

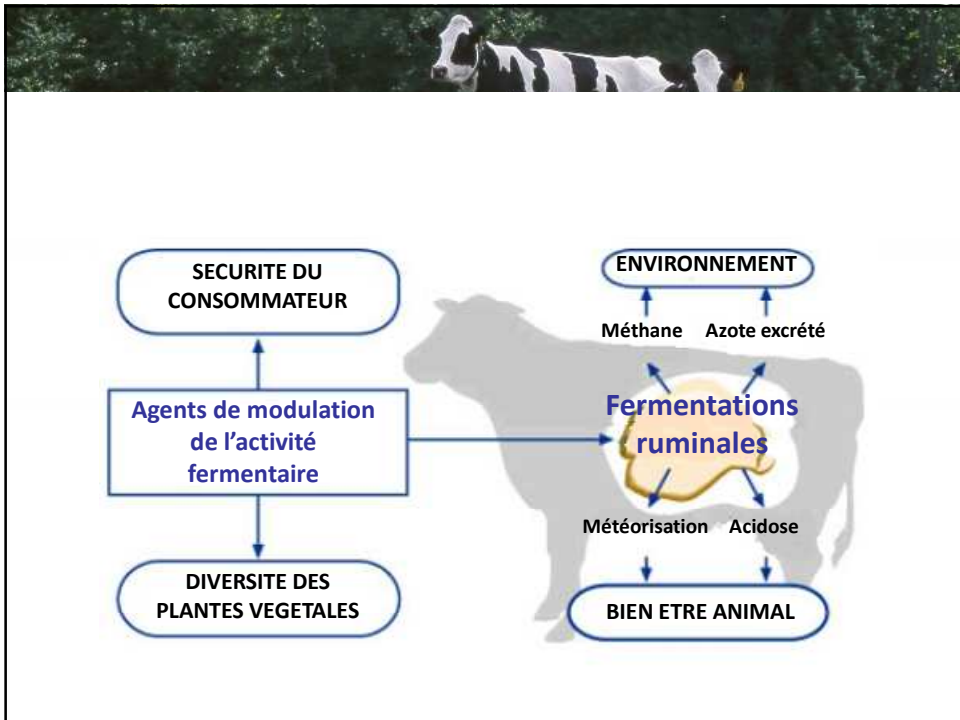


*Journées AFZ 21 septembre 2011*

# Les Huiles Essentielles chez les Ruminants

*Corine Bayourthe*

UMR 1289 TANDEM



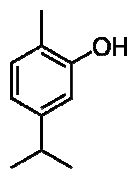
## Huiles essentielles: Définition

- Composés volatiles extraits de tout ou partie des plantes par des méthodes de distillation (principalement distillation à la vapeur)
- Extraites des différentes parties de la plante (racines, écorce, fleurs, graines, feuilles, etc...)
- Non essentielles pour la nutrition ou le métabolisme de la plante, ne sont pas des huiles (*i.e.*, lipides):
  - responsables du parfum et de l'arôme des plantes = *Quinta essentia*

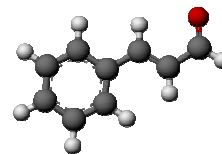


## Huiles essentielles: Chimie

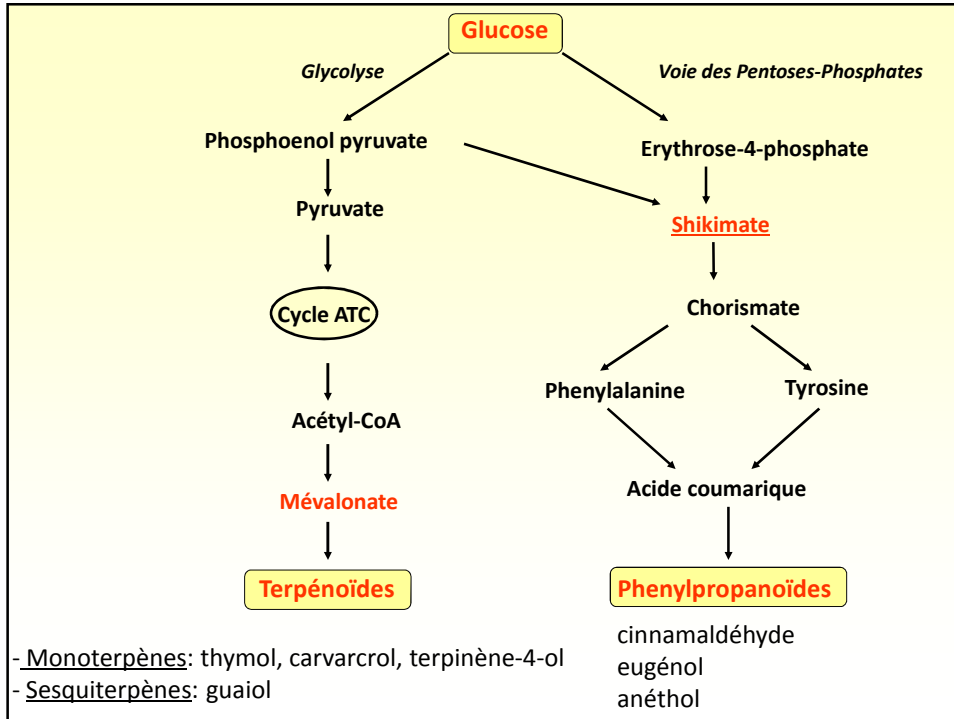
- Mélanges complexes d'alcool, d'ester ou d'aldéhyde, dérivés des phenylpropanoïdes ou des terpénoïdes
- Terpénoïdes les plus abondants = monoterpènes



Carvacrol

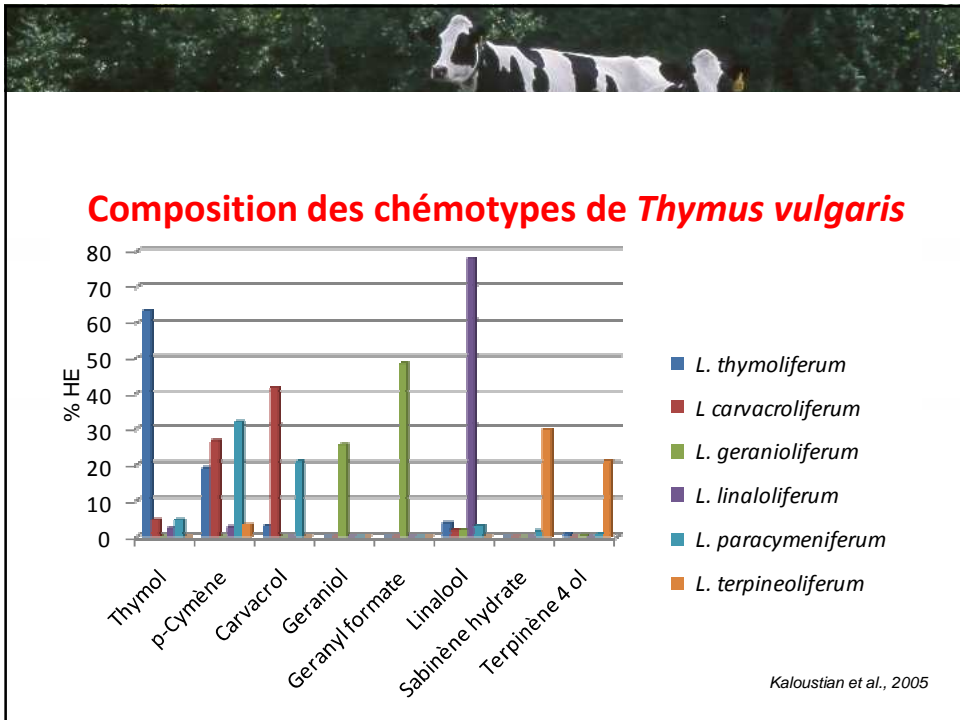
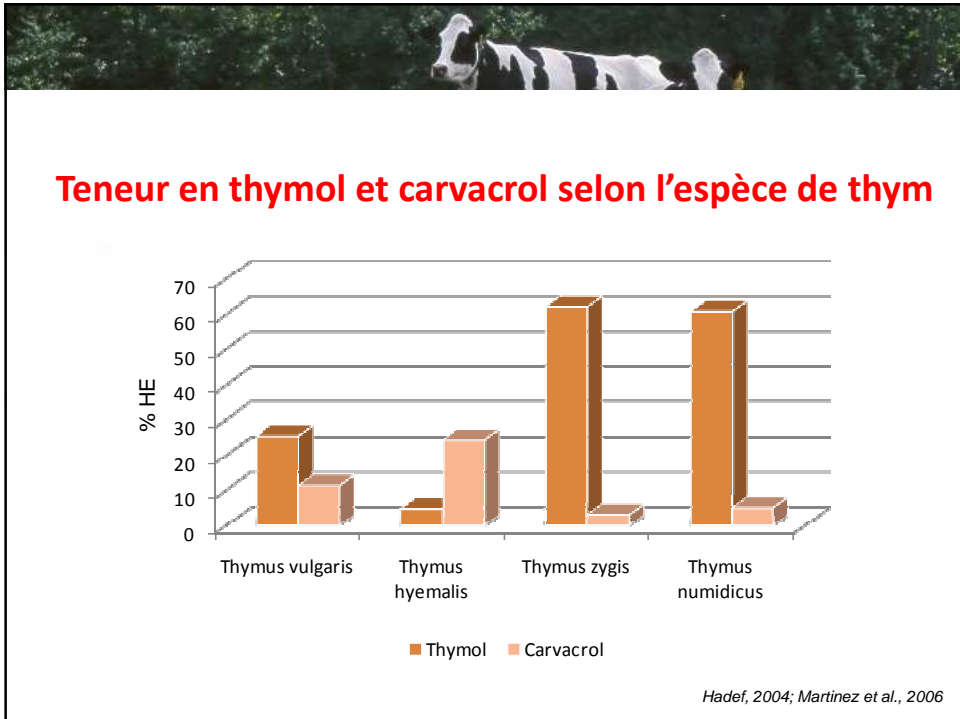


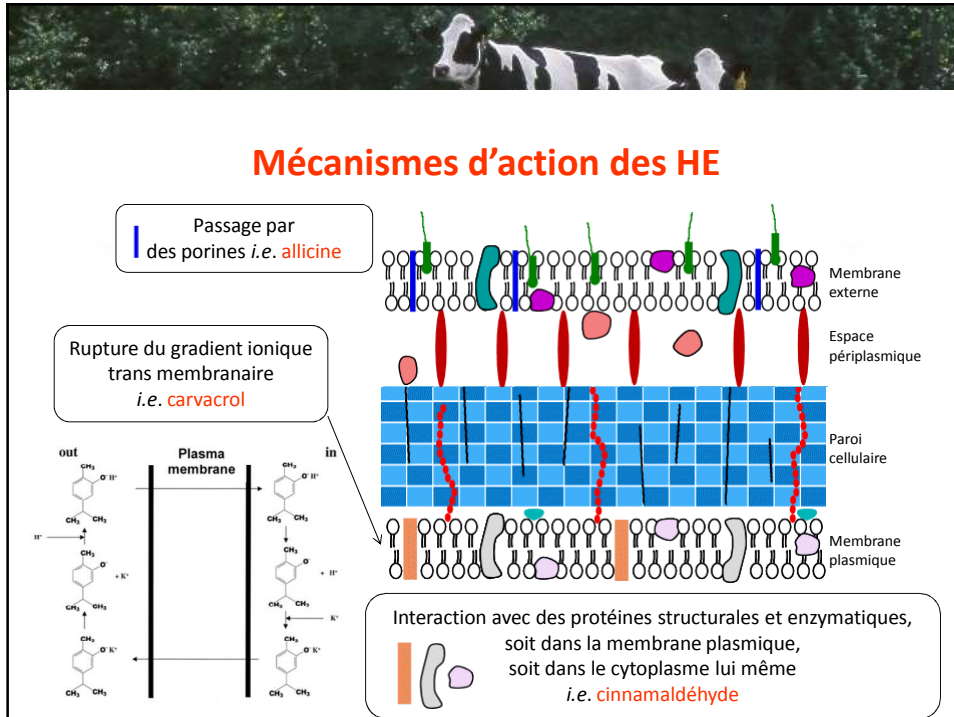
Cinnamaldehyde



**Composition chimique des HE. Principales familles chimiques et exemples (d'après Franchemme et al., 1990)**

<b>Phénols</b>  Thymol [n°CAS 89-83-8] Carvacrol [n°CAS 499-75-2] Guaiacol [n°CAS 90-05-1] Eugenol [n°CAS 97-53-0]	<b>Phénol methyl ether</b>  Anéthol [n°CAS 104-46-1]	<b>Aldéhydes</b>  Cinnamaldéhyde [n°CAS 104-55-2] Citral [n°CAS 5392-40-5]
<b>Monoterpène hydrocarboné</b>  p-cymène [n°CAS 99-87-6] Myrcène [n°CAS 123-35-3] Alpha pinène [n°CAS 80-56-8]	<b>Oxyde</b>  Eucalyptol [n°CAS 470-82-6]	
<b>Monoterpénol</b>  Citronellol [n°CAS 106-22-9] Géraniol [n°CAS 106-24-1]	<b>Cétone</b>  Verbenone [n°CAS 1196-01-6]	





**Pouvoir bactéricide des HE et de leurs molécules**

Rang*	Famille chimique	Réprésentant	HE
1	Phénols	Carvacrol, Thymol Eugénol Gaïacol	Thym, Sariette, Origan Clou de girofle, feuilles cannelle Bois de Gaïac
1	Aldéhyde	<b>Cinnamaldéhyde</b>	Ecorce de cannelle
2	Monoterpénoï (C10)	1-terpinène-4-ol	Tea tree
3	Aldéhydes	Géranial-néral, Citronellal	Citronelles
4	Cétones	Verbenone-Menthone-Carvone	Romarin à verbenone-Menthe-Aneth
5	Ether	Estragol-Anethol	Basilic, Estragon – Anis, Badiane
6	Oxydes	Eucalyptol	Eucalyptus
7	Terpènes	Pinènes	Pin, Sapin

\*Ordre décroissant : du rang 1 (le plus bactéricide/bactériostatique) au rang 7

D'après Belaiche, 1979 ; Knobloch et al., 1989 ; Franchomme et al., 1990 ; Dogna, 1990; Inouye et al., 2001a, 2001b ; Friedman et al., 2002 ; Hernandez Ochoa, 2005

**Pouvoir bactéricide des HE et de leurs molécules**

**Structure  
phénolique**

Carvacrol  
[n°CAS 499-75-2]

Menthol  
[n°CAS 89-78-1]

Carvacrol méthyl éther  
[n°CAS 6379-73-3]

p-cymène  
[n°CAS 99-87-6]

**Autre  
structure**

Géraniol  
[n°CAS 106-24-1]

Géranyl acétate  
[n°CAS 105-87-3]

Limonène (L)  
[n°CAS 5989-54-8]

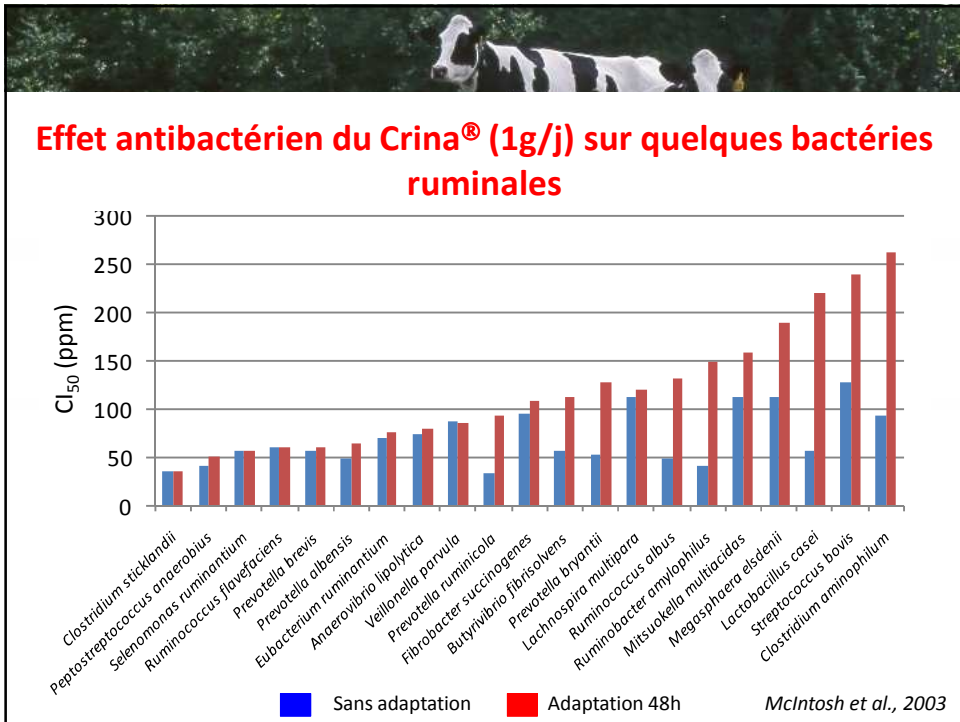
*Ultee et al., 2002*




(a)

(b)

**Cellules d'*E.coli* O157 avant (a) et après (b) traitement avec l'HE d'origan (microscopie électronique à balayage)**



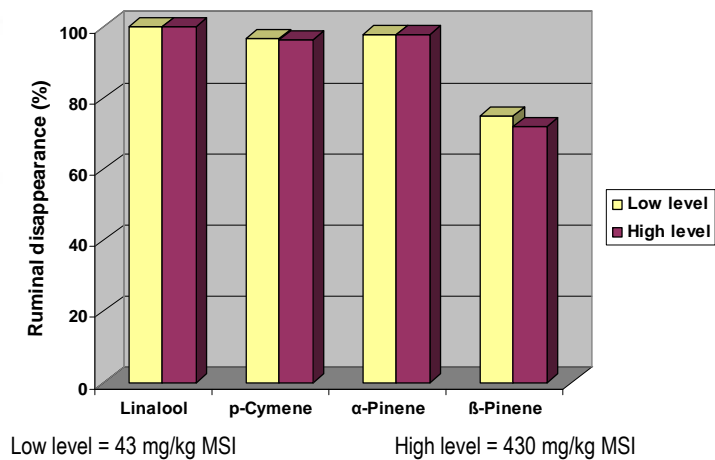


## Devenir des HE dans le tractus gastro intestinal

- Bioconversion par la microflore ruminale (*Welch and Pederson, 1981; Schlichtherle-Cerny et al., 2004*)
- Transfert dans la phase gazeuse du rumen en raison de la volatilité des terpènes favorisant les pertes pendant la rumination et les éructations (*Cluff et al., 1982; White et al., 1982*)
- Absorption dans le tractus gastro-intestinal, passage dans le sang et excrétion dans les urines (*Michiels et al., 2008; Malecky et al., 2009*)

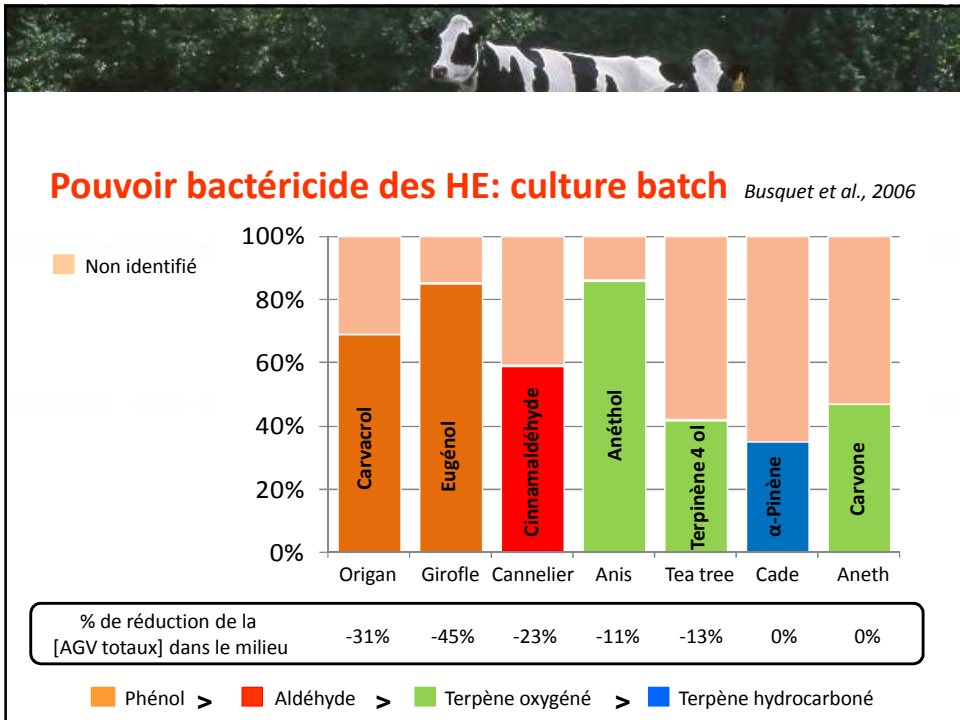
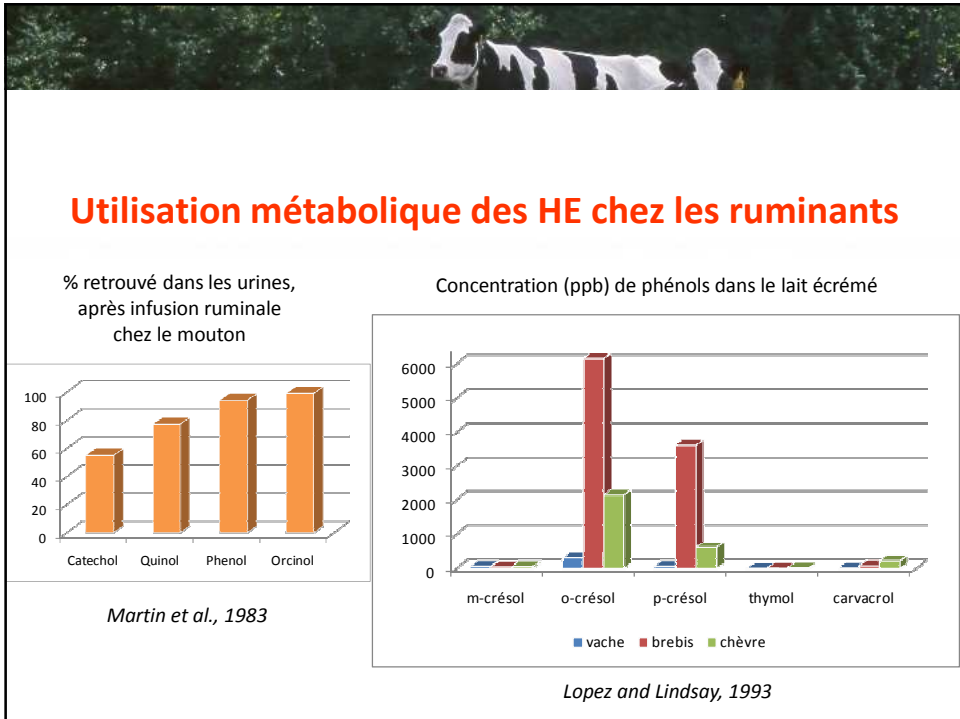


## Disparition ruminale (%) des monoterpènes chez la chèvre



*Malecky et al., 2009*







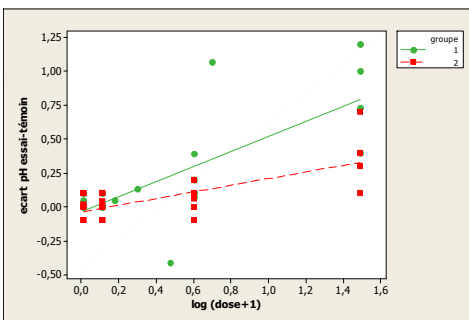
## Effet d'un apport en HE et composés d'HE sur les paramètres fermentaires ruminiaux (Noirot et al., 2007)

Base de données: 11 références bibliographiques (dont 5 *in vivo*) représentant 25 essais; 18 produits testés dont 8 HE, 1 mélange de CHE (CRINA®) et 9 CHE

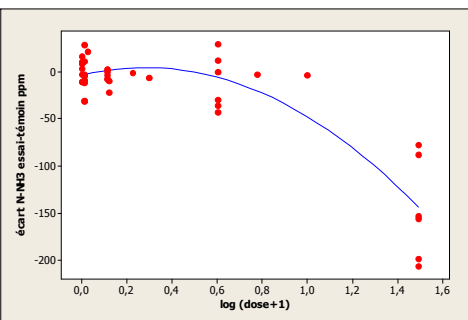
Famille chimique	HE / CHE
<b>Groupe 1</b>	
Phénols	<i>Origanum vulgare</i> (Origan : 64 % carvacrol + 16 % thymol) ; <i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle : 85 % eugénol) ; Vanilline; Thymol; Carvacrol; Eugénol; CRINA®
Cinnamaldéhyde	<i>Cinnamomum cassia</i> (Cannelle: 59 % cinnamaldéhyde) ; Cinnamaldéhyde
<b>Groupe 2</b>	
Alcool	<i>Melaleuca alternifolia</i> HE (Arbre à thé : 42 % 1-terpinen-4-ol)
Cétone	<i>Anethum graveolens</i> (Aneth: 47 % carvone) ; Carvone
Ether	<i>Pimpinella anisum</i> (Anis : 86 % anéthol)
Ester	Anéthol ; Benzyl salicylate



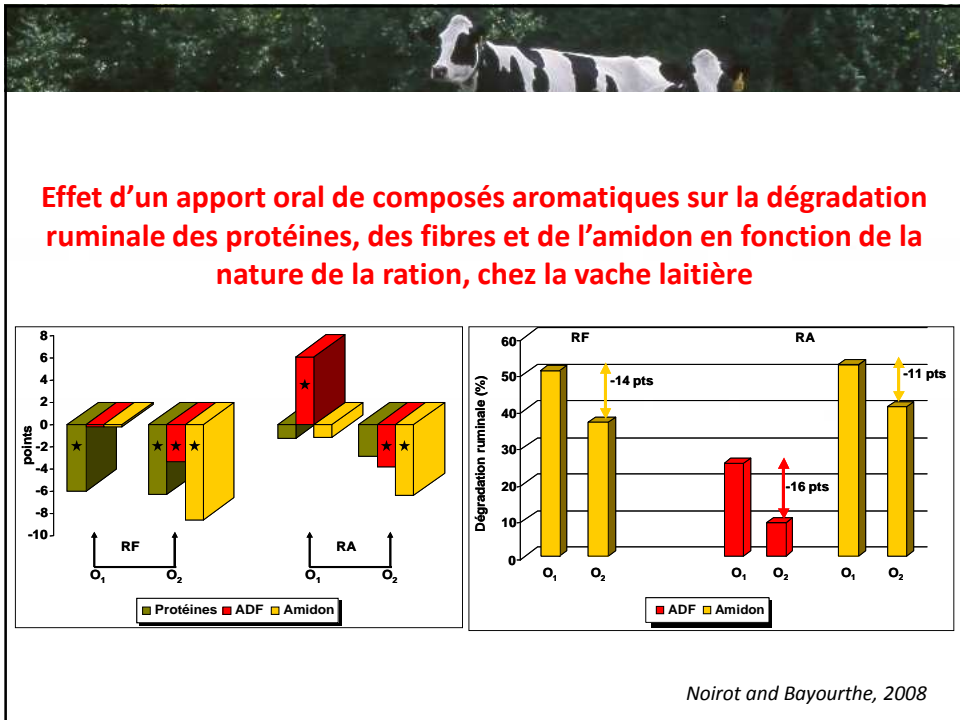
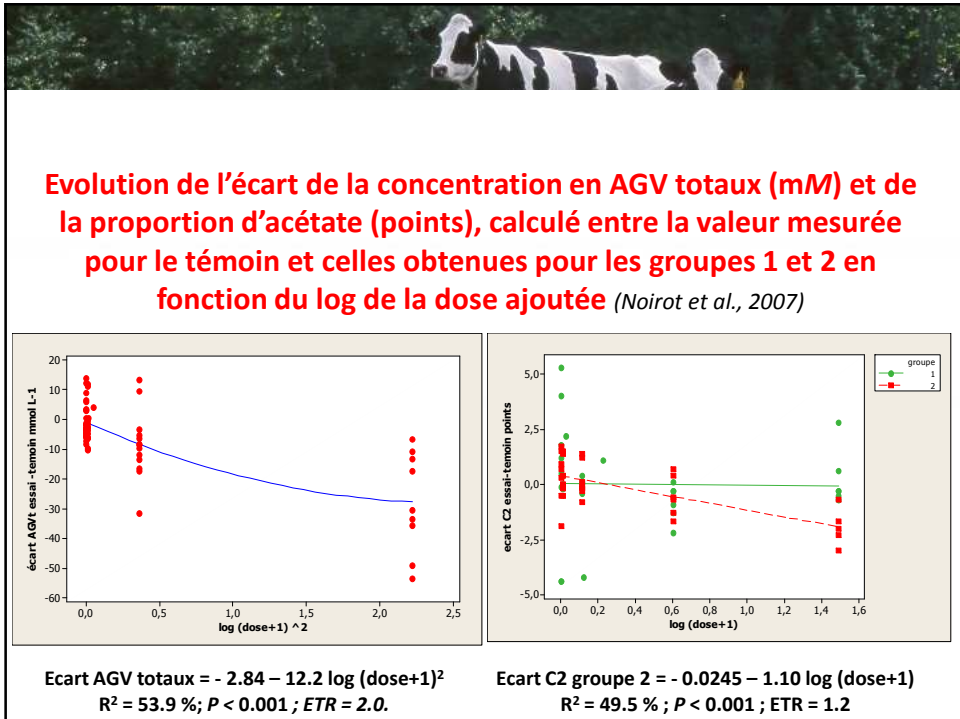
## Evolution de l'écart de pH (unité-pH) et de la concentration en N-NH<sub>3</sub> (ppm), calculé entre la valeur mesurée pour le témoin et celles obtenues pour les groupes 1 et 2 en fonction du log de la dose ajoutée (Noirot et al., 2007)




Écart pH groupe 1 =  $0.075 + 0.766 \log(\text{dose}+1)$   
 $R^2 = 69.6\%$  ;  $P < 0.001$  ; ETR = 6.7



Écart N-NH<sub>3</sub> groupe 1 =  $6.20 - 50.4 \log(\text{dose}+1)^2$   
 $R^2 = 70.7\%$  ;  $P < 0.001$  ; ETR = 3.2






**Composés phénoliques: Carvacrol (24 h batch culture)**

	Dose (mg/L)			
	0	250	300	350
AGV, mM	58.4	41.7*	34.6*	28.5* (-51%)
C <sub>2</sub> , %	39.6	27.9*	24.6*	19.6* (-50%)
C <sub>3</sub> , %	8.92	5.02*	4.31*	3.76* (-57%)
C <sub>4</sub> , %	7.55	7.06	4.14*	3.59* (-53%)
CH <sub>4</sub> , mM	2.09	1.05* (-49%)	0.57* (-72%)	0.47* (-77%)

\* Différence significative ( $P < 0.05$ )

➤ Composés phénoliques = large spectre d'activité conduisant à une inhibition globale des fermentations ruminales



*Chiquette and Benchaar, 2010*



**Cinnamaldéhyde (16 h batch culture)**


(mmol)	Dose (mg/L)			
	0	260	400	660
AGV totaux	2.84	2.53	2.46* (-13%)	1.12* (-60%)
Acétate	1.86	1.70	1.72	0.84* (-55%)
Propionate	0.58	0.51	0.45	0.04* (-92%)
Butyrate	0.30	0.24*	0.21*	0.23* (-23%)
CH <sub>4</sub>	0.81	0.71* (-13%)	0.66* (-19%)	0.05* (-94%)

\* Différence significative ( $P < 0.05$ )

Méthanogènes      Inhibition générale

*Macheboeuf et al., 2008*




**HE d'ail & dérivés (17h batch fermentation)** (Busquet et al., 2005)

	CTL (0 mg/L)	Monensin (12.5 mg/L)	Garlic (300 mg/L)	DAD (300 mg/L)
Digestibilité MS, %	61.0	53.9*	50.7*	51.2*
AGV, mM	49.3	45.7*	39.7*	38.8*
Acetate, %	61.2	56.4*	54.3*	53.9*
Propionate, %	22.6	34.2*	25.8*	28.3*
Butyrate, %	12.5	6.6	12.5*	14.0
CH <sub>4</sub> , μmol	417	241*	110*	131*
		(-42%)	(-74%)	(-69%)

\* Différence significative ( $P < 0.05$ ) DAD = Diallyl disulfide

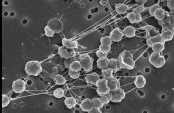

Monensin: ⚡ Bactérie Gram<sup>+</sup>      HE d'ail: ⚡ Méthanogène 🍂




**Mode d'action de l'HE d'ail sur les bactéries méthanogènes** (Busquet et al., 2005)

L'effet inhibiteur de l'HE d'ail et de ses composés soufrés pourrait s'expliquer par une inhibition de la 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase, une enzyme qui joue un rôle important dans la synthèse des éthers isoprénoïdes, principaux composants de la membrane cellulaire des Archées.

Méthanogènes





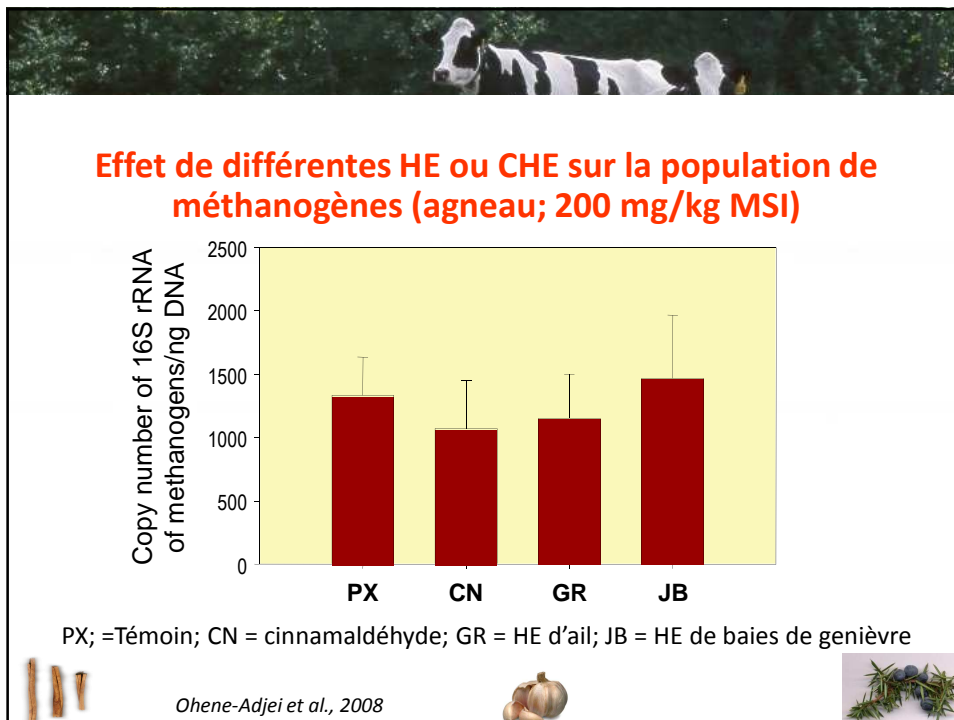



### HE d'ail & dérivés: effet de la durée d'incubation *in vitro*

	CTL (0 mg/L)	Garlic (300 mg/L)	DAD (300 mg/L)
<b>Batch culture (24h)</b>			
AGV, mM	133.1	110.1* ↓	114.0* ↓
<b>Culture continue (8 jours)</b>			
Digestibilité MS, %	59.8	55.3 =	55.1 =
AGV, mM	110.4	100.9 =	107.0 =

\* Différence significative ( $P < 0.05$ ) DAD = Diallyl disulfide

 ➤ Adaptation et/ou dégradation par les microorganismes *Busquet et al., 2005*

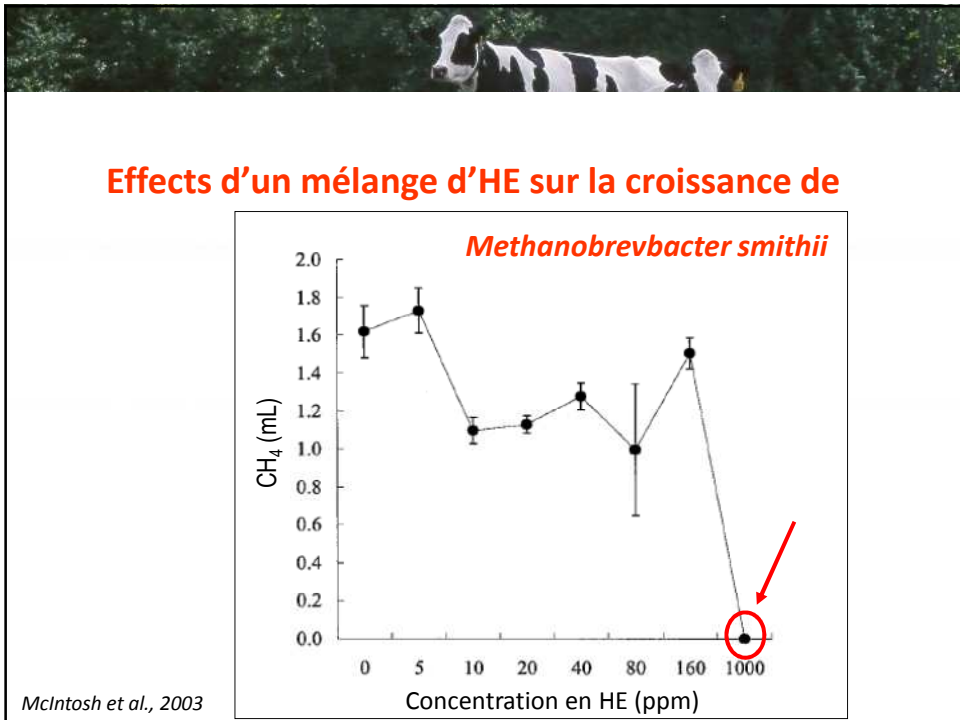





### Effets d'un mélange de composés aromatiques d'HE chez le bovin viande

	Témoin	Mélange <sup>‡</sup> (1 g/d)	ESM
MSI, kg/j	6.38	6.71	0.25
Digestibilité MS, %	63.2	58.6* ↓ 7.2%	2.23
CH <sub>4</sub> , g/j	159.3	163.1	13.79
CH <sub>4</sub> , % EB ingérée	7.93	8.53	0.04

<sup>‡</sup> Mélange = thymol, eugéno, vanillien et limonène.  
Concentration maximale estimée dans le rumen = 33 ppm *Beauchemin and McGinn, 2006*





## HE et profil en acides gras du lait

- Cinnamaldéhyde  
1 g / j  
Apport alimentaire - vache  
*Benchaar and Chouinard, 2009*
- Mélange de monoterpènes  
0.43 g / kg MSI  
Infusion ruminale - chèvre  
*Malecky et al., 2009*
- 0.75 g / j  
Apport alimentaire - vache  
*Benchaar et al., 2007*


- Mélange d'huiles essentielles  
2 g / j (apport alimentaire - vache)  
*Benchaar et al., 2006*

**9c 11t CLA + 17% (P = 0.1)**


Effet dose-réponse

Nature des terpènes dans le mélange

Durée du traitement



**Profil en AG du lait non modifié**




## HE et profil en acides gras de la viande


Cinnamaldéhyde

O=C/C=C/c1ccccc1


Ail



Baies de genièvre



200 mg/kg MS



**Pas d'effet sur le profil en AG  
du gras dorsal chez l'agneau**

*Chavez et al., 2008*