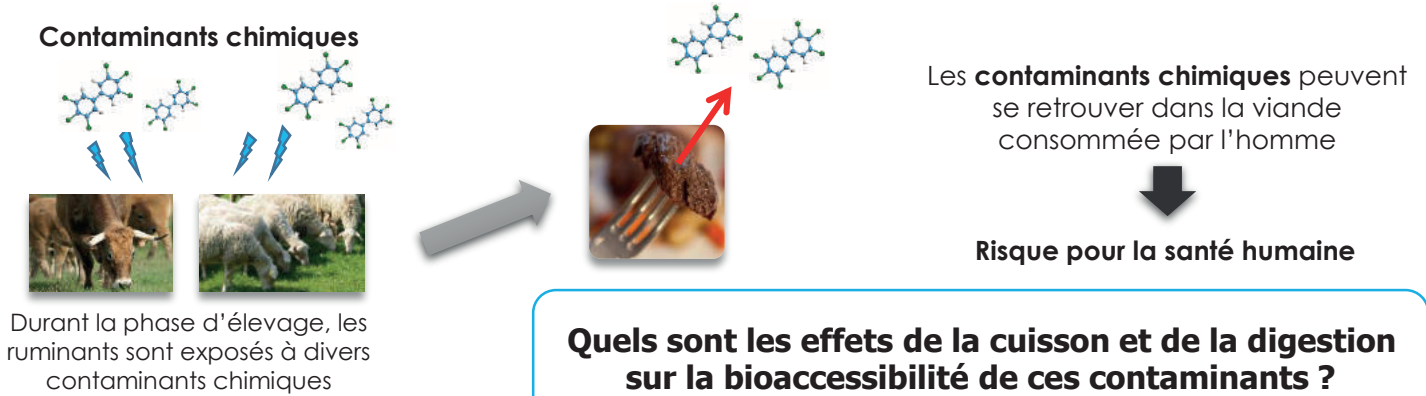


# Impact des transformations sur les constituants des viandes

## Quid des contaminants chimiques toxiques ?



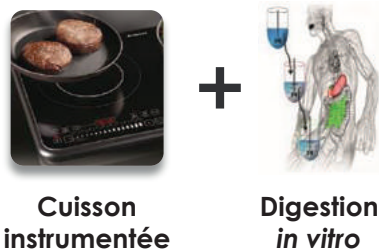
### Viande crue



### Evaluation du risque

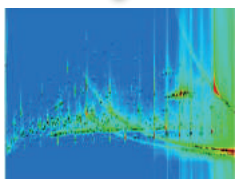


### Impact santé



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 :

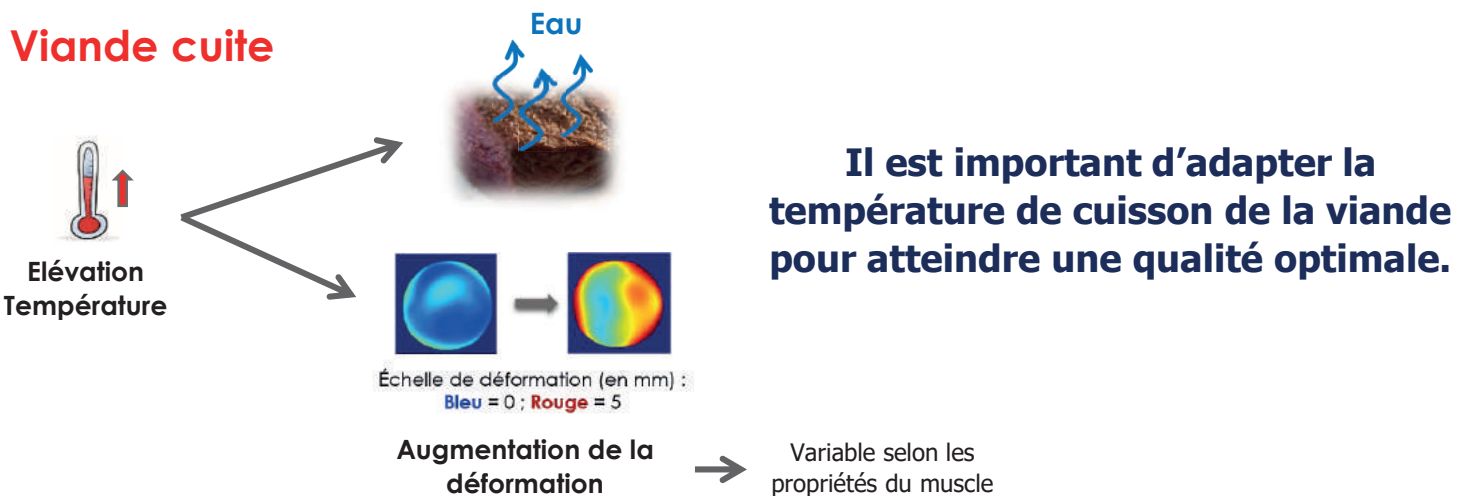
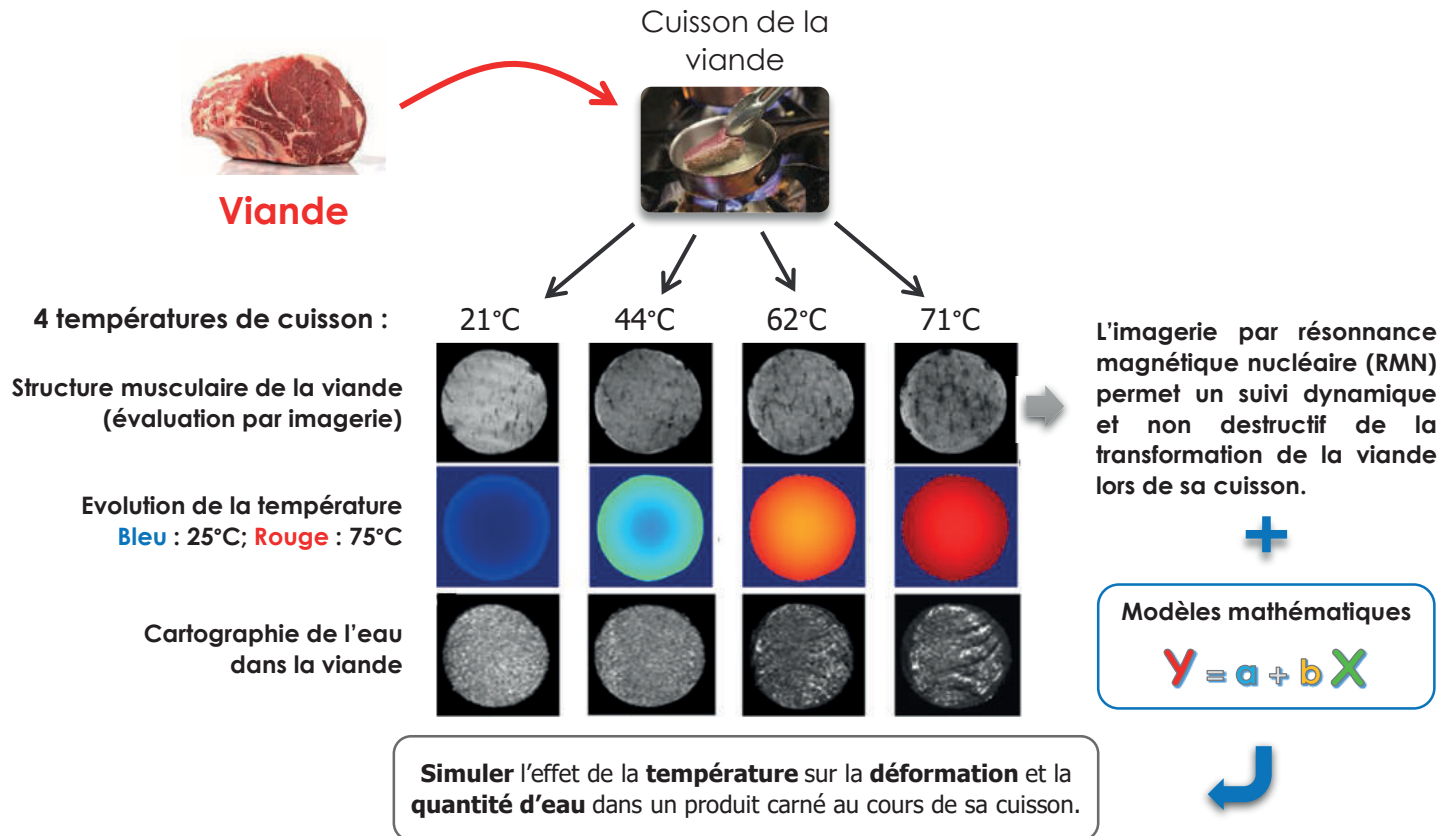
- Seul 1/4 des PCBs est capable de traverser la barrière intestinale et d'induire un éventuel effet toxique.
- La bioaccessibilité diminue avec le taux de matières grasses et est peu impactée par l'intensité de la cuisson.
- La bioaccessibilité est moins forte chez les enfants et les personnes âgées 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.**

# 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.



## Vers des viandes transformées plus sûres à l'arôme préservé

Suite aux alertes de l'OMS, les **consommateurs** et les **pouvoirs publics** 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.

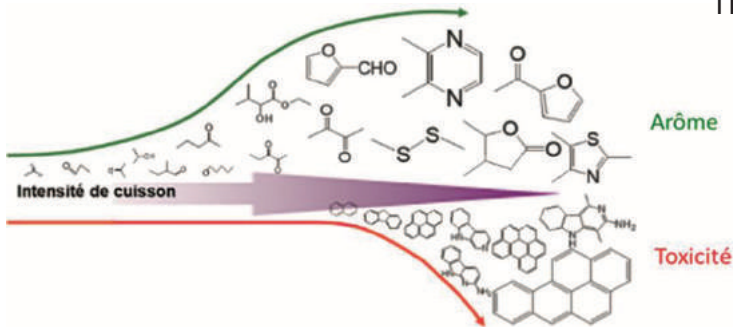
#### Impact de la cuisson sur l'apparition de **composés toxiques**

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**

# 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

### Méthodes actuelles

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



Très performantes

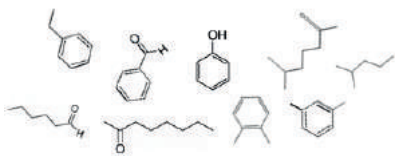
- Coûteuses
- Lourdes à mettre en œuvre
- Difficulté de réaliser des contrôles systématiques à large échelle



Détection de contamination

### 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.



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

#### Un exemple de méthode : la volatolomique

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

Méthode rapide et peu coûteuse

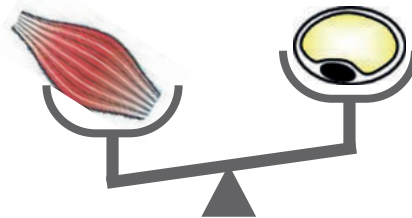


Révéler les perturbations du métabolisme de l'animal en réponse à l'exposition aux contaminants chimiques

# La sélection génétique des ruminants en France

## ↳ Un effet sur l'équilibre gras/muscle

Masse musculaire      Masse adipeuse



Sélection pour la **Viande**

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

### Races à viande



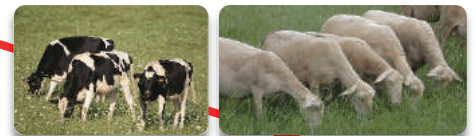
- + Muscles
- Lipides
- Collagène

### Races rustiques



Sélection pour le **Lait**

### Races laitières



- Muscles
- + Lipides
- + Collagène

**Viande**



- + Tendre
- + Claire
- Flaveur

**Viande**

Propriétés intermédiaires

**Viande**

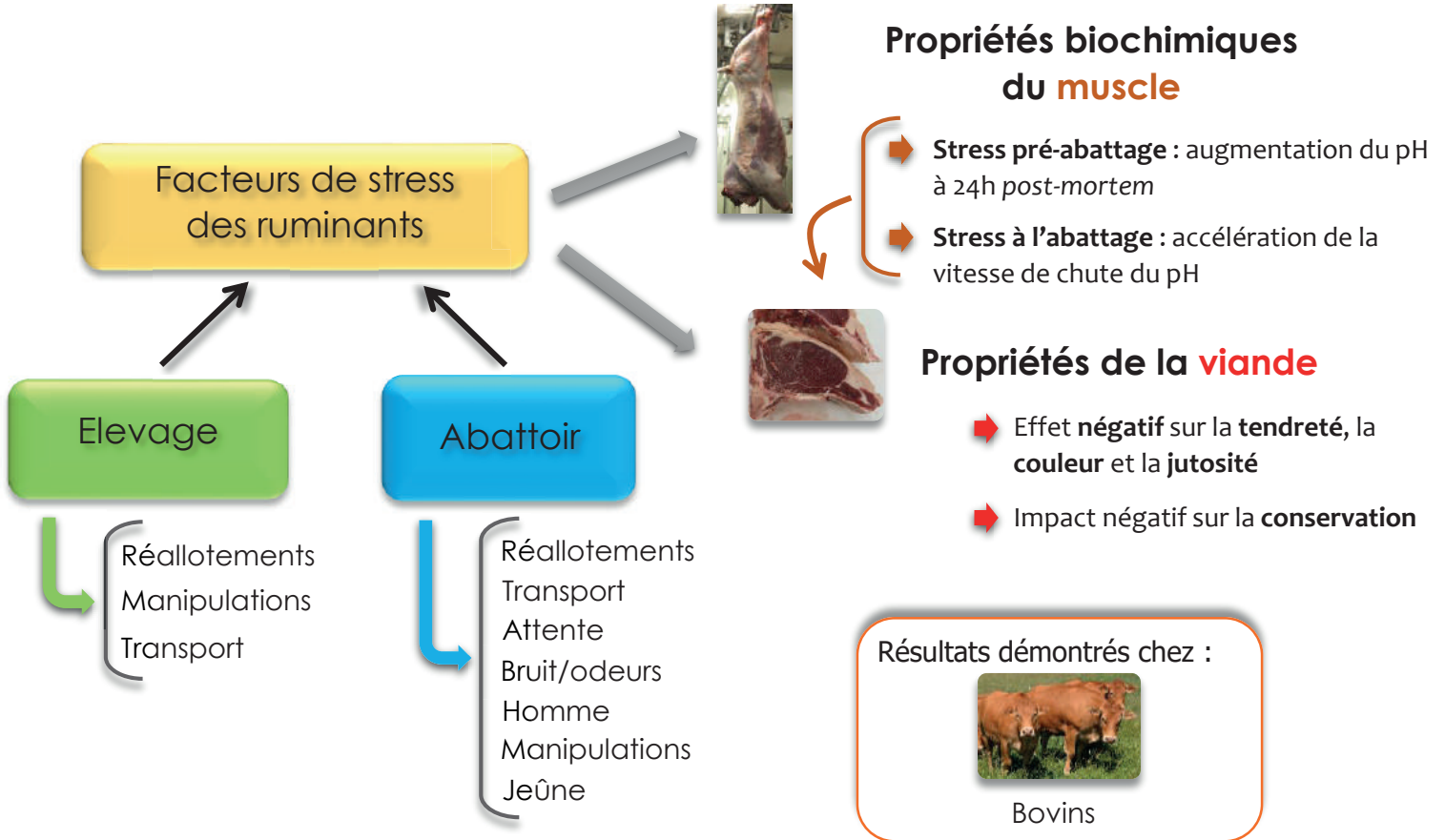


- + Rouge
- + Flaveur

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

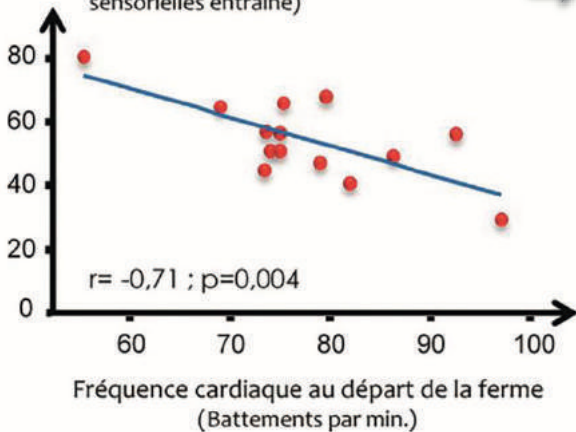
## Le stress des ruminants

### ↳ Une qualité de viande détériorée



## Le stress à l'abattage

Tendreté de la noix d'entrecôte  
(Notes de 0 à 100 établies par un jury d'analyses sensorielles entraîné)



➔ + la fréquence cardiaque est élevée

↳ - la **noix d'entrecôte** est tendre

Limiter le stress permet de produire de la viande plus tendre

## 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

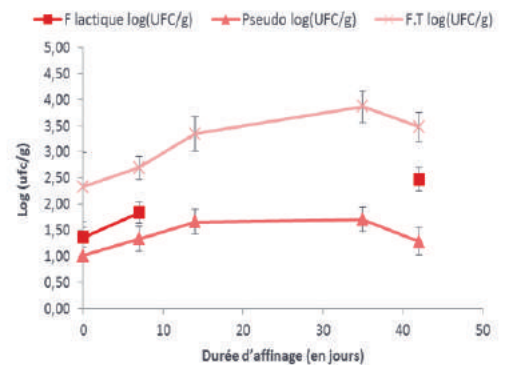
- ↑ Température
- ↑ Humidité relative
- ↑ Vitesse d'air
- ↑ Activité de l'eau de surface
- ↑ Microbiologie de surface

**Maturation longue durée**



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



Conditions de maturation optimales

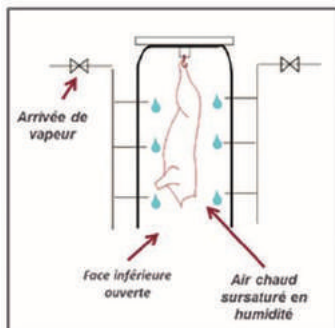
- A l'air pour la **FLAVEUR**
- Longue durée pour la **TENDRETE** et la **FLAVEUR**
- A sec pour la **FLAVEUR** et la **MAÎTRISE MICROBIOLOGIQUE**



- Tendreté optimale
- Flaveur marquée
- Maîtrise microbiologique

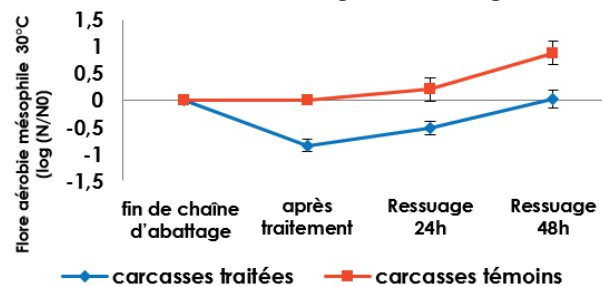
**Tunnel vapeur de décontamination des carcasses**

**Transfert industriel**



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



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



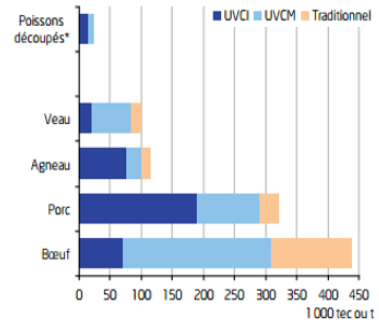
83% de la viande fraîche est vendue en Unités de Vente Consommateur conditionnées en magasin (UVCM) ou de façon industrielle (UVCI).

### Pour les consommateurs

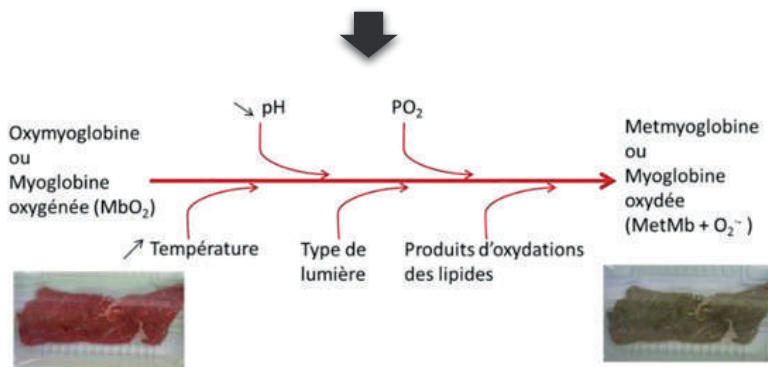


Les principaux critères entraînant l'achat de viande fraîche sont : la **COULEUR** et l'**ASPECT**.

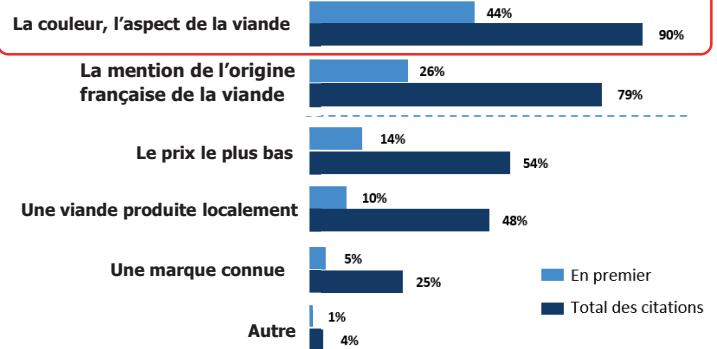
Part relative des UVCM / UVCI dans les rayons libre-service des grandes et moyennes surfaces (GMS) y compris hors domicile



### L'évolution de la couleur de la viande un phénomène multifactoriel complexe



Les principaux critères d'achat de viande fraîche des consommateurs

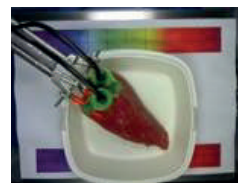


### Maîtriser la couleur de la viande pour :

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

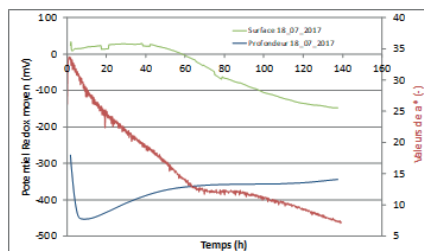
### Les finalités

Développer un outil de prédiction des propriétés physico-chimiques 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



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



# 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**

## 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.

↑  
**Propriétés musculaires**

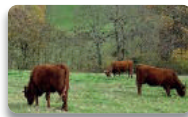


Au **pâturage**, les ruminants ingèrent plus de caroténoïdes, leur gras est plus jaune.

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

↑  
**Couleur**

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



Bovins

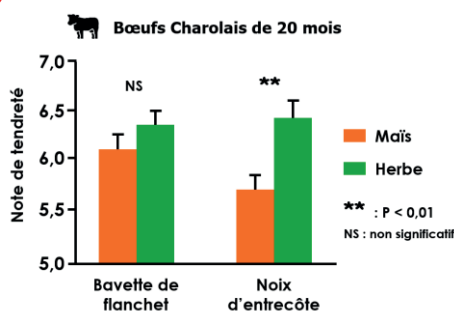


Ovins

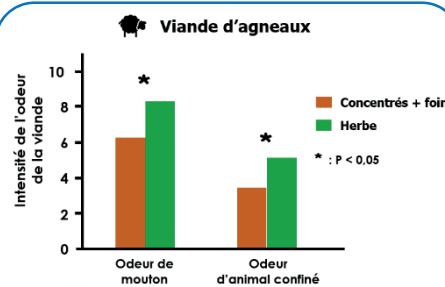
↓  
**Tendreté**

↓  
**Flaveur et odeur**

↓  
**Valeur nutritionnelle**

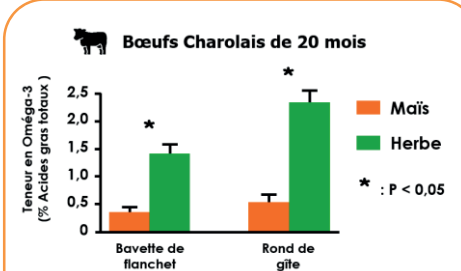


La viande peut être plus tendre avec une finition à base d'**herbe**. Ces résultats sont variables selon le muscle et les conditions d'élevage.



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.

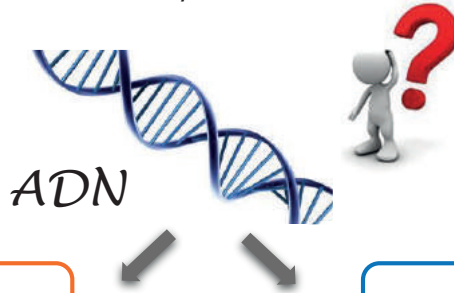


Une finition à l'**herbe** permet d'augmenter, dans la viande, les teneurs en antioxydants (vitamine E) et en acides gras d'intérêt pour l'homme, dont les Oméga-3.

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

## 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.

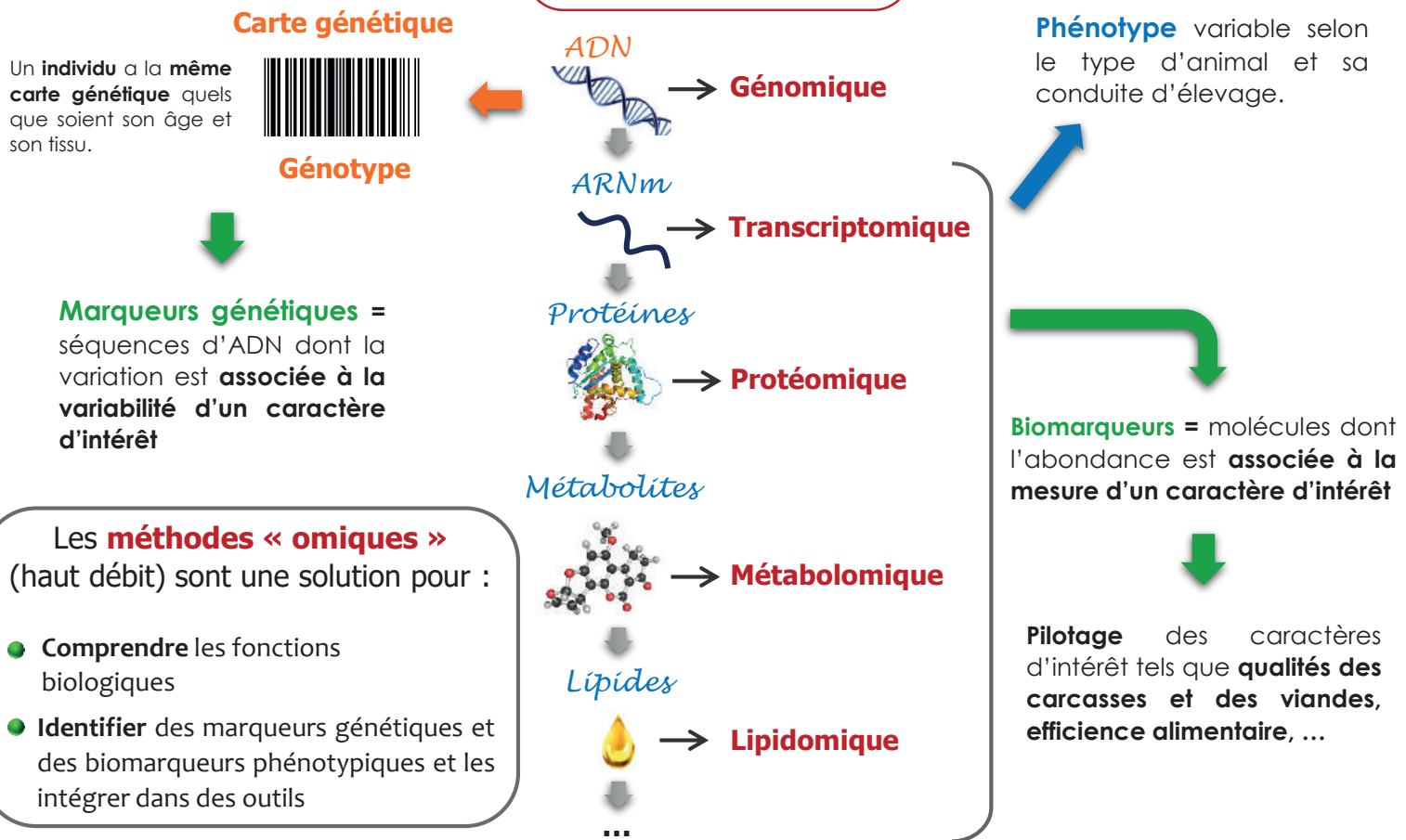
### Génomique structurale

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

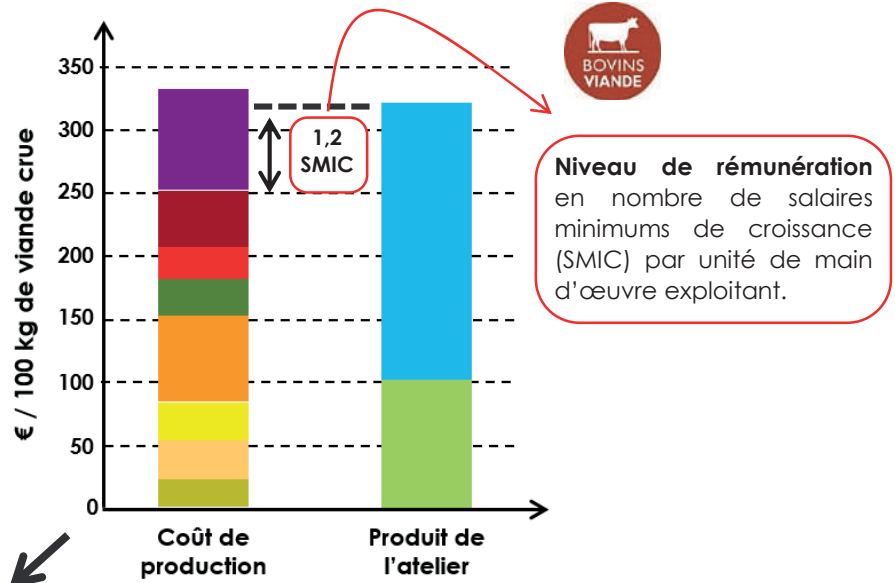


## Calculer son coût de production pour mieux piloter son exploitation

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

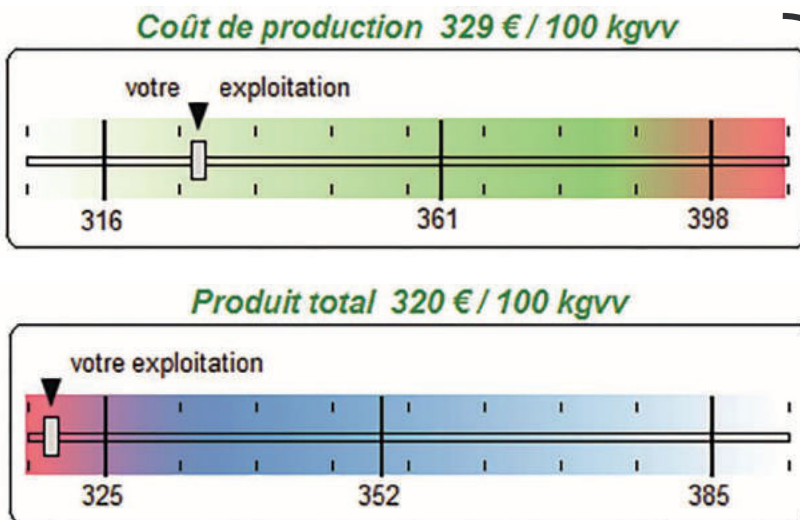


Il permet de **formaliser** la composition du coût de production et du produit de l'atelier viande de l'exploitation.



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

- Coût de production total
- Travail
  - Foncier et capital
  - Frais divers de gestion
  - Bâtiment et installation
  - Mécanisation
  - Approvisionnement des surfaces
  - Approvisionnement des surfaces
  - Alimentation des animaux
- Produit total
- Produit viande
  - Aides



**Identification des points faibles**

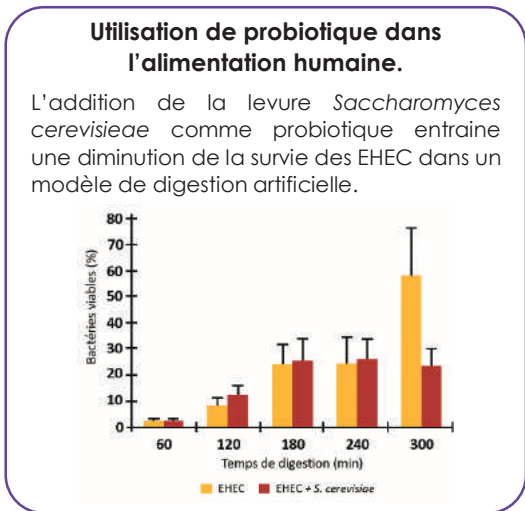
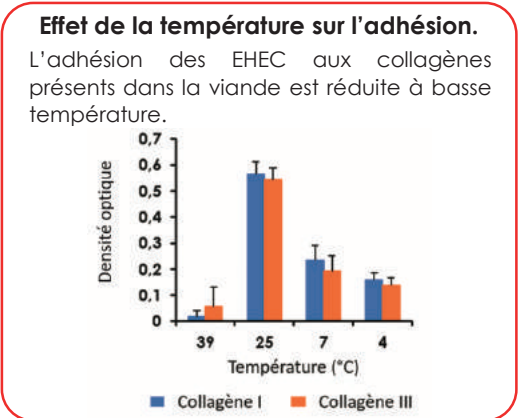
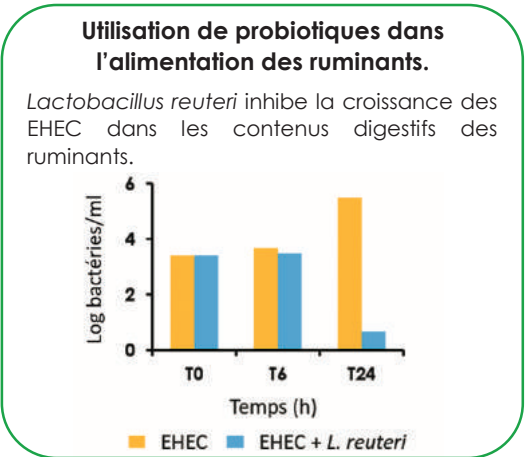
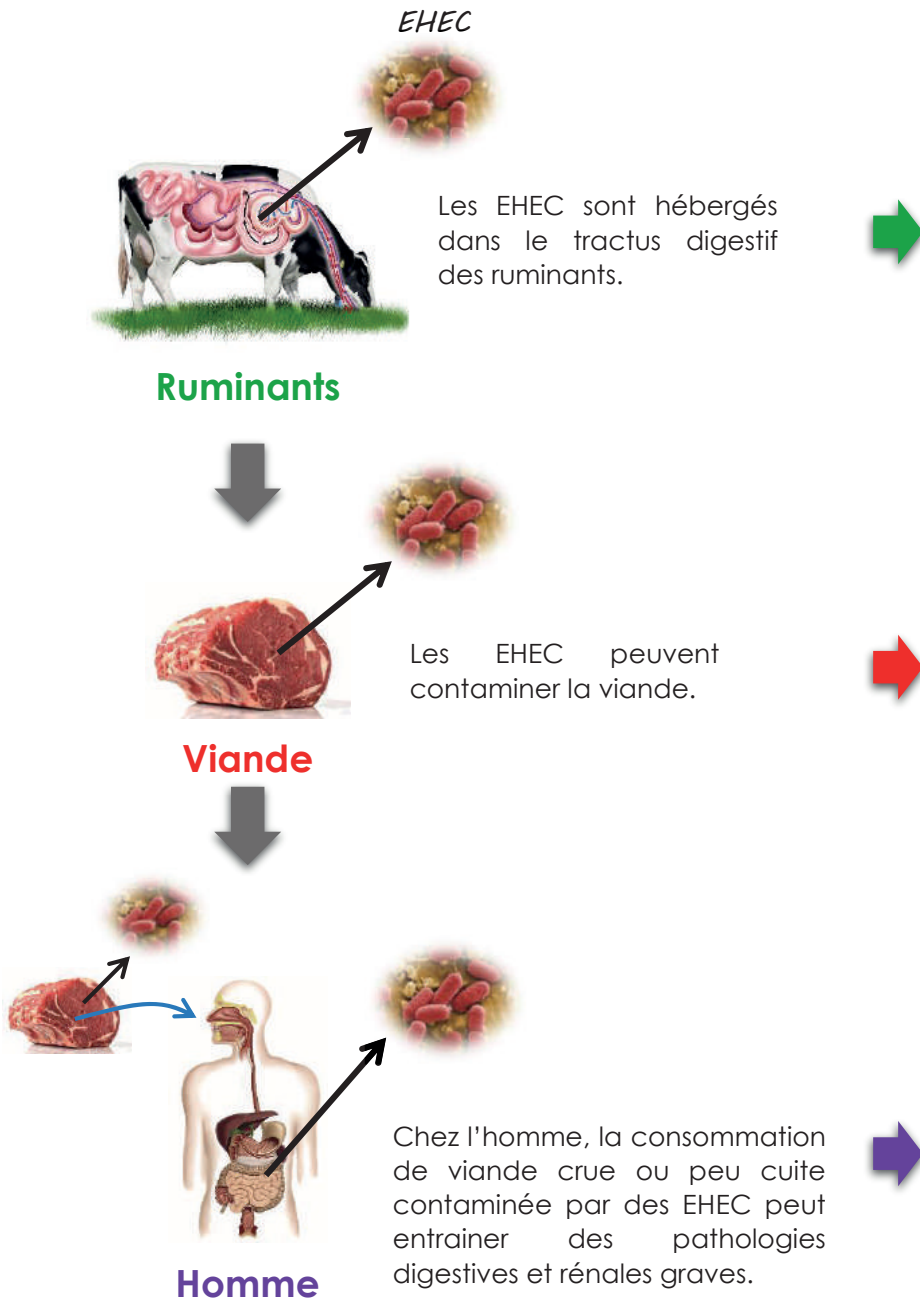
**Identifier des pistes d'amélioration avec un technicien**

## Contamination bactérienne de la viande

### ↳ Un risque pour la santé humaine

#### Cas des *Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC)

#### Des leviers pour maîtriser les risques liés aux EHEC



## 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

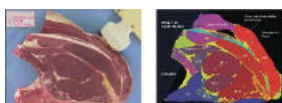
**Prédire pour :**

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



Carcasse

**Imagerie optique**

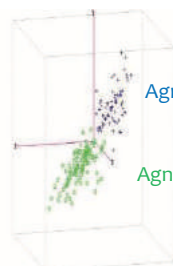
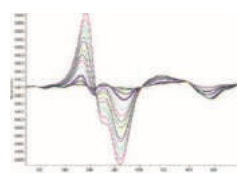


Dissection virtuelle de la 6<sup>ème</sup> côte

**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

**Spectroscopie proche infrarouge (SPIR)**



Agneaux de bergerie

Agneaux de Pré salé



Viande

### 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
- ...

# 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

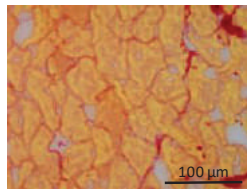
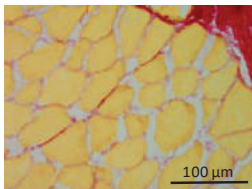
### Effet d'une incubation en saumure sur la structure du tissu musculaire de bovin

Teneur en sel

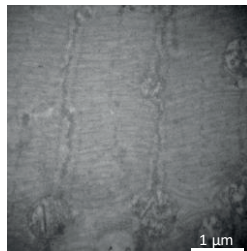
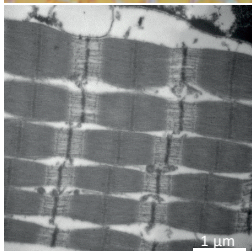
0%

5,8%

Microscopie optique



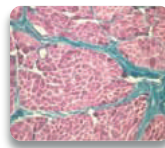
Microscopie électronique



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

À différentes échelles

Cellulaire



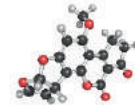
Microscopie optique

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

## 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 ?

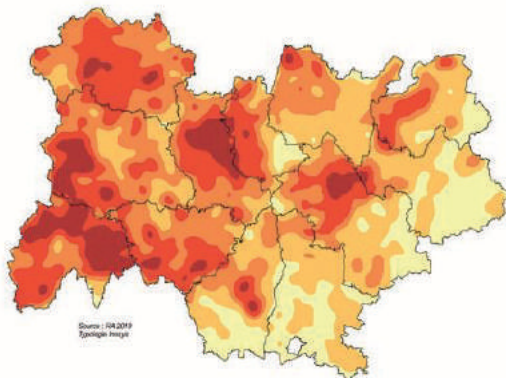
### Un exemple d'alternative

## Les systèmes d'élevage de ruminants mixtes

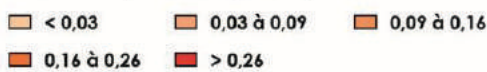
#### En bovins viande

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



Nombre d'exploitation agricoles par km<sup>2</sup>



#### En bovins lait

Cas du système :

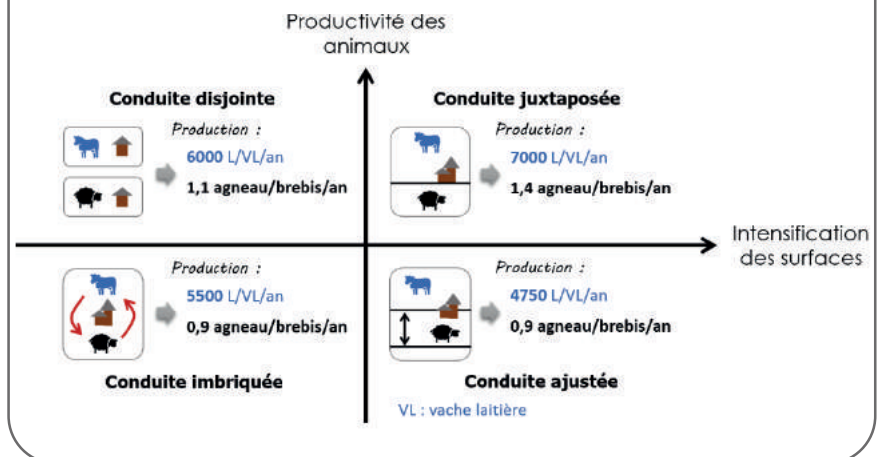


Bovin lait



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.**



## 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	<b>20%</b>	<b>14%</b>
Reproduction	<b>13%</b>	<b>15%</b>
Équipement	<b>14%</b>	<b>22%</b>
Bâtiments	<b>11%</b>	<b>9%</b>
Pâturage	<b>2%</b>	<b>10%</b>

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

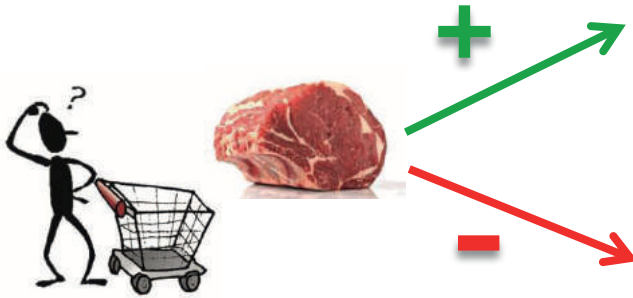
*Exemple d'innovation :*

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.**

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

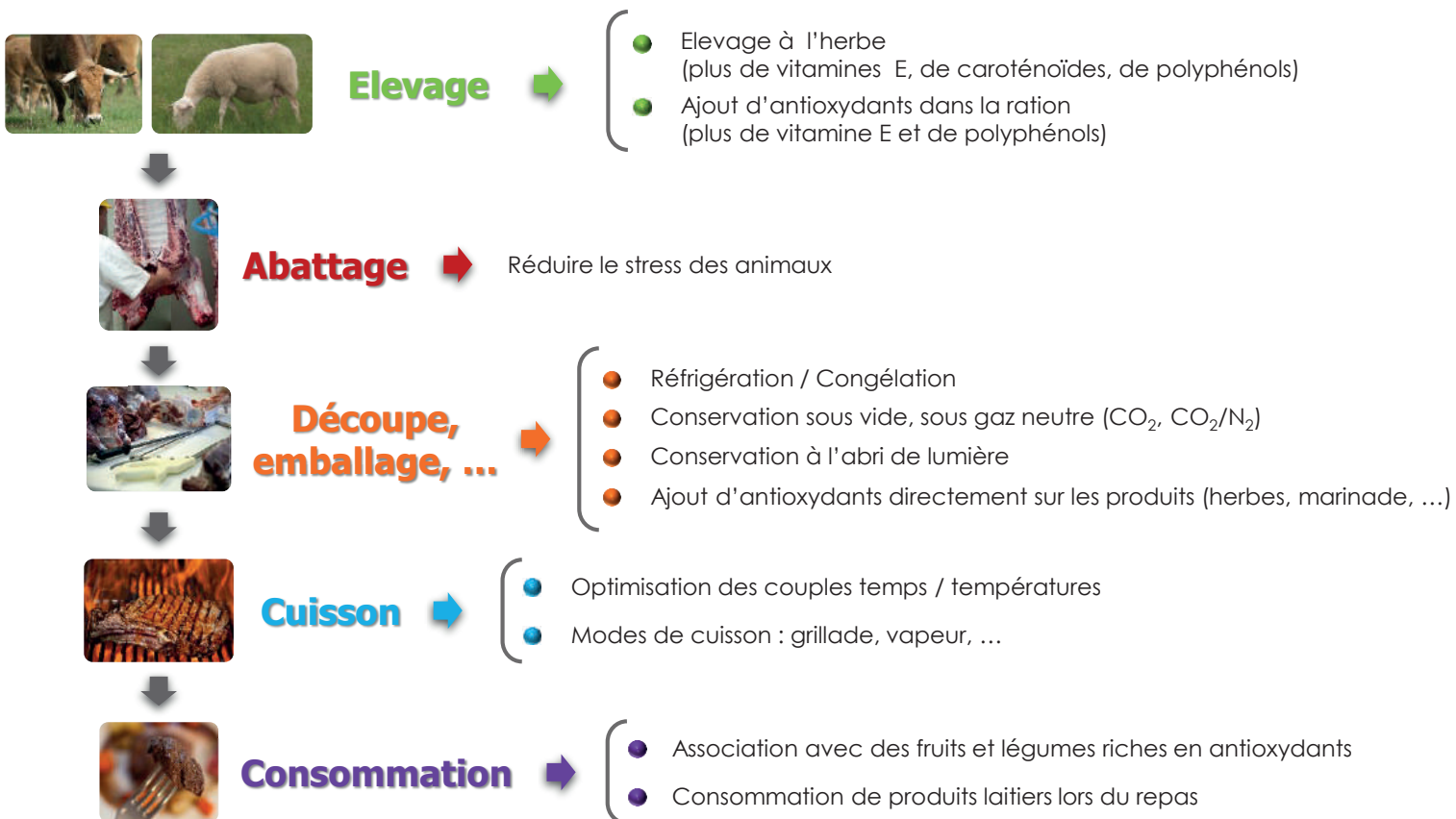
Les **atouts** et les **inconvénients** de la viande rouge pour les consommateurs sur le plan de la **santé**.



### 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 ?

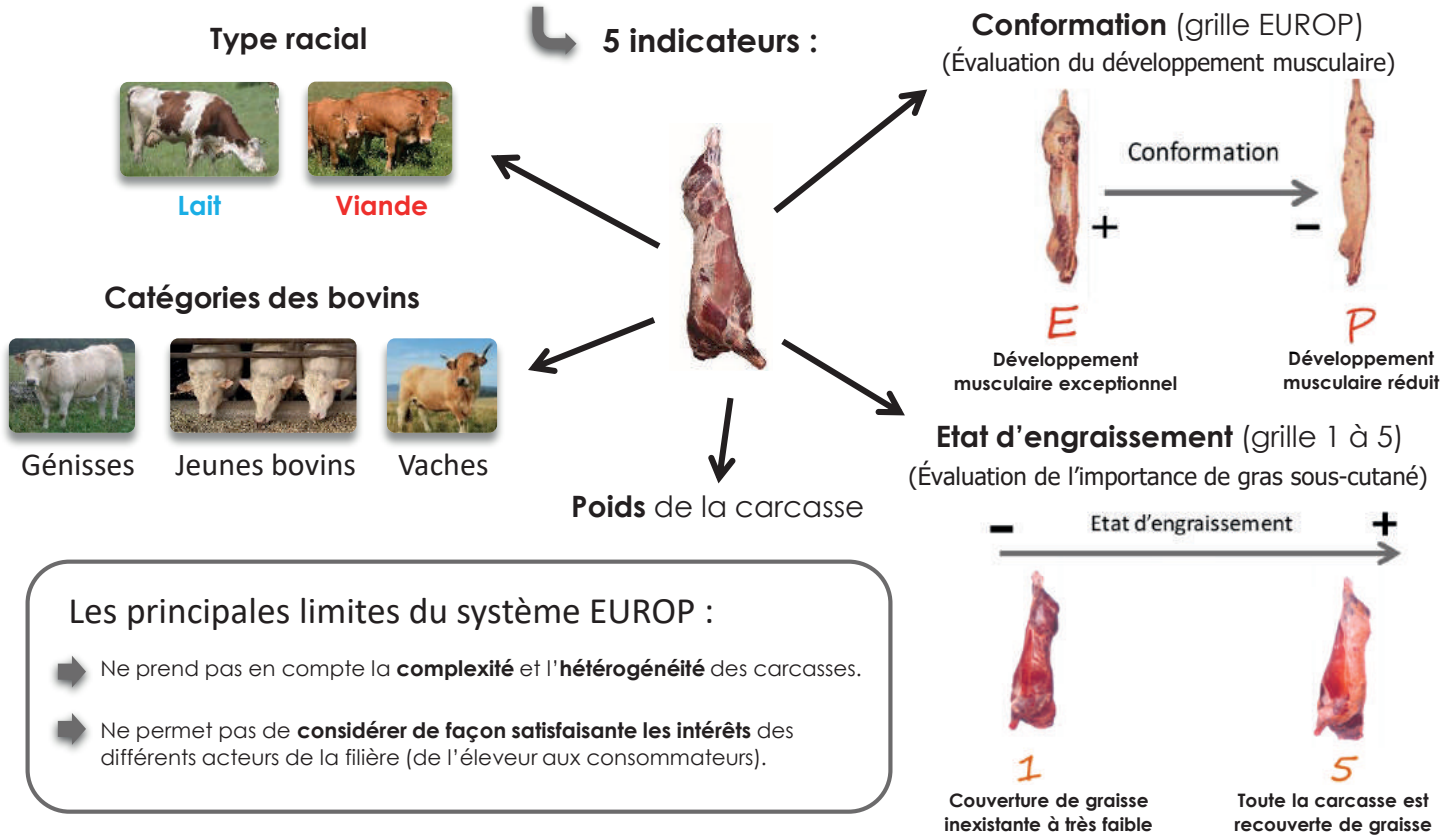


Tous les acteurs de la filière peuvent contribuer à préserver les qualités des viandes.

## Evolution du système EUROP

### Pour une meilleure caractérisation de la qualité de la carcasse bovine

Evaluation de la qualité des carcasses en Europe, actuellement



#### 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