<u>Déclaration d'intérêts de Mme</u> : Mylène Gobert

- **Activités de conseil, fonctions de gouvernance, rédaction de rapports**

  Non

- **Essais cliniques, autres travaux, communications de promotion**

  Non

- **Intérêts financiers (actions, obligations)**

  Non

- **Liens avec des personnes ayant des intérêts financiers ou impliquées dans la gouvernance**

  Oui *Société(s) : Phytosynthèse*

- **Réception de dons sur une association dont je suis responsable**

  Non

- **Perception de fonds d'une association dont je suis responsable et qui a reçu un don**

  Non

- **Détention d'un brevet, rédaction d'un ouvrage utilisé par l'industrie**

  Non

Relation entre stress oxydant, santé animale et qualités nutritionnelles chez les animaux de rente

Stress oxydant et qualités nutritionnelles des produits animaux

Gobert M.[1], Damon M.[2] et Durand D.[3]

1. INRA, UR 370 QuaPA, Site de Theix, F_63122 Saint-Genès-Champanelle
2. INRA, UMR 1348 PEGASE, Site de Rennes, F_35590 St Gilles
3. INRA, UMR 1213 Herbivores, Site de Theix, F_63122 Saint-Genès-Champanelle

JFN
12 décembre 2012

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

Qualités nutritionnelles des produits

JFN
12 décembre 2012

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Qualité nutritionnelle ?

Elle comprend :

-la composition en nutriments (acides aminés, acides gras, sucres, µnutriments …)

=> d'intérêt pour l'organisme

-la bioaccessibilité de ces nutriments

=> assimilables

-l'absence de composés antinutritionnels

=> nocifs pour l'organisme

Influence des oxydations sur les qualités

Bien connu

↘ Qualités sensorielles

- ↘ Flaveur — *Faustman et al. (1998)*
- ↘ Couleur — *Gandemer (2002)*
- ↘ Texture — *Renerre (2002)*
- ↗ Goût de rance — *Campo et al. (2006)*

Question + récente

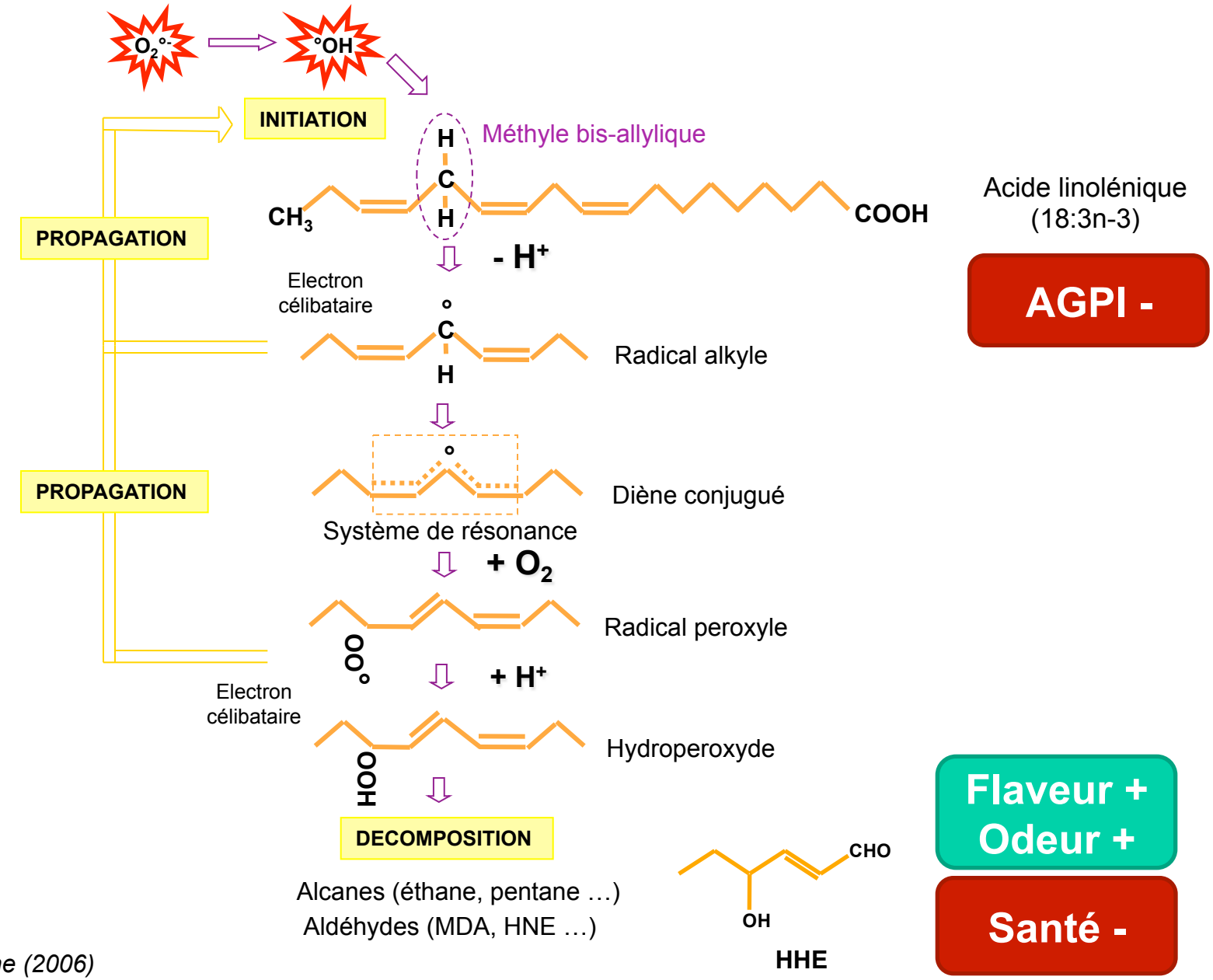
↘ Qualités nutritionnelles — *Esterbauer (1993)*

- ↗ composés toxiques — *Lynch et al. (2001)*
- ↘ AG, AA d'intérêt — *Gatellier et al. (2009)*
- ↘ micronutriments — *Santé et al. (2008)*
- ↘ digestibilité des protéines — *Rémond et al. (2008)*, *Gobert et al. (2011)*

=> Lipides & protéines

Chez l'Homme, les AGPI sont essentiels : les omégas 3 et les omégas 6.

Réactions de lipoperoxydation



Pré (1991) ; Gladine (2006)

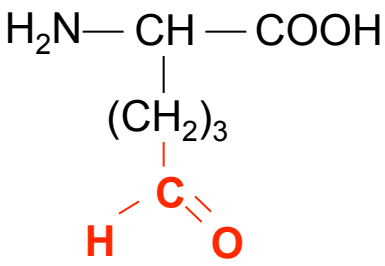
Chez l'Homme, certains acides aminés sont indispensables : le **tryptophane,** la **lysine,** la **méthionine**, la **phénylalanine**, la **thréonine**, la **valine**, la **leucine**, l'**isoleucine et l'histidine.**

Réactions d'oxydation des protéines / acides aminés

Acides aminés basiques (**NH_2**)

Martinaud et al. (1997)

$Lys - NH_2 \xrightarrow{[O]}$



Lysine
Arginine
Histidine

Groupe carbonyle

AA -

Agrégation

Acides aminés soufrés (**SH**)

Morzel et al. (2006)

$2\ Cys - NH_2 \xrightarrow{[O]} Cys - S - S - Cys$

Cystéine

Pont disulfure

AA -

Agrégation

$R - S - CH_3 \xrightarrow{[O]} R - S - CH(=O)$

Méthionine

Méthionine sulfoxide

AA -

Acides aminés aromatiques (**cycle aromatique**)

Phénylalanine **Phe**

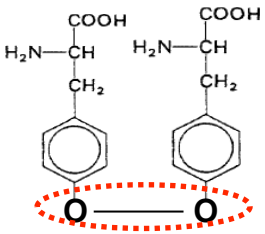
↓ [O]

Phe-OH (tyrosine) — **AA +**

[O] ↙ → **Phe-(OH)$_2$ (DOPA)**

[O] ↙ → **Phe-(OH)$_3$ (TOPA)** — **Cancers**

[O] ↘ →



Pont di-tyrosine — **Agrégation**

Trp — Tryptophane

$\xrightarrow{[O]}$

Trp – OH — Hydroxytryptophane — **Santé +**

Au sein des produits animaux ?

JFN
12 décembre 2012

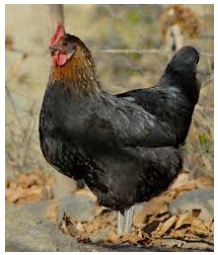
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Les produits issus des animaux de rente

Filières bovines, ovines, caprines, volailles pondeuses …

Elevage



Récolte

Transformations technologiques

Filières bovines, ovines, porcines, volailles de chair, gibiers …

Elevage

Pré-Abattage

Abattage

Prélèvement

Transformations technologiques

Chez les animaux d'élevage, l'apparition des ERO est favorisée par différentes conditions

Aurousseau, 2002

Stade physiologique

- **Période péri-partum**
- **Gestation (mère et fœtus)**
- **Période néo-natale**

Chocs nutritionnels

- **Niveau d'alimentation élevé**
- **Restriction alimentaire**
- **Carence en micronutriments**
- **Consommation de xénobiotiques ou de toxines**

Boveris & Chance, 1973

Conditions d'élevage

- **Chocs climatiques**
- **Etats infectieux**
- **Chocs « émotionnels »**
  - **confinement**
  - **transport**
  - **stress de pré abattage**

Terlouw et al., 2007, 2008

Exemple d'oxydation des laits dû au stress à l'élevage (simulé)

Animal (2012), 6:9, pp 1451–1459 © The Animal Consortium 2012
doi:10.1017/S1751731112000201

animal

Lipopolysaccharide challenge of the mammary gland in cows induces nitrosative stress that impairs milk oxidative stability

N. Silanikove[1†], A. Rauch-Cohen[1], F. Shapiro[1], A. Arieli[2], U. Merin[3] and G. Leitner[4]

Expérimentation en Israël :
12 jeunes vaches Holstein

Simulation d'une inflammation de la glande mammaire par infusion intra-mammaire de 10mL de solution saline *vs* lipopolysaccharides (10 µg de glycolipides de la membre externe de bactéries G-)

Traites à 0h (infusion), 24h, 48h et 72h

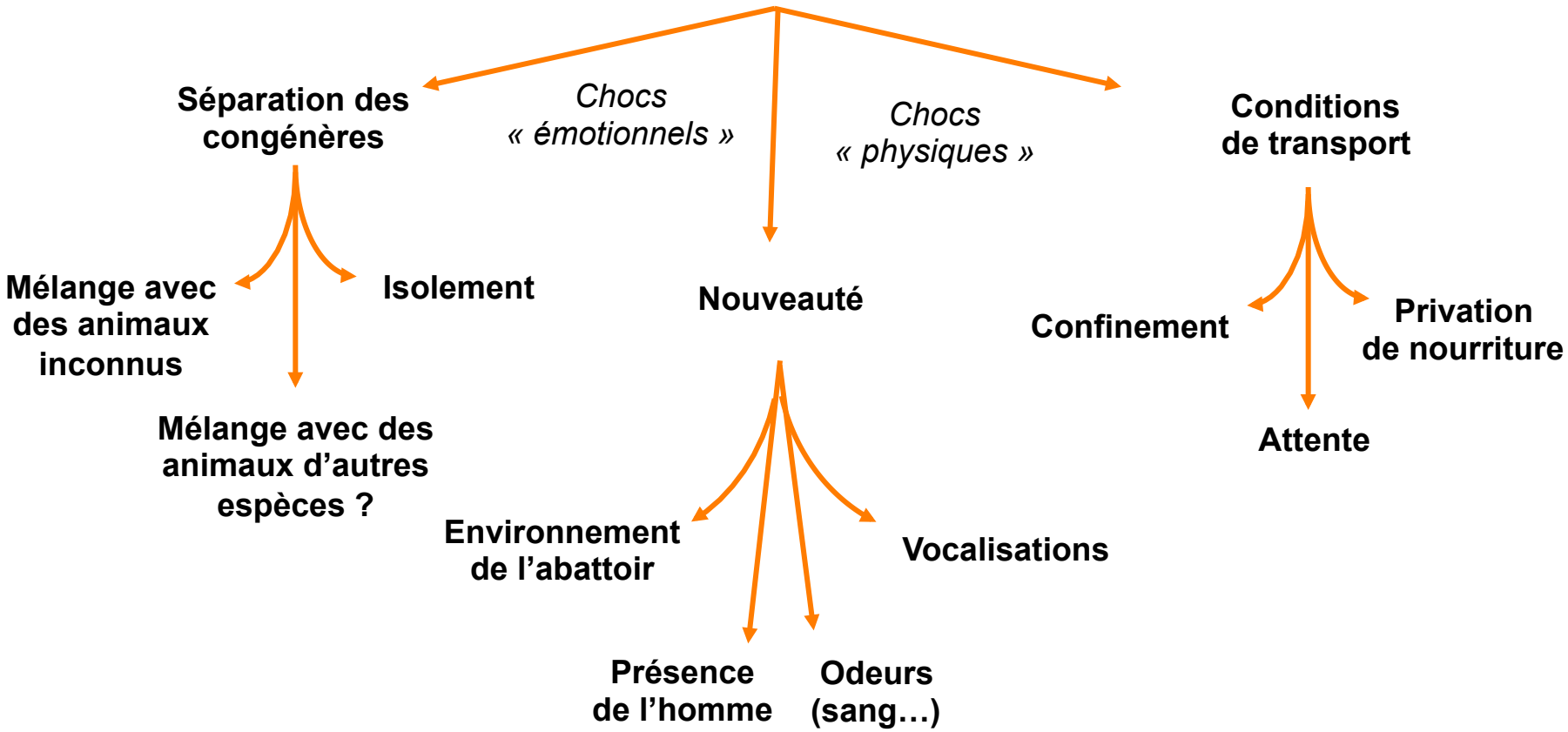
Résultats :
Sur le petit lait : ↗ nitrotyrosines, ↗ carbonyles, ↗ peroxydes lipidiques (x3, *P<0,001*)

Les laits provenant de vaches souffrant de mammites sont impropres à la consommation

Peu de connaissances sur la présence de substances oxydées dans les laits de consommation en Israël et sur l'impact de ses produits sur la santé du consommateur

Au cours des phases de pré abattage et d'abattage, les animaux sont soumis à :

Terlouw, 2008



L'apparition des ERO est favorisée par ces différentes **situations de stress**

Exemples d'oxydation des produits dû au stress pré-abattage

Lipoperoxydation

Elevage à 22°C *vs* stress thermique (+10°C) → ↗ TBARS des muscles

Young et al., 2003

Etourdissement par inhalation de CO_2 *vs* électrique → ↗ TBARS des muscles

Linares et al., 2007

Repos *vs* course avant abattage (10 min) → ↗ TBARS des viandes cuites

Young et al., 2003

Oxydation des protéines

Elevage à 41°C durant 1 à 5 h avant l'abattage

↓

Altération des fonctionnalités des protéines des muscles

Wang et al., 2009

Nage à 14 kg/m^3 *vs* 50 kg/m^3

↓

Sous-expression de protéines musculaires

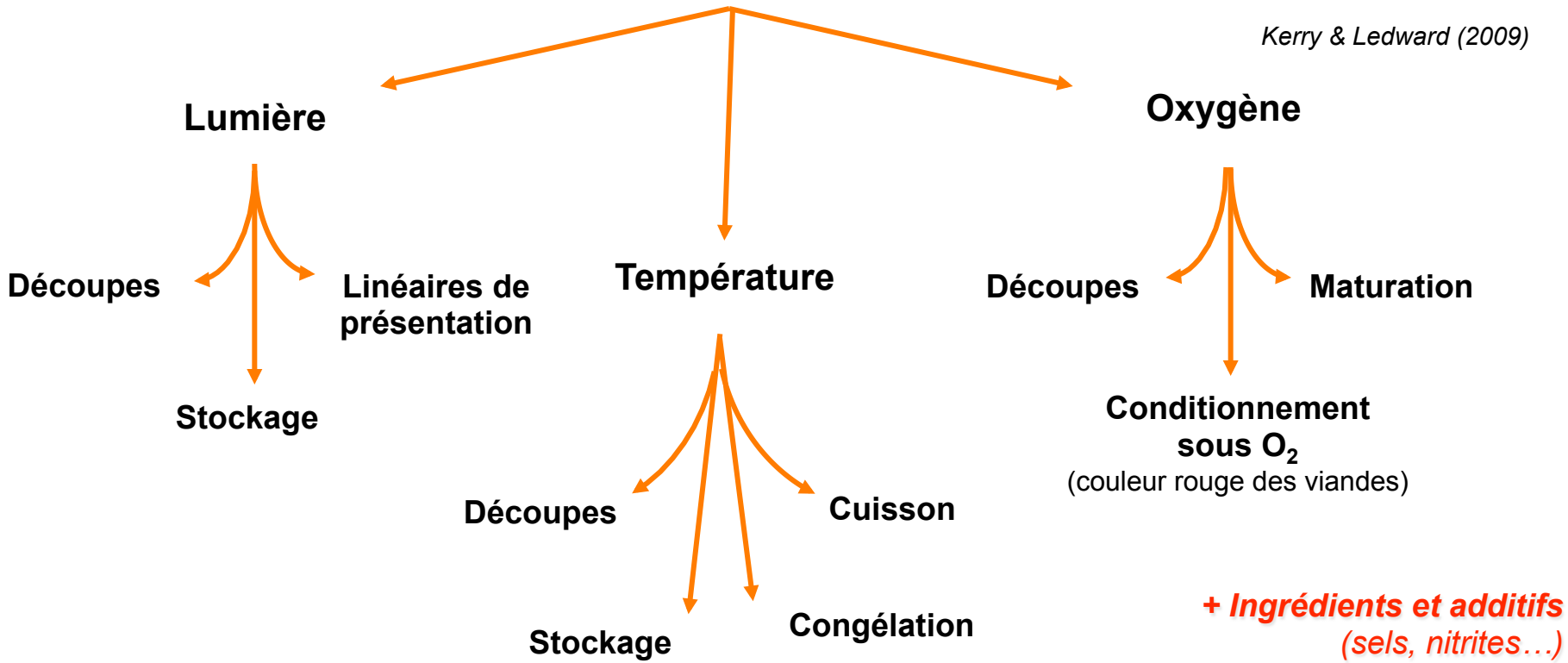
Morzel et al., 2006

Facteurs à l'origine de la production d'ERO

Frankel (2005)

Gatellier et al. (2009)

Kerry & Ledward (2009)



Effet des transformations technologiques sur => oxydation des lipides & perte des **qualités sensorielles** (tendreté, flaveur) a été très largement étudiée.

Par contre, l'impact des oxydations sur les **qualités nutritionnelles** des produits est un domaine d'étude très récent.

Exemple d'oxydations dues au stress pré-abattage **et** aux transformations technologiques

Durée d'alimentation = 100 j

10 vaches Normandes de réforme

Concentré / paille

Graines de lin extrudées
(40g lipides / kg MS aliment)

Stress - n = 5

Stress + n = 5

ANR Lipivimus (2006-2009)

Trajet de 15 min en bétaillère (animal isolé du groupe)

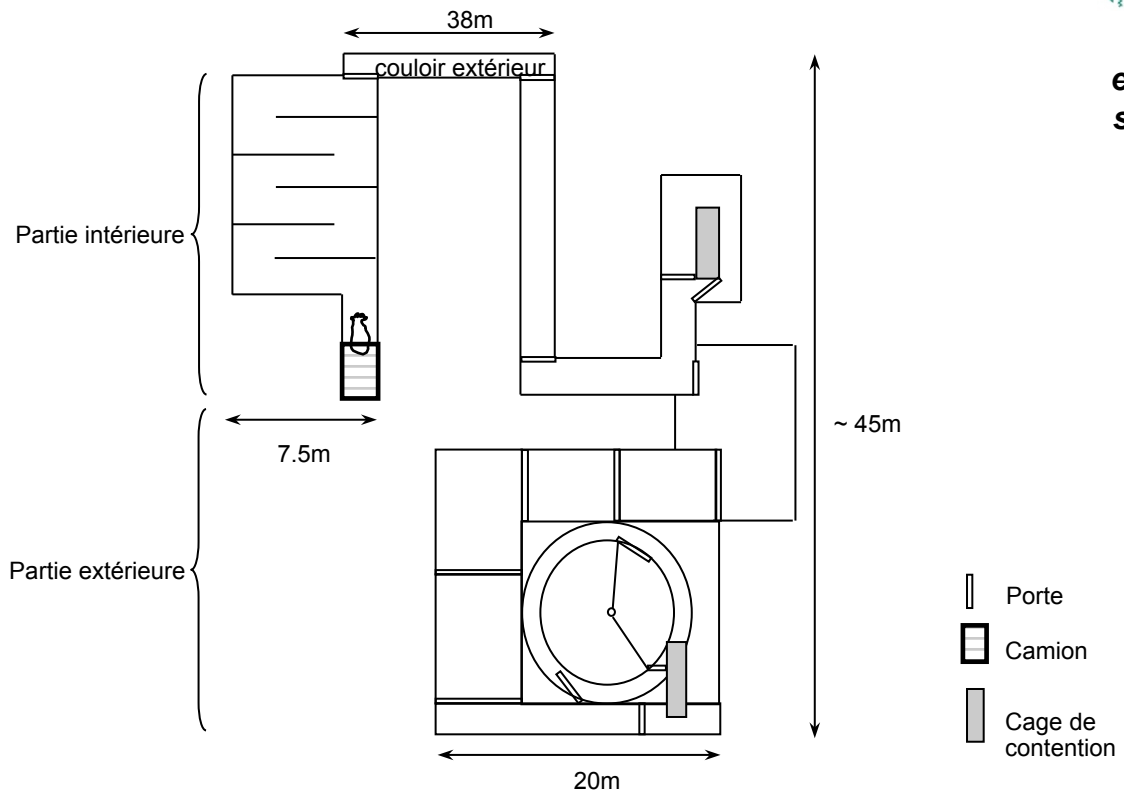
Stress +

Parcours de stress

30 min

Trajet de 15 min en bétaillère (animal isolé du groupe)

Abattoir expérimental site de Theix



Parcours de stress **reproductible, répétable & quantifiable,** mis au point par C. Terlouw, C. Bourguet, V. Deiss (équipe Adaptation et Comportements Sociaux, Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores, INRA Clermont-Fd-Theix)

10 vaches Normandes de réforme

Durée d'alimentation = 100 j

Concentré / paille

Graines de lin extrudées
(40g lipides / kg MS aliment)

Stress -

Stress +

n = 5

n = 5

Abattage

Prélèvement

Semitendinosus

Longissimus thoracis

Transformation technologiques pour la conservation

sous-vide
(**SV**)
DLC : 14 jours

sous-film perméable
(**SF**)
DLC : 4 jours

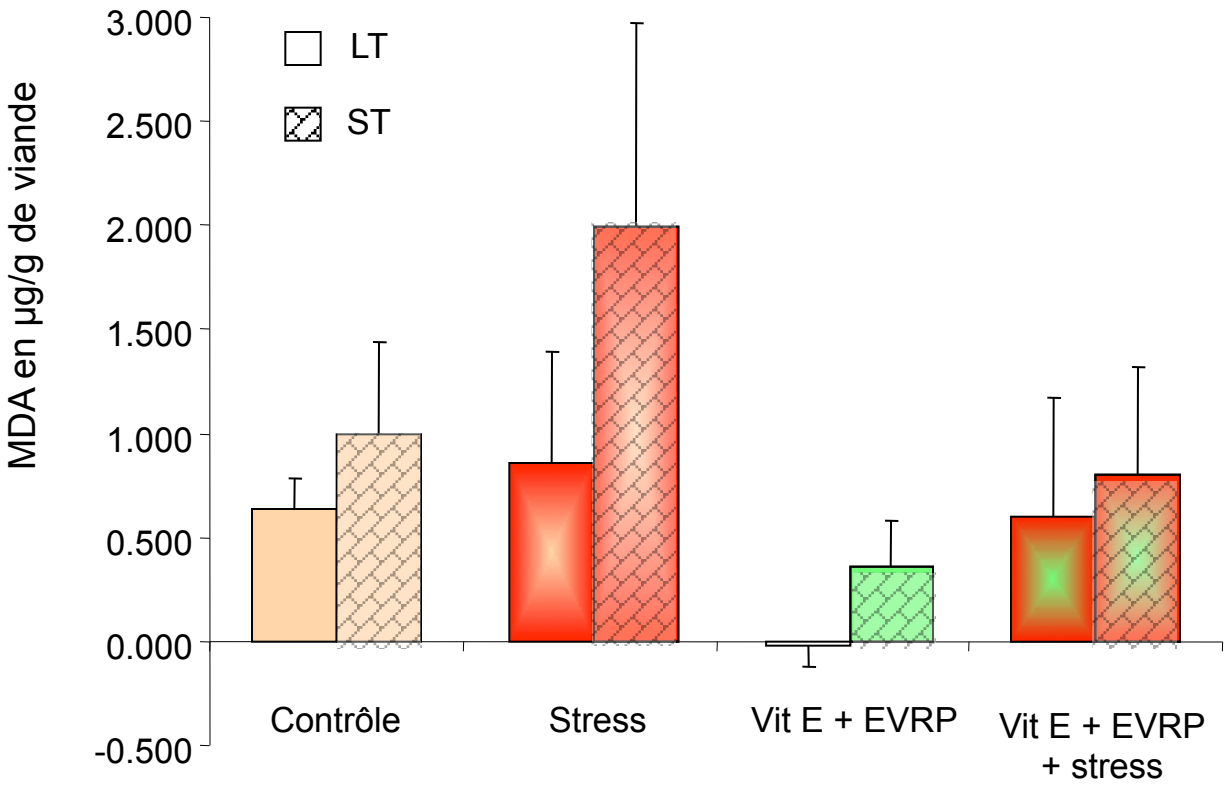
ANR Lipivimus
(2006-2009)

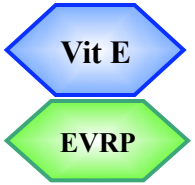
INRA

Unité de Recherches sur les Herbivores

ADIV viande performances

Effet de l'alimentation sur l'évolution de la quantité de MDA dans les viandes conditionnées sous film p/r au sous-vide

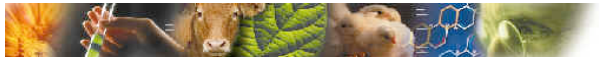




155 UI / kg MS aliment

7 g / kg MS aliment

Phytosynthèse



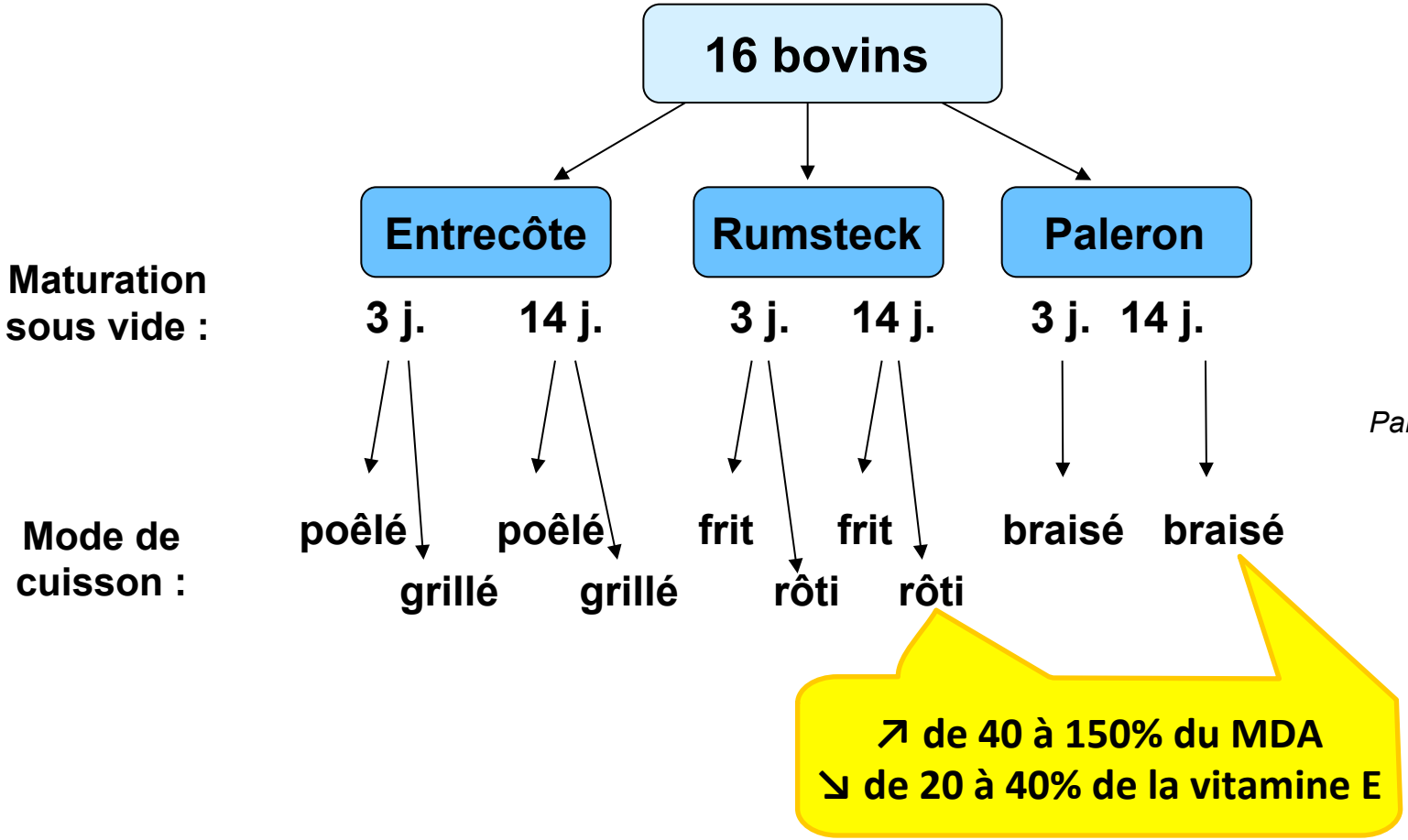
Effets	*Probabilité*
Stress	0.08
Antioxydant	0.04
Muscle	0.11

(Gobert et al., 2008 JSMTV)

Stress modéré tend à augmenter les niveaux de MDA dans les viandes conditionnées

Les antioxydants limitent la lipoperoxydation des viandes issues d'animaux stressés.

Exemple : effet de la cuisson du bœuf sur la lipoperoxydation



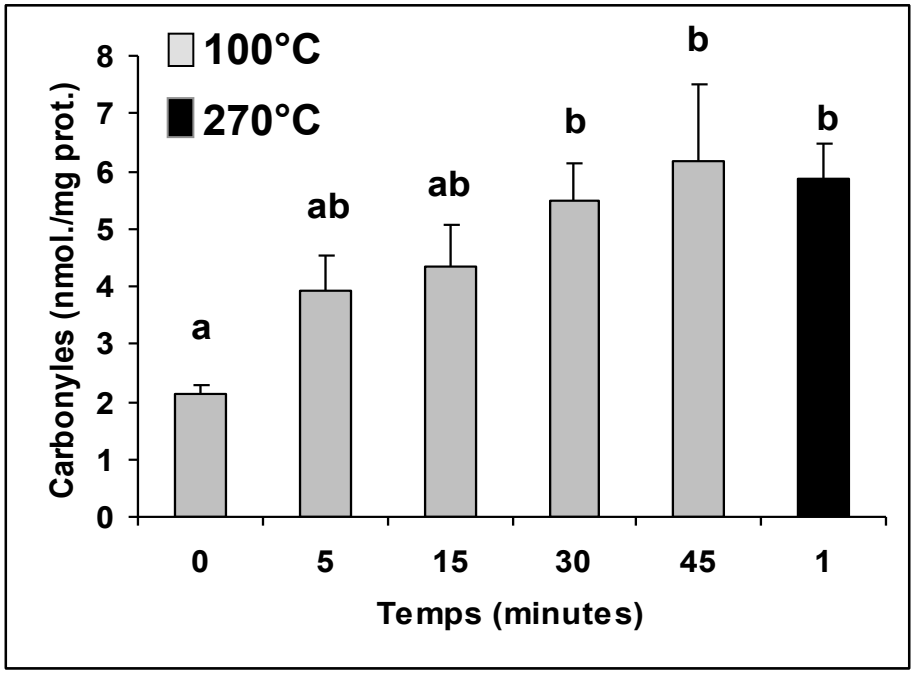
Parafita et al. (2011)

Les couples temps / températures impactent la production de MDA

+ la durée de cuisson est longue, + la peroxydation est intense

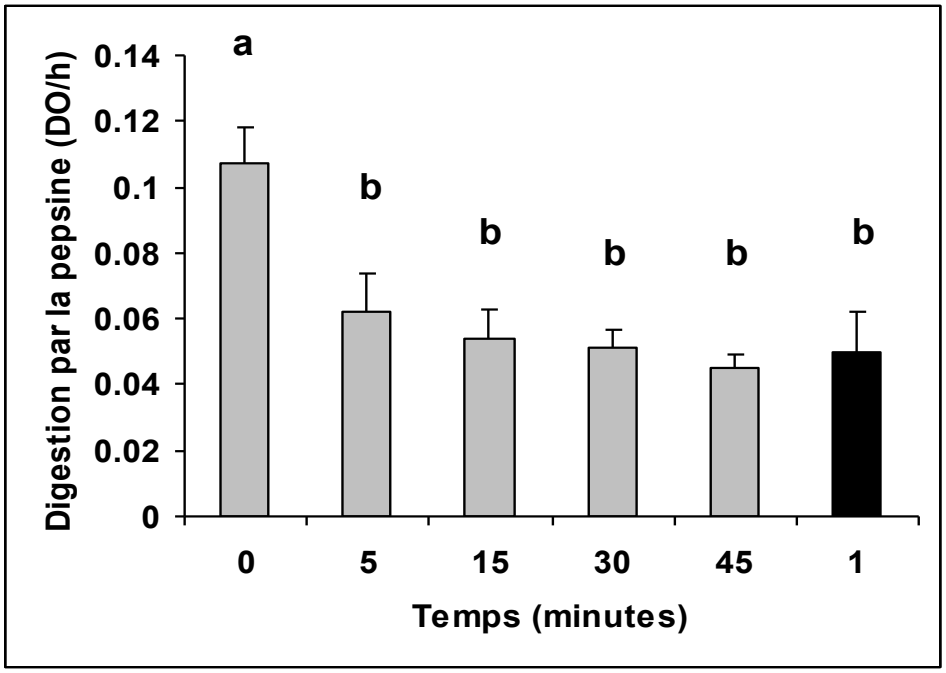
Exemple : effet de la cuisson de bœuf sur les protéines

Oxydation des protéines



La température et la durée de cuisson induisent une oxydation des protéines

Digestibilité des protéines *(in vitro)*

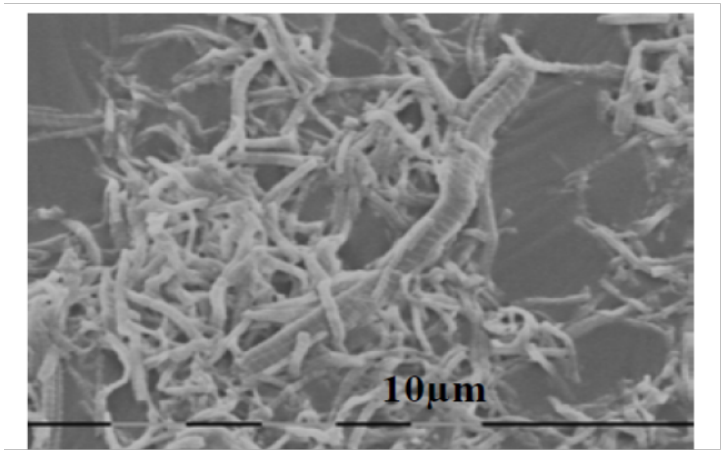


L'oxydation générée par la cuisson diminue la protéolyse par la pepsine

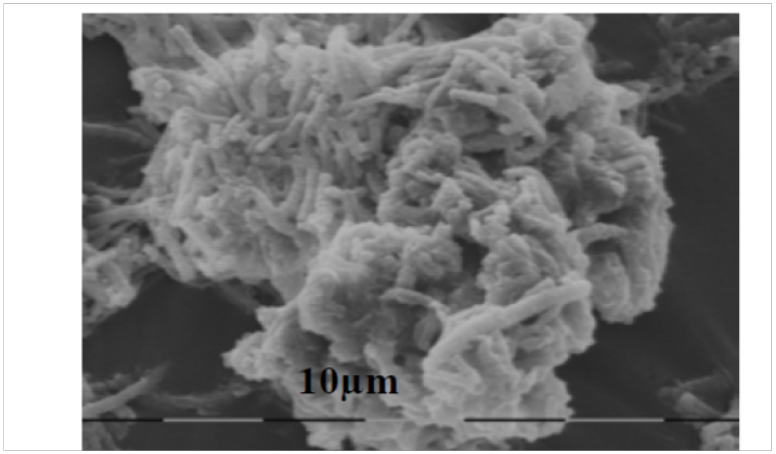
Santé et al., 2008, JAFC

La cuisson induit des modifications de l'état des protéines (oxydation / agrégation) qui conduisent à une perte de digestibilité in vitro

Agrégation des protéines des viandes



Myofibrilles viande de porc crue



Myofibrilles viandes de porc cuite (70°C/30min)

Observation d'agrégats protéiques dans la viande par microscopie optique

Remond, Savari, Gatellier, Santé-Lhoutellier (2008) JSMTV Tours

La cuisson des viandes entraîne une agrégation importante des protéines

Conclusions

Stress oxydant chez les animaux …

Impacts sur leur santé :
↗ produits peroxydés ↘ antioxydants ↘ AGPI et AA indispensables ?

cf Durand & Damon

Oxydations des produits animaux …

	Impacts sur leur valeur nutritionnelle :	Impacts sur leur valeur santé pour les consommateurs :
LIPIDES	↘ AGPI essentiels ↗ produits peroxydés (MDA, HNE, HHE…)	↗ mutagènes (aldéhydes…)
PROTEINES	↘ AA indispensables ↗ agrégations ↘ reconnaissance par les protéases digestives	↗ mutagènes ↘ digestibilité protéines Fermentation des protéines non digestibles (phénols, crésols)

?

Travaux en cours & perspectives

JFN
12 décembre 2012

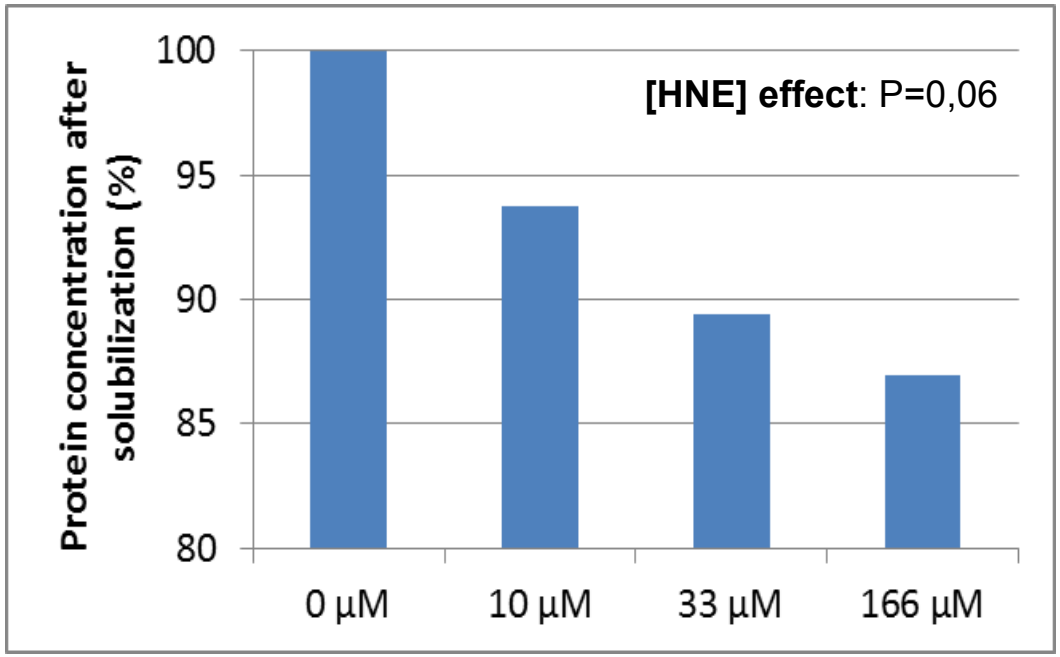
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Travaux en cours

Etude des interactions protéines-lipides dues aux oxydations (*in vitro*)

Solubilisation des protéines



Gobert et al., 2012

Renforce l'hypothèse d'implication du HNE dans la formation des agrégats protéiques.

Travaux en cours

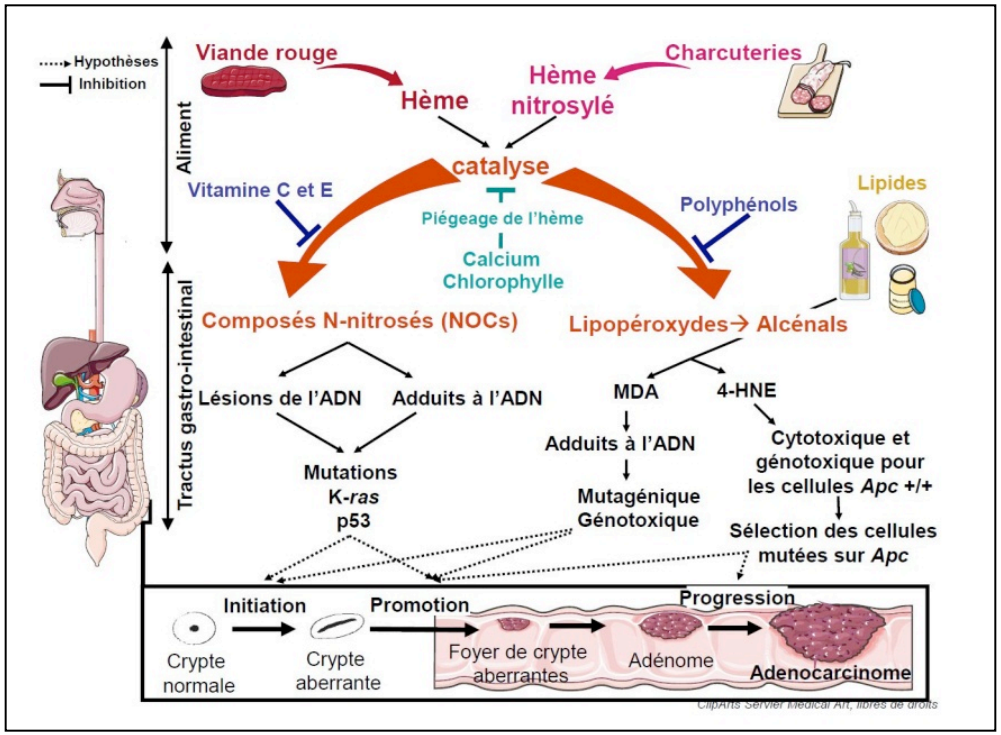
ANR SECURIVIANDE (2012-2015)

portée par Fabrice Pierre (ALIMH, Toxalim)

Etude de la promotion du cancer colorectal induite par la consommation de viandes

Objectif :
tester différents processus de fabrication de viandes de bœuf et de charcuteries pour réduire l'effet promoteur

Implications de :
⇒la lipoperoxydation (MDA, HNE)
⇒des composés nitrosés



Travaux en cours

Oxydation des protéines dans les aliments

↓

Agrégation des protéines

↓

Diminution de digestibilité

↓

Accumulation de protéines dans le gros intestin

↓

Fermentation des protéines

↓

Tyrosine -> Phénols + Crésols
(composés mutagènes)

↓

Cancer du colon

Il est important d'améliorer les procédés de transformation des viandes afin de limiter au maximum les oxydations des protéines.

Détermination des paramètres de cuisson (couples temps/température) qui limitent au mieux les oxydations

Thèse Aurélie Promeyrat ;
WP du programme européen DREAM porté par Monique Axelos.

Merci de votre attention

Relation entre stress oxydant, santé animale et qualités nutritionnelles chez les animaux de rente

Stress oxydant et qualités nutritionnelles des produits animaux

Gobert M.[1], Damon M.[2] et Durand D.[3]

1. INRA, UR 370 QuaPA, Site de Theix, F_63122 Saint-Genès-Champanelle
2. INRA, UMR 1348 PEGASE, Site de Rennes, F_35590 St Gilles
3. INRA, UMR 1213 Herbivores, Site de Theix, F_63122 Saint-Genès-Champanelle

JFN
12 décembre 2012

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT