en continu des carcasses animales. Dépôt Brevet n° 1751407 - France

alain.peyron@adiv.fr

Vers des viandes transformées plus sûres à l'arôme préservé

Suite aux alertes de l'OMS, les **consommateurs** et les **pouvoirs publiques** sont de plus en plus **soucieux** de la **sécurité chimique des produits transformés**.

Viande crue

Viande transformée

Des méthodes analytiques ont été développées pour suivre les composés **toxiques** (spectrométrie de masse) et les composés **odeur-actifs** (olfactométrie) générés lors de la **cuisson des viandes** et déterminer leur abondance.

Impact de la cuisson sur l'apparition de composés toxiques

Intensité de cuisson forte

↓

Augmentation de l'abondance de composés toxiques

Par exemple :

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques
- Amines aromatiques hétérocycliques

Impact de la cuisson sur l'apparition d'arômes recherchés

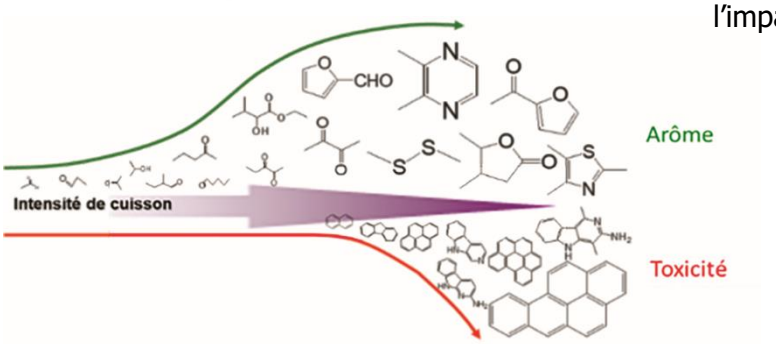
Intensité de cuisson forte

↓

Libération de composés aromatiques recherchés

Par exemple :

- Pyrazines → Note de grillé
- Composés carbonylés et soufrés → Contribution olfactive appréciée par le consommateur



Identification de leviers d'action pour **réduire** l'impact des composés toxiques sur la santé humaine

- **Leur formation**
  (via les matières premières, les procédés ou la formulation)
- **Leur digestibilité**
- **Leur métabolisme**

Lors de la cuisson, il faut trouver le **meilleur compromis** entre composés odorants recherchés et composés toxiques

E. Engel & M. Meurillon (2015). Les produits néoformés. ***L'Alimentation à découvert****, Ed. CNRS, chap 13.*

A. Giri et al. (2015). Relevance of two-dimensional gas chromatography and high resolution olfactometry for the parallel determination of heat-induced toxicants and odorants in cooked food. ***Journal of Chromatography A****, 1388:217-226.*

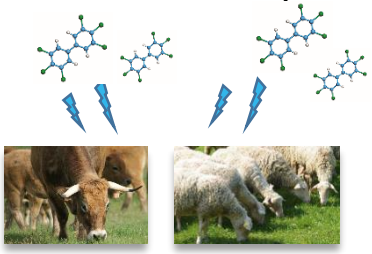
M. Meurillon & E. Engel (2016). Mitigation strategies to reduce the impact of heterocyclic aromatic amines in proteinaceous foods. ***Trends in Food Science & Technology****, 50:70-84.*

erwan.engel@inra.fr

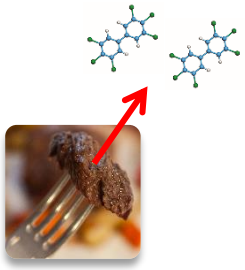
Impact des transformations sur les constituants des viandes

Quid des contaminants chimiques toxiques ?

Contaminants chimiques



Durant la phase d'élevage, les ruminants sont exposés à divers contaminants chimiques



Les **contaminants chimiques** peuvent se retrouver dans la viande consommée par l'homme

Risque pour la santé humaine

Quels sont les effets de la cuisson et de la digestion sur la bioaccessibilité de ces contaminants ?

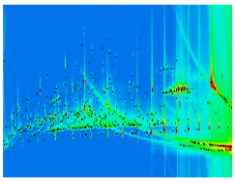
Viande crue → **Evaluation du risque** → **Impact santé**

Contaminants → Bioaccessibilité → Toxicité → Quantité consommée

Cuisson instrumentée

+

Digestion *in vitro*



Cartographie sanitaire multi-résidus

Cas des Polychlorobiphenyls (PCBs)

- Polluants organiques persistants qui s'accumulent chez les animaux
- 90% de l'exposition humaine aux PCBs provient de l'alimentation, notamment des produits animaux (OMS)

Impact de la cuisson :

- Jusqu'à 60% de pertes de PCBs via le jus de cuisson
- Pertes plus importantes lorsque l'intensité de la cuisson augmente

Impact de la digestion :

- Seul ¼ des PCBs est capable de traverser la barrière intestinale et d'induire un éventuel effet toxique.
- La bioaccessibilité diminue avec le taux de matières grasses et est peu impactée par l'intensité de la cuisson.
- La bioaccessibilité est moins forte chez les enfants et les personnes âgées que chez les adultes.

Il est important de prendre en compte les transformations technologiques et physiologiques de la viande dans l'évaluation du risque chimique.

C. Planche et al. (2017). Effects of pan cooking on micropollutants in meat. ***Food Chemistry***, 232:395-404.

J. Tressou et al. (2017). Exposure assessment for dioxin-like PCBs intake from organic and conventional meat integrating cooking and digestion effects. ***Food and Chemical Toxicology***, 110:251-261.

erwan.engel@inra.fr

Phénotypage de l'animal et Gestion des qualités

Les « omiques » qu'est-ce que c'est ?

Le terme « omiques » correspond aux méthodes permettant l'étude à grande échelle de la **structure**, de la **fonction** et de l'**évolution** des génomes (ensemble des gènes portés par les chromosomes).

L'**amélioration des connaissances sur les génomes** et le développement des **méthodes de biologie moléculaire** a permis l'essor de 2 types de génomiques.

Génomique structurale

Elle s'intéresse à des régions sur l'ADN pour **identifier** et **localiser** des gènes (dizaines de milliers) ayant des **mutations** associées à des caractères d'intérêt (Ex : qualité des viandes).

Génomique fonctionnelle

Elle s'intéresse aux molécules qui permettent le **fonctionnement** du vivant : passage de l'information génétique (génotype) au phénotype.

Méthodes « omiques » à différentes échelles

ADN → **Génomique**

ARNm → **Transcriptomique**

Protéines → **Protéomique**

Métabolites → **Métabolomique**

Lipides → **Lipidomique**

...

Carte génétique

Un **individu** a la **même carte génétique** quels que soient son âge et son tissu.

Génotype

Marqueurs génétiques = séquences d'ADN dont la variation est **associée à la variabilité d'un caractère d'intérêt**

Phénotype variable selon le type d'animal et sa conduite d'élevage.

Biomarqueurs = molécules dont l'abondance est **associée à la mesure d'un caractère d'intérêt**

Pilotage des caractères d'intérêt tels que **qualités des carcasses et des viandes, efficience alimentaire, ...**

Les méthodes « omiques » (haut débit) sont une solution pour :

- **Comprendre** les fonctions biologiques
- **Identifier** des marqueurs génétiques et des biomarqueurs phénotypiques et les intégrer dans des outils

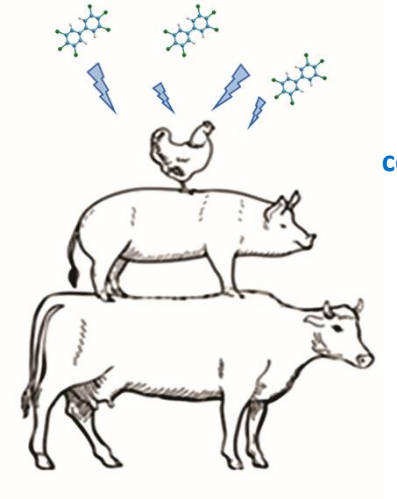
Institut de l'Elevage et INRA (2011). La révolution génomique animale. ***Editions France Agricole****, 228 pp.*

B. Picard et al. (2015). Des marqueurs génomiques au service de la qualité de la viande. ***Inra Productions Animales****, 28(2):183-196.*

isabelle.cassar-malek@inra.fr

Vers un contrôle renforcé de la sécurité chimique des viandes

De nouvelles possibilités avec les approches « omiques »



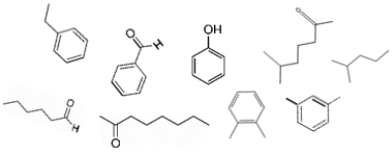
Différentes origines de contaminations chimiques lors de l'élevage des animaux

- Micropolluants environnementaux
- Produits phytosanitaires
- Produits vétérinaires
- Toxines naturelles

Les attentes de la société

Garantir plus systématiquement la sécurité chimique des aliments

Viande & produits dérivés



Variation des composés volatils ou « volatolome » présents dans les produits

Détection de contamination

Méthodes actuelles

Méthodes ciblant la présence des contaminants ou de leurs résidus dans les aliments et les tissus des animaux.

\+ Très performantes

\- Coûteuses
Lourdes à mettre en œuvre
Difficulté de réaliser des contrôles systématiques à large échelle

Développement de méthodes « omiques »

Identifier dans les tissus ou les fluides des animaux des composés métaboliques **marqueurs** d'une **contamination chimique** durant la **phase d'élevage**.

Un exemple de méthode : la volatolomique

Méthode mesurant les composés volatils émis par les cellules composant le produit animale (« volatolomique »)

Méthode rapide et peu coûteuse

Révéler les perturbations du métabolisme de l'animal en réponse à l'exposition aux **contaminants chimiques**

S. Abou el Karam et al. (2017). Marker discovery in volatolomics based on systematic alignment of GC-MS signals: Application to food authentication. ***Analytica chimica acta,*** *991:58-67.*

J. Bouhlel et al. (2018). Comparison of common components analysis with principal components analysis and independent components analysis: Application to SPME-GC-MS volatolomic signatures. ***Talanta,*** *178:854-863.*

J. Bouhlel et al. (2017). Solid-phase microextraction set-up for the analysis of liver volatolome to detect livestock exposure to micropollutants. ***Journal of Chromatography A,*** *149: 9-18.*

J. Ratel et al. (2017). Liver volatolomics to reveal poultry exposure to γ-hexabromocyclododecane (HBCD). ***Chemosphere,*** *189:634-642.*

erwan.engel@inra.fr

La prédiction des performances et des qualités des produits carnés à l'aide d'approches complémentaires

Connaissances → Modélisation

Pratiques d'élevage

Base de données sur les **pratiques d'élevage :**
- Données expérimentales
- Enquêtes en élevage

Prédiction de la **qualité potentielle** de la **carcasse** et de la **viande** à partir de **facteurs d'élevage** mesurés au cours de la vie de l'animal (ex : poids, âge, alimentation, etc.)

Plasma sanguin

Métabolites et **protéines** dont les teneurs sont liées aux propriétés de la viande et à des paramètres de performances animales

Prédiction des **performances** de l'animal et du **potentiel qualité** de la viande

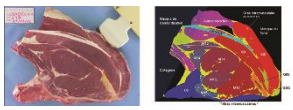
Muscle

Protéines musculaires et/ou **adipeuses** dont les teneurs sont liées aux propriétés de la viande

Prédire pour :
- Trier les types de carcasse.
- Améliorer la génétique des animaux

Carcasse

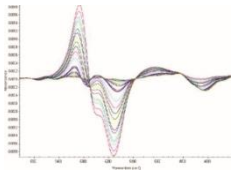
Imagerie optique



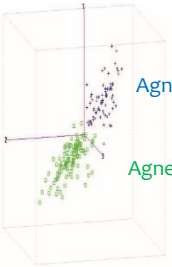
Dissection virtuelle de la 6ème côte

Viande

Spectroscopie proche infrarouge (SPIR)



Prédire pour :
- Caractériser les **propriétés** de la carcasse
- Caractériser la **qualité nutritionnelle** des produits carnés
- Caractériser la **typicité** des produits carnés
- Identifier l'**origine** des produits carnés



Applications

pour la **filière viande** et le **consommateur**

- **Estimer le potentiel « Qualité » (carcasse et animal vivant)**
- **Adapter les systèmes de production (Elevage de précision)**
- **Fournir des phénotypes pour la sélection génomique**
- **Garantir la traçabilité des systèmes d'élevage**

Comment ?

- Outils de conseils
- Développement de puces biomarqueurs
- Application pour smartphone
- Utilisation de la SPIR en abattoir
- …

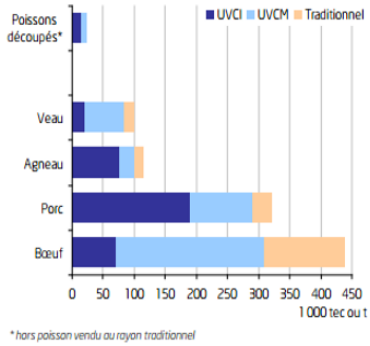
D. Andueza et al. (2015). Utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge et de la fluorescence pour estimer la qualité et la traçabilité de la viande. ***Inra Productions Animales****, 28(2):197-208.*
J. Normand et M. Ferrand. (2015). Evaluation de la conformation, de l'état d'engraissement et du pourcentage de muscle des carcasses d'agneau par analyse d'image : les performances de la machine à classer ovine dans le contexte des abattoirs français. ***3R****, 22:371-374.*
B. Picard et al. (2015). Des marqueurs génomiques au service de la qualité de la viande. ***Inra Productions Animales****, 28(2):183-196.*
J. Soulat et al. (2016). Prediction of beef carcass and meat traits from rearing factors in young bulls and cull cows. ***Journal of Animal Science****, 94:1712-1726.*

muriel.bonnet@inra.fr jerome.normand@idele.fr

Outils, capteurs de mesure de la qualité des viandes et des produits élaborés

83% de la viande fraîche est vendue en Unités de Vente Consommateur conditionnées en magasin (**UVCM**) ou de façon industrielle (**UVCI**).

Part relative des UVCM / UVCI dans les rayons libre-service des grandes et moyennes surfaces (GMS) y compris hors domicile

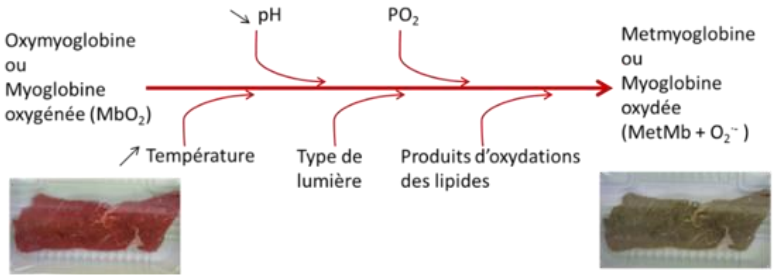


Pour les consommateurs

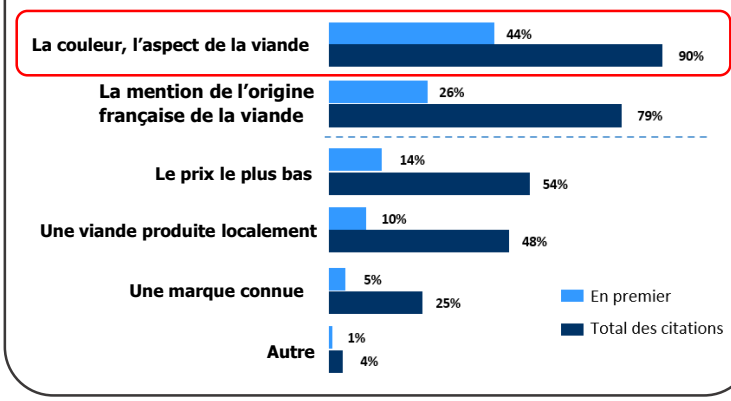
Les principaux critères entraînant l'achat de viande fraîche sont : la **COULEUR** et l'**ASPECT**.

L'évolution de la couleur de la viande

un phénomène multifactoriel complexe



Les principaux critères d'achat de viande fraîche des consommateurs



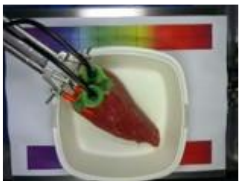
Maîtriser la couleur de la viande pour :

- **Limiter le gaspillage alimentaire en orientant la viande sur des filières courtes ou longues**
- **Augmenter la durée de vie de la viande**

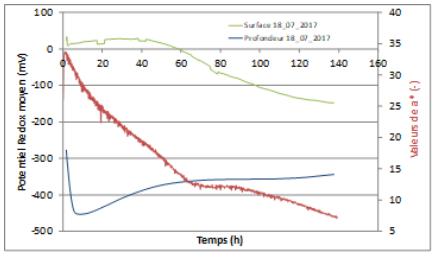
Développer une nouvelle méthode pour **modéliser** et **prédire** le potentiel d'oxydo-réduction de la viande

Optimiser les procédés de transformation des produits carnés

Les finalités



Développer un outil de prédiction des propriétés physico-chimiques de la viande



Simuler l'évolution de la couleur en fonction de différents facteurs

Thèse en cours de Paolo CUCCI (Doctorant en Génie des procédés) sur cofinancement FEDER et ADIV

Travaux réalisés dans le cadre de l'UMT NEWCARN « Développer les produits carnés de demain »

laurent.picgirard@adiv.fr

Gestion des qualités et Attentes des consommateurs

CReA VIANDE

Viandes de ruminants : quels bénéfices / risques pour le consommateur ?

Les **atouts** et les **inconvénients** de la viande rouge pour les consommateurs sur le plan de la **santé**.

100 g de viande bovine couvrent :

- **30 à 50%** des apports nutritionnels conseillés (ANC) en **protéines**
- **50 à 75%** des **9 acides aminés (AA) indispensables**
- La **digestibilité des AA** de la **viande** est **supérieure** à celle des **produits végétaux**.
- **20 à 30%** des ANC en **fer**, **zinc** et **sélénium** et **50 à 100%** des ANC en **vitamine B12**

- Contient **peu d'acides gras à longue chaîne dont oméga 3 et 6** (7%) et **beaucoup d'acides gras saturés** (49%)
- Sa surconsommation **augmente** les **risques** de **maladies cardiovasculaire** et de **cancer colorectal**

Quels sont les leviers de la filière pour préserver ces qualités ?

Elevage

- Elevage à l'herbe (plus de vitamines E, de caroténoïdes, de polyphénols)
- Ajout d'antioxydants dans la ration (plus de vitamine E et de polyphénols)

Abattage → Réduire le stress des animaux

Découpe, emballage, …

- Réfrigération / Congélation
- Conservation sous vide, sous gaz neutre (CO_2, CO_2/N_2)
- Conservation à l'abri de lumière
- Ajout d'antioxydants directement sur les produits (herbes, marinade, …)

Cuisson

- Optimisation des couples temps / températures
- Modes de cuisson : grillade, vapeur, …

Consommation

- Association avec des fruits et légumes riches en antioxydants
- Consommation de produits laitiers lors du repas

Tous les acteurs de la filière peuvent contribuer à préserver les qualités des viandes.

D. Durand et al. (2010). Stabilité oxydative et qualités des viandes. ***Muscle et viande de ruminant****, Editions Quae, Versailles, pp 183-196.*

M. Gobert et al. (2013). Stress oxydant et qualité nutritionnelle des produits animaux. ***Cahiers de Nutrition et Diététique****, 48:225-232.*

J. Normand et al. (2015). Produire de la viande bovine enrichie en acides gras polyinsaturés oméga 3 à partir de graines de lin : quelles modalités d'apport du lin, quelles conséquences sur la qualité de la viande ? ***Rencontres Recherches Ruminants****, 22:371-374.*

D. Rémond et al. (2014). Les 3 points forts des protéines de la viande : composition en acides aminés, digestibilité et vitesse de digestion. ***Viandes et Produits Carnés (Hors-série)****.*

denis.durand@inra.fr christophe.denoyelle@idele.fr

INRA SCIENCE & IMPACT — ADIV viande performances — VetAgro Sup — INSTITUT DE L'ELEVAGE idele — CAP 20-25 — I-SITE CLERMONT Clermont Auvergne Project — INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Evaluer l'acceptabilité consommateur et le capital image des produits

Quels produits pour quels marchés ?

Démarche

1 Etudier les modes et les habitudes de **CONSOMMATION**

- **Etudes quantitatives**
  - Sondages (> 1000 individus)
  - Achats réels sortis de caisse (Panels Kantar)
  - Etudes thématiques
- **Etudes qualitatives**
  - Groupes de discussion consommateurs
  - Innovations et tendances marchés
  - Prospectives

2 Connaitre les **PRODUITS** et les **MARCHES** cibles

- Etudes thématiques
- Entretiens experts
- Etude approfondie des linéaires

3 **STRATEGIE** adaptée de couple produit / marché

- Nouveaux produits / Nouvelles gammes ?
- Nouvelles filières ?
- Nouveaux marchés ?

4 **Validation** du nouveau couple produit / marché par le **consommateur**

5 **Traduire** la stratégie en **marketing** et en **communication**

Nouveau produit sur le marché

antoine.cerles@adiv.fr

Maintien de systèmes bovins allaitants-porcins dans le Massif Central

Le porc : un atout pour les bovins allaitants

Enquête postale 2019 auprès des 1250 éleveurs de porcs du Massif Central

↓

266 éleveurs répondants à l'enquête dont **114 éleveurs de bovins allaitants avec un atelier porcin** localisés surtout dans six départements du Massif (12, 19, 63, 42, 15, 23)

Des élevages bovin viande-porcin plutôt grands :
70 vaches allaitantes, 110 ha de Surface Agricole Utilisée,
2,2 Unités de Travail en moyenne

Deux types de systèmes, identiques en taille, mais d'orientation contrastée, visant à sécuriser leur revenu

40% des 114 élevages avec naissage des porcelets (=>avec truies):

- une **production annuelle de porcs charcutiers importante** (2230 en moyenne en 2018)
- seulement **7%** d'élevages **qui transforment les porcs**
- **14%** d'élevages **projetant d'augmenter l'effectif porcin d'ici 5 ans, et autant projetant d'augmenter les bovins**
- seulement **7%** d'élevages avec un exploitant **de moins de 40 ans**

60% de 114 élevages engraissent seulement les porcs (pas de truie) :

- une **production annuelle de porcs charcutiers modérée** (987 en moyenne en 2018)
- **24%** d'élevages **qui transforment les porcs**
- **23%** d'élevages **projetant d'augmenter l'effectif porcin d'ici 5 ans, et 17% projetant d'augmenter les bovins**
- **23%** d'élevages avec un exploitant de **moins de 40 ans**

Trois principaux **intérêts de l'atelier bovin allaitant d'après ces éleveurs : valorisation de ressources disponibles telles que l'herbe (73%), diversification du revenu (55%), augmentation du revenu (39%)** …**pour l'atelier porcin**, les principaux intérêts cités sont **: diversification du revenu (61% de citations), augmentation de revenu (51%), production d'effluents (41%)**

Voir les articles sources sur le site du projet https://www.aporthe.fr

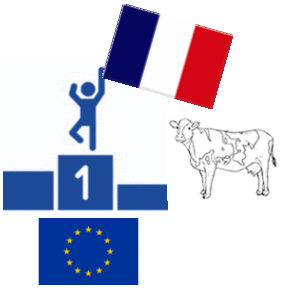
Contacts : helene.rapey@inrae.fr
bruno.dounies@porcdemontagne.com

Valorisation des résidus d'abattage et de transformation d'animaux d'élevage

Les résidus animaux : de nouvelles matières premières pour de nombreux secteurs d'activité

Toutes les parties des animaux abattus pour la consommation humaine qui ne sont pas désignés sous le terme *viande* représentent les « ***coproduits*** » et les « ***sous-produits*** »

L'élevage pour la production de **lait** est aussi une source de résidus d'animaux d'abattage

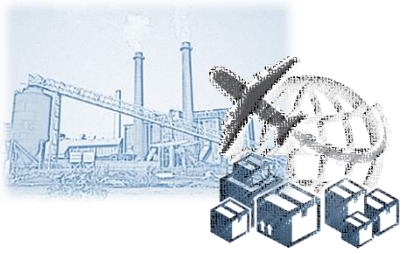


30 – 35 % pour la filière volaille (en poids)

35 – 40 % pour la filière porcine

45 – 60 % pour la filière bovine

45 – 50 % pour les filières ovine/caprine



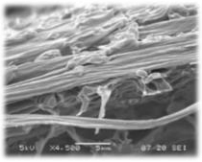
Les résidus animaux de la filière bovine sont les plus abondants

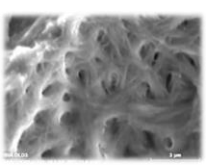
Ils sont incinérés ou exportés pour la plupart avec une très faible valeur ajoutée

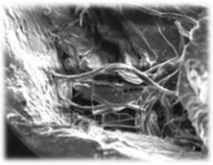
Valorisation à haute valeur ajoutée

De **nombreuses molécules d'intérêt** peuvent être extraites des résidus animaux

Trois grands secteurs d'application peuvent être ciblés







Matériaux

- Biomatériaux
- Emballages
- Fibres textiles
- Capteurs

Santé et bien-être

- Pharmaceutique
- Biomédecine
- Biosenseurs
- Cosmétique
- Alimentation

Agriculture/Fertilisation

- Nutriments (N,C,K, Ca…)
- Nutriments limitants (P)
- Revêtements (biodégradables) pour des engrais à libération contrôlée

Ferraro, V., Anton, M., Santé-Lhoutellier, V. (2016). *The "sisters" α-helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: functionality, bioactivity and trends of application.* Trends in Food Science & Technology, 51, 65-75.

vincenza.ferraro@inra.fr

Itinéraires techniques et Gestion des qualités

Pratiques d'élevage de jeunes bovins → propriétés des carcasses et de la viande. Quelles relations ?

Les données d'élevage

▪ 13 jeunes mâles Aubrac issus d'un élevage herbager de montagne (altitude 1100 m)

▪ 6 pratiques d'élevage

Age au sevrage
Temps passé avec la mère
Durée de vie après le sevrage
Quantité de concentré (cumul par période de vie) :
. Jusqu'au sevrage
. Post-sevrage
. Vie entière

▪ 2 conduites d'élevage

Lot 1	*Naissance en hiver, sevrage à 7 mois, croissance-finition courte en bâtiment, niveau bas de concentrés (350 kg), abattage à 14 mois*
Lot 2	*Naissance au printemps, sevrage à 6 mois, croissance-finition plus longue, finition au pâturage, niveau haut de concentrés (650 kg), abattage à 16 mois*

Les données de carcasse

Classement EUROP	Poids Conformation Etat d'engraissement
Mesures sur la carcasse	pH 24 h Poids des 2 quartiers arrières Epaisseur du gras sous-cutané Couleur du gras intermusculaire
Mesures sur le muscle	Couleur Isoformes de myosine

Les données de viande

▪ Bavette de Flanchet

Analyse sensorielle	Tendreté Jutosité Flaveur
Analyse rhéologique	Force de cisaillement

3 pratiques d'élevage ont eu un effet sur la conformation des carcasses

Pratique d'élevage *= considérer une pratique isolément, quels que soient sa nature, le moment ou la durée de son application pendant la vie des animaux*

Pratique d'élevage	*Conformation des carcasses*
▪ Durée de vie post-sevrage **+**	**+**
▪ Quantité de concentré post-sevrage **+**	**+**
▪ Quantité de concentré vie entière **+**	**+**

La conduite d'élevage a eu un effet sur la conformation des carcasses

Conduite d'élevage = considérer l'ensemble des pratiques appliquées de la naissance à l'abattage de l'animal
Lot = groupe d'animaux conduits ensemble de la même façon

Conduite d'élevage	Conformation des carcasses
Conduite lot 1	−
Conduite lot 2	+

Des propriétés des carcasses ont été associées à des propriétés de la viande

Propriété des carcasses	Propriété de la viande
Poids +	Couleur + claire − rouge − jaune
Etat d'engraissement +	Couleur + claire− rouge − jaune
Conformation +	Jutosité globale +
Epaisseur gras sous-cutané +	Jutosité globale −
Couleur gras intermusculaire + jaune	Jutosité initiale −

La couleur de la viande est le 1er attribut de qualité perçu par le consommateur (Troy et Kerry 2010, Meat Science, 86) et le 1er critère d'achat des consommateurs français, qui apprécient une couleur rouge vif (Gomant et Chasles-Parot, IFOP, 2014)

Perception de la jutosité
Initiale : selon quantité d'eau libérée à la 1ère mastication
Soutenue : selon présence de lipides entrainant la salivation
Globale : selon ces 2 critères

En résumé

- Le mode d'élevage des jeunes bovins a eu un effet sur la conformation des carcasses, mais pas sur leur poids ou leur état d'engraissement, ni sur les propriétés de la viande.
- Les propriétés des carcasses ont été associées à la couleur et à la jutosité de la bavette de Flanchet, mais pas à sa tendreté ni à sa flaveur.
- Ces résultats, observés sur un nombre réduit d'animaux, sont à confirmer sur des effectifs plus importants et sur d'autres races.

Étude réalisée dans le cadre du programme PSDR New-DEAL *Diversité de l'élevage en Auvergne : un levier de durabilité pour la transition agro-écologique*, avec le concours de Raphaël Lamothe (stage fin d'études cycle ingénieur École d'ingénieur Purpan 2017) et Benjamin Ribeiro (stage 2ème année cycle ingénieur Bordeaux Sciences Agro 2019). Cofinancement Conseil Régional Auvergne-Rhône-Alpes, Inra, Irstea.

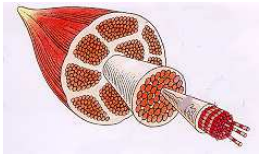
brigitte.picard@inrae.fr - valerie.monteils@vetagro-sup.fr

La myosine et les isoformes de chaînes lourdes dans les muscles de bovins

La myosine, c'est quoi, c'est où, à quoi ça sert ?

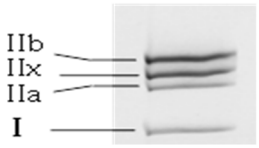
Le muscle

Sa composition
Eau
Protéines *(myosine)*
Lipides
Glycogène



Ses 3 constituants
Fibres *(myosine)*
Tissu conjonctif
Tissu adipeux

La molécule de myosine
4 chaînes légères
2 chaînes lourdes
↓
4 isoformes



Les isoformes de chaînes lourdes de la myosine (MyHC) influent sur la vitesse de contraction, le métabolisme énergétique et la couleur des fibres musculaires.
Elles conditionnent la maturation de la viande et ses qualités sensorielles.

Propriété des fibres musculaires	*Isoforme de chaînes lourdes de la myosine*			
	I	IIa	IIx	IIb
Vitesse de contraction	lente	rapide	rapide +	rapide ++
Type de métabolisme	oxydatif	oxydatif et glycolytique	glycolytique	glycolytique
Couleur rouge	+++++	+++	++	+

D'après Lefaucheur 2010, Meat Sciences 84, 257-270

La MyCH IIb est rare chez les bovins. Elle a été montrée chez des animaux de race Blonde d'Aquitaine, puis Charolaise et Limousine *(Picard et al., 2009, 3R, 16,159)*.

La MyCH IIb décrite pour la 1ère fois en race Aubrac

Gras sous cutané plus épais

Jutosité globale moins élevée

Abondance non modifiée par les conduites d'élevage

La présence de la MyCH IIb a été associée à des propriétés des carcasses et de la viande de jeunes mâles de race Aubrac, mais aucun lien n'a été établi avec les conditions d'élevage.

Étude réalisée dans le cadre du programme PSDR New-DEAL *Diversité de l'élevage en Auvergne : un levier de durabilité pour la transition agro-écologique*, avec le concours de Raphaël Lamothe (stage fin d'études cycle ingénieur École d'ingénieur Purpan 2017) et Benjamin Ribeiro (stage 2ème année cycle ingénieur Bordeaux Sciences Agro 2019). Cofinancement Conseil Régional Auvergne-Rhône-Alpes, Inra, Irstea.

brigitte.picard@inrae.fr - valerie.monteils@vetagro-sup.fr