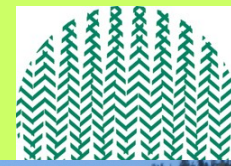


Sauvons le Climat



**INRA**



# **Emissions de gaz à effet de serre dans les pratiques de l'élevage**

**Michel Doreau**

**INRA Clermont-Ferrand/ Theix**

# 1. Elevage et gaz à effet de serre

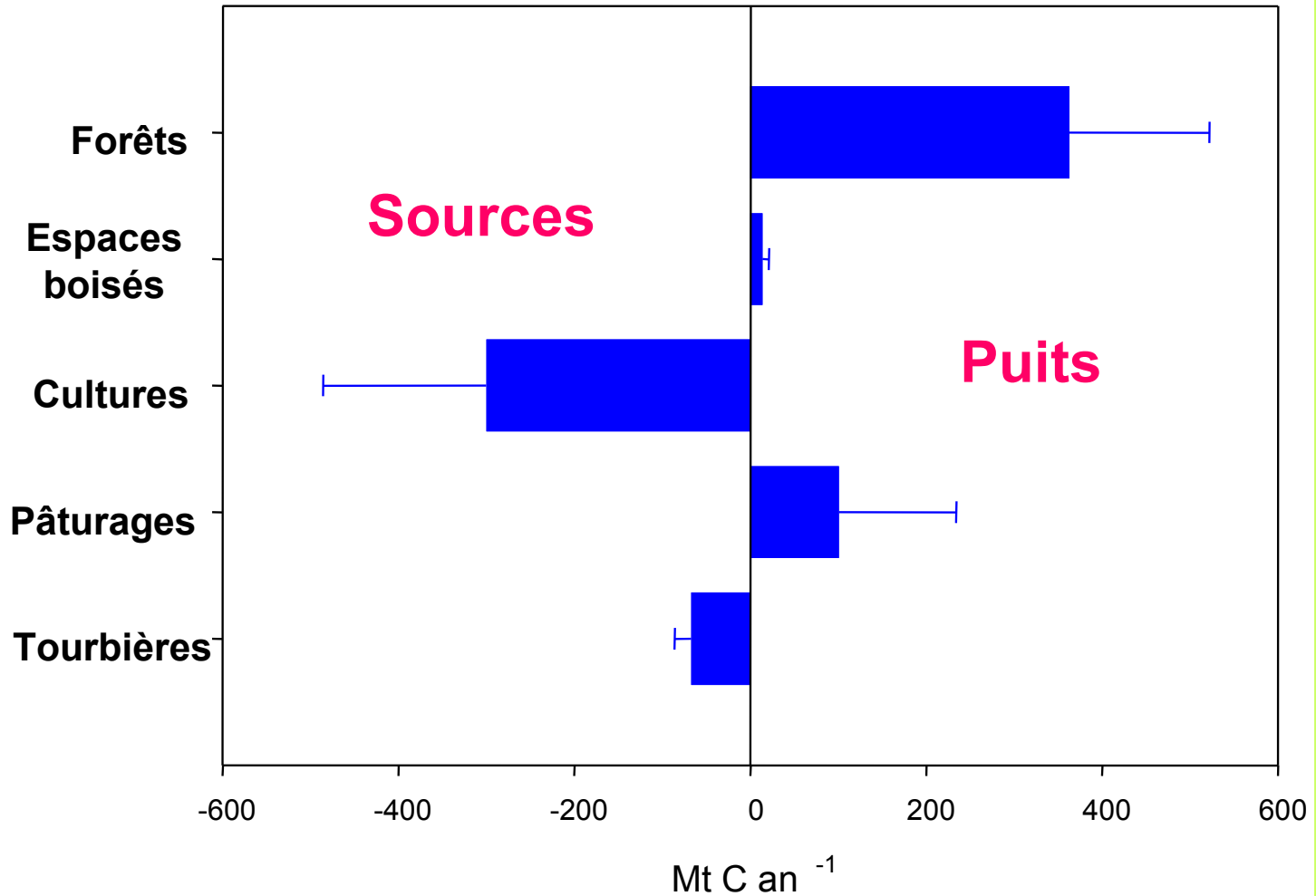
Importance du phénomène  
Origine des émissions



# Contribution du bétail au changement climatique en France (CITEPA, 2008)

Principaux secteurs	% des émissions Équivalent-CO2
Transports	24
Energie	7
Industrie	20
Traitement des déchets	2
Vie familiale, services	22
<b>Agriculture</b>	<b>19</b>
Cultures	9
<b>Bétail</b>	<b>9</b>
Energie	1

# Puits et sources de carbone en Europe





# Deux types d'estimation des émissions

## Inventaires nationaux

Par secteur d'activité

Ex:  
CITEPA  
GIEC - IPCC

Analyse globale  
(analyse de cycle de vie)

Par produit

Ex:  
FAO : élevage = 18% des émissions



# Pourquoi les chiffres de la FAO sont si élevés

→ La proportion de l'élevage dans les émissions des pays du Sud est plus élevée

## *Et surtout...*

→ Le rapport FAO tient compte de toutes les émissions liées à l'élevage: dues aux cultures destinées à l'alimentation animale, à l'énergie utilisée sur la ferme; il inclut une part des émissions attribuées antérieurement aux secteurs des transports ou de l'industrie

→ Le rapport FAO tient compte du changement d'utilisation du sol et donc de la déforestation: il inclut la différence de puits de carbone entre la forêt et les pâturages ou les cultures **déforestation = 1/3 des émissions**

# Le méthane (CH<sub>4</sub>)

## Sources (niveau mondial):

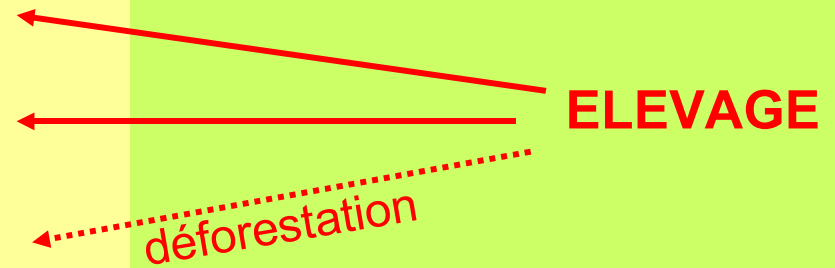
- naturelles (30%, marécages..),
- domestiques (30% décharges...),
- agricoles (40%)

Rizières (11%)

Fermentation entérique (16%)

Déjections animales (5%)

Brûlage biomasse végétale (8%)



# Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)

## Emission

- Dénitrification par les bactéries dans le sol et l'eau
  - Combustions industrielles, brûlage de biomasse
  - Engrais azotés
  - Effluents
  - Légumineuses
- 
- ELEVAGE**
- Fourrages  
Autres aliments (céréales...)
- 75%

# Le gaz carbonique (CO2)

## Emission

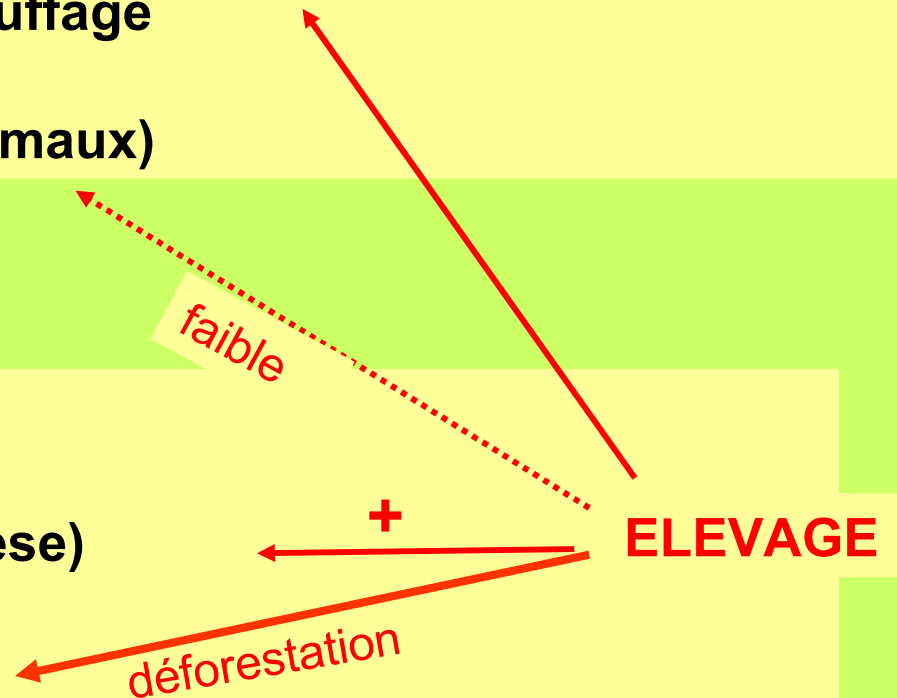
- Volcans
- Dégradation microbienne de la matière organique des plantes
- Combustion d'énergie fossile (pétrole, gaz naturel, charbon) : transports, industrie, chauffage
- Gaz expirés (humains, animaux)

*10% d'origine agricole*

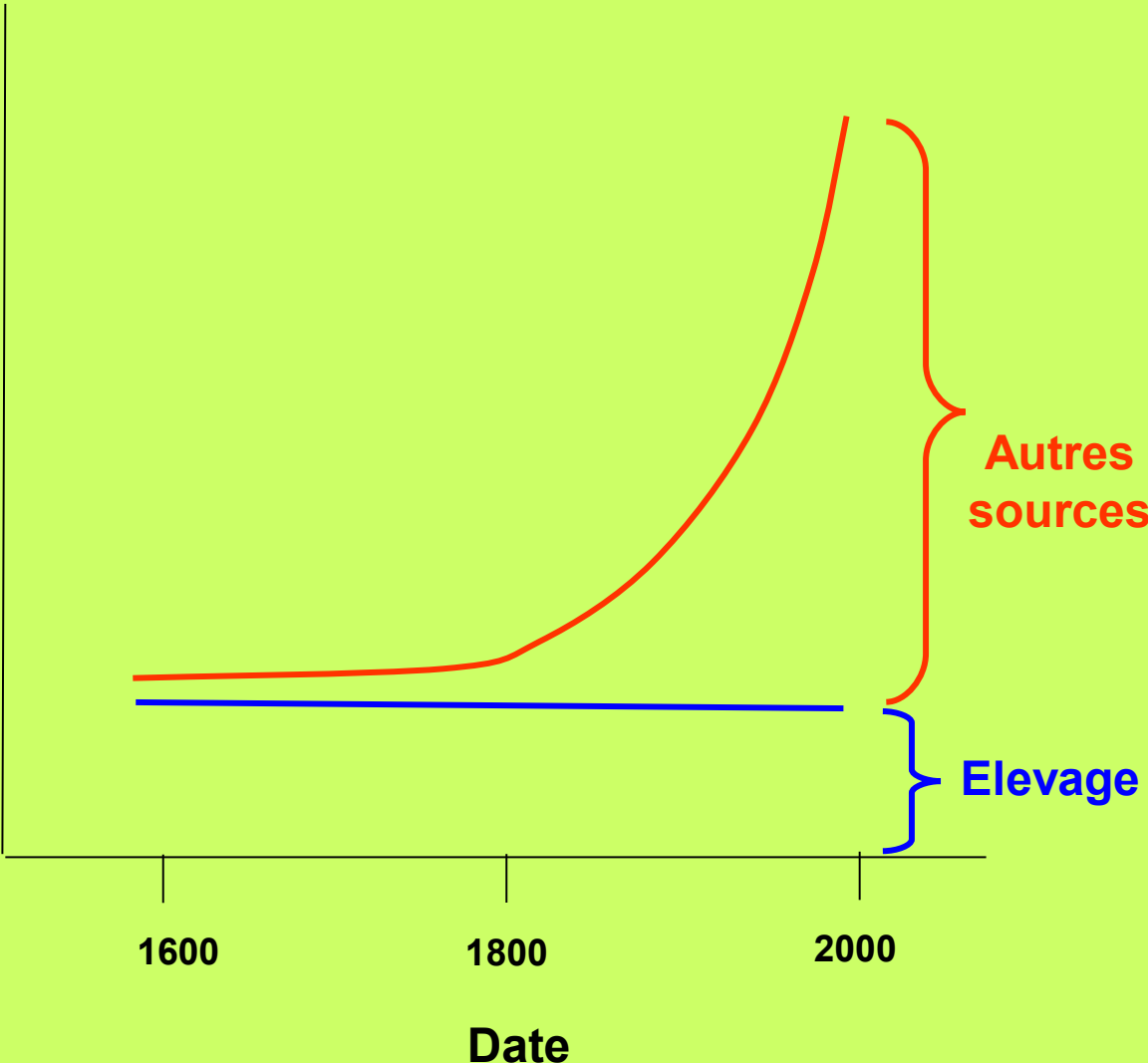
## Puits

- Surface des océans
- Biomasse végétale (photosynthèse)

Rôle particulier de la forêt



# Emissions de Gaz à effet de serre



**Tous les secteurs de l'économie doivent contribuer à la réduction des gaz à effet de serre**



# Emissions de gaz à effet de serre sur la ferme (en équivalent CO2)

Pouvoir réchauffant sur 100 ans : CO2 = 1 CH4 = 25 N2O = 298

**Méthane**

**45 – 60%**

**Protoxyde d'azote**

**25 – 35%**

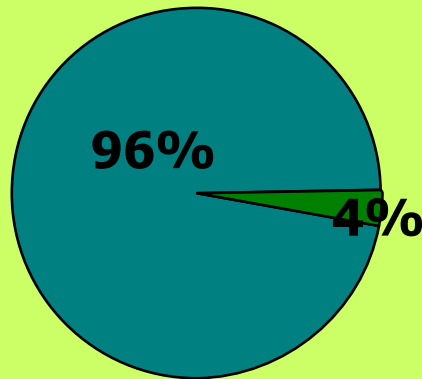
**Gaz carbonique  
hors déforestation**

**10 – 25%**

# Comment diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) chez les ruminants ?

Diminuer les émissions de CH<sub>4</sub> (méthane)

Efficace en raison de sa faible durée de vie dans l'atmosphère (12 ans contre 100 ans pour CO<sub>2</sub> et 120 ans pour N<sub>2</sub>O)



Les émissions de méthane par les ruminants contribuent pour 3 à 5% au réchauffement climatique

Diminuer les émissions de N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote)

Diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> (gaz carbonique)

# 1. Elevage et gaz à effet de serre

Importance du phénomène  
Origine des émissions

## 2. Réduire le méthane

Biotechnologies  
Alimentation  
Type d'animal



# La production de méthane correspond à une perte d'énergie pour l'animal

	<b>CH4 (kg/an)</b>	<b>E gaz (% E ingérée)</b>
<b>Vache</b>	<b>150</b>	<b>4 – 10</b>
<b>Cheval</b>	<b>18</b>	<b>2 – 3</b>
<b>Porc</b>	<b>1</b>	<b>0,5 – 2</b>
<b>Volaille</b>	<b>≈ 0</b>	<b>≈ 0</b>

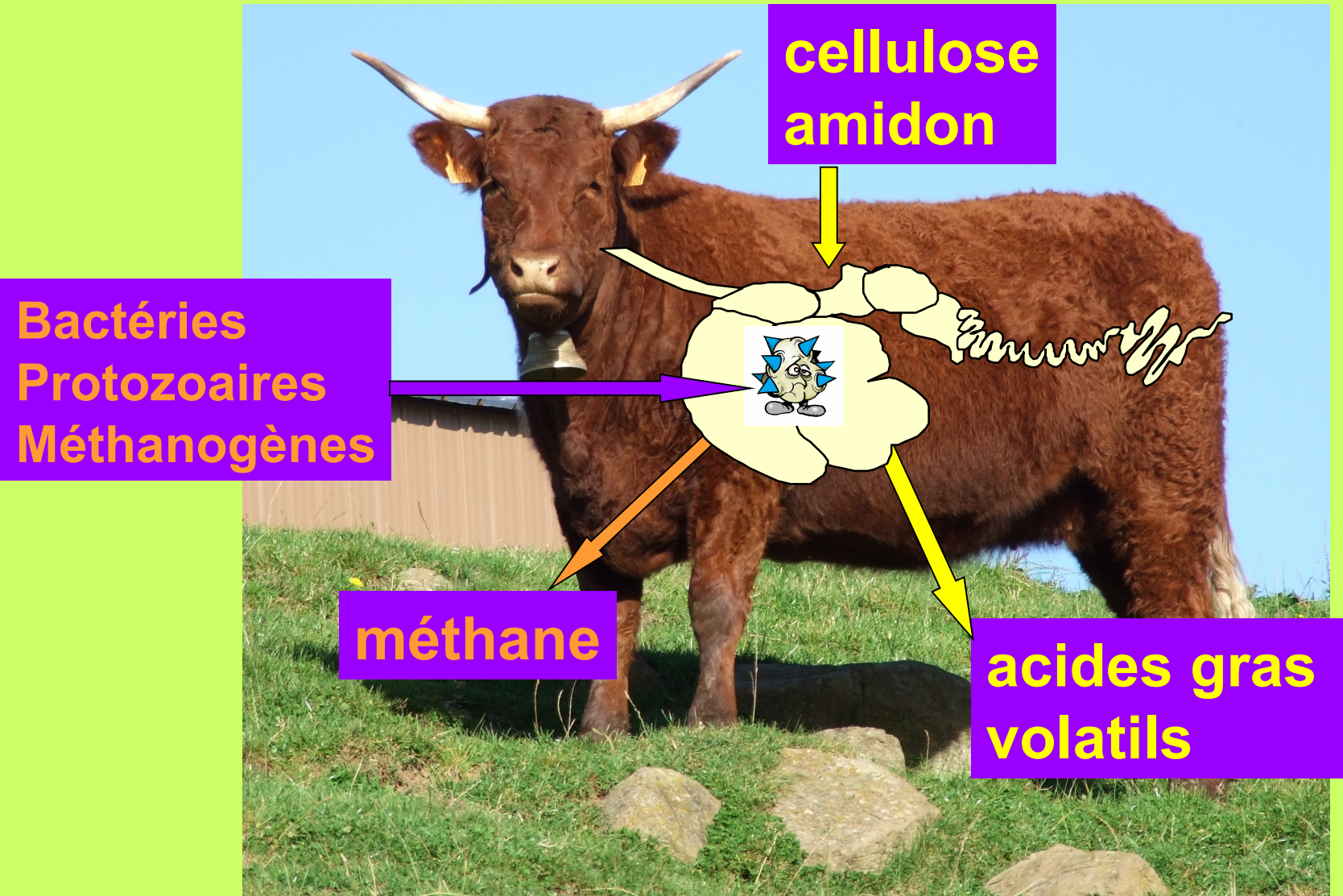
# Les émetteurs de méthane entérique en France

Milliers de T  
par an

<b>Bovins</b>	<b>1277</b>	<b>90%</b>	<b>Filière lait</b>	<b>595</b>
<b>Ovins</b>	<b>87</b>		<i>dont vaches</i>	<i>447</i>
<b>Caprins</b>	<b>15</b>			
<b>Equins</b>	<b>20</b>		<b>Filière viande</b>	<b>682</b>
<b>Porcins</b>	<b>11</b>		<i>dont vaches</i>	<i>351</i>

*Vermorel et al., 2008*

# Chez les ruminants, le méthane est produit dans la panse ou rumen



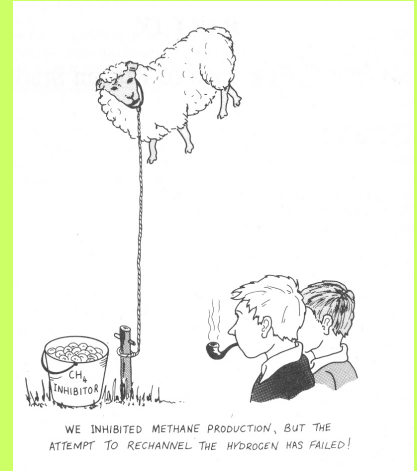


# Comment réduire les émissions de méthane ?

protozoaires

**Glucides**  
(fibres, amidon)

*Produire moins  
d'hydrogène sans  
affecter les fermentations*



acétate  
butyrate

H

propionate

H

*Inhiber la  
production  
de méthane*

et

*Orienter les fermentations  
vers des voies  
consommatrices d'H*

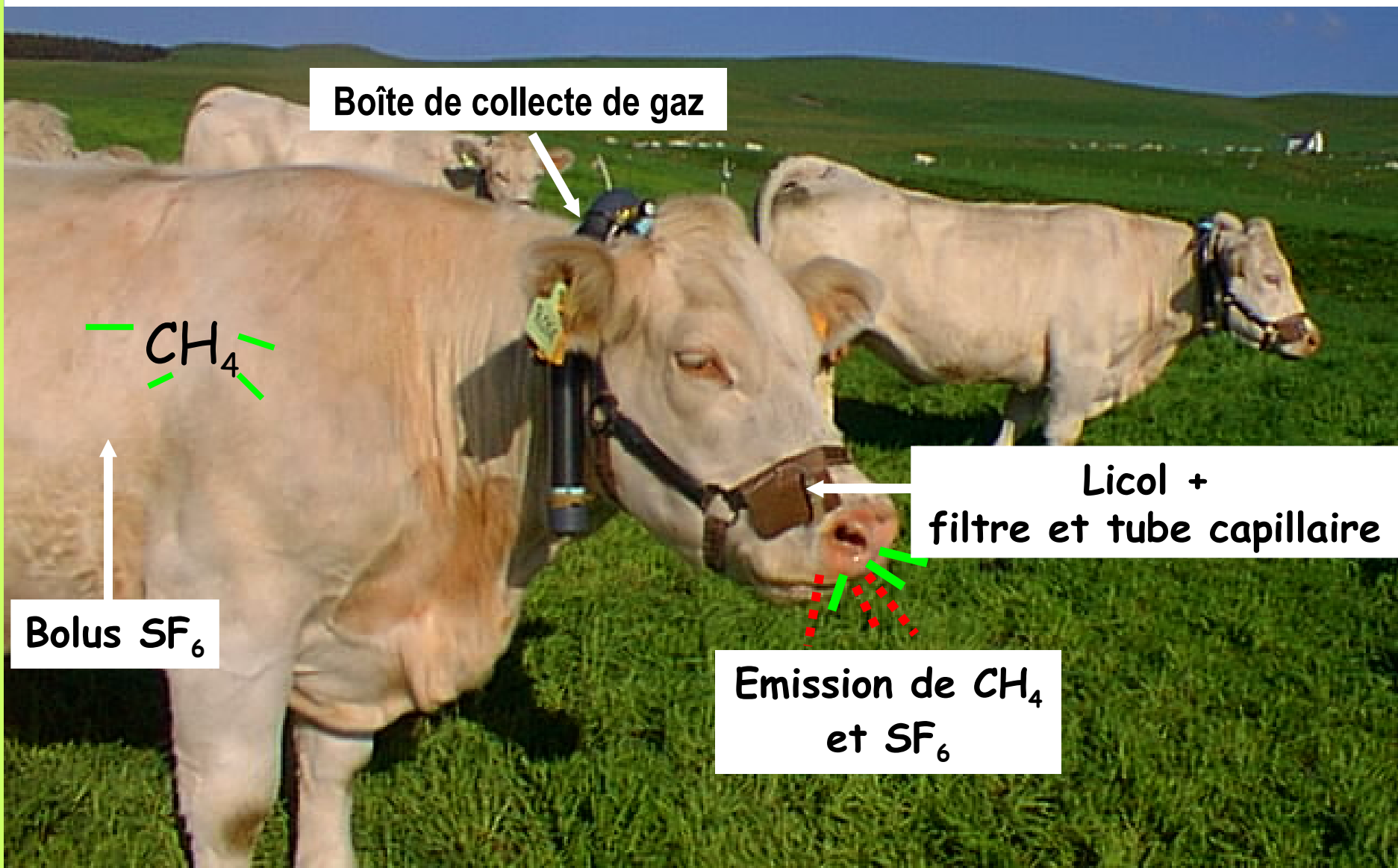
méthane

méthanogènes

bactéries

# Mesure du $\text{CH}_4$ éructé

Technique du traceur  $\text{SF}_6$  *Johnson et al. 1994*



Boîte de collecte de gaz

$\text{CH}_4$

Bolus  $\text{SF}_6$

Licol +  
filtre et tube capillaire

Emission de  $\text{CH}_4$   
et  $\text{SF}_6$

# Biotechnologies

Cible

Efficacité et usage possible

Vaccination

Méthanogènes

Effet à confirmer

Ajout de  
bactéries  
acétogènes

Méthanogènes

Effet in vitro de bactéries  
d'intestin de kangourou

**Nécessitent des recherches longues et complexes  
Pourraient être utilisées à moyen terme (?)**

# Additifs

**Cible**

**Efficacité**

**Antibiotiques**

**Bactéries  
cellulolytiques**

**Efficace mais  
interdit dans l'UE**

**Molécules  
diverses**

**Méthanogènes**

**Effet in vitro,  
toxicité probable**

**(chloroforme,..)**

**Non utilisable**

**Extraits de  
plantes**

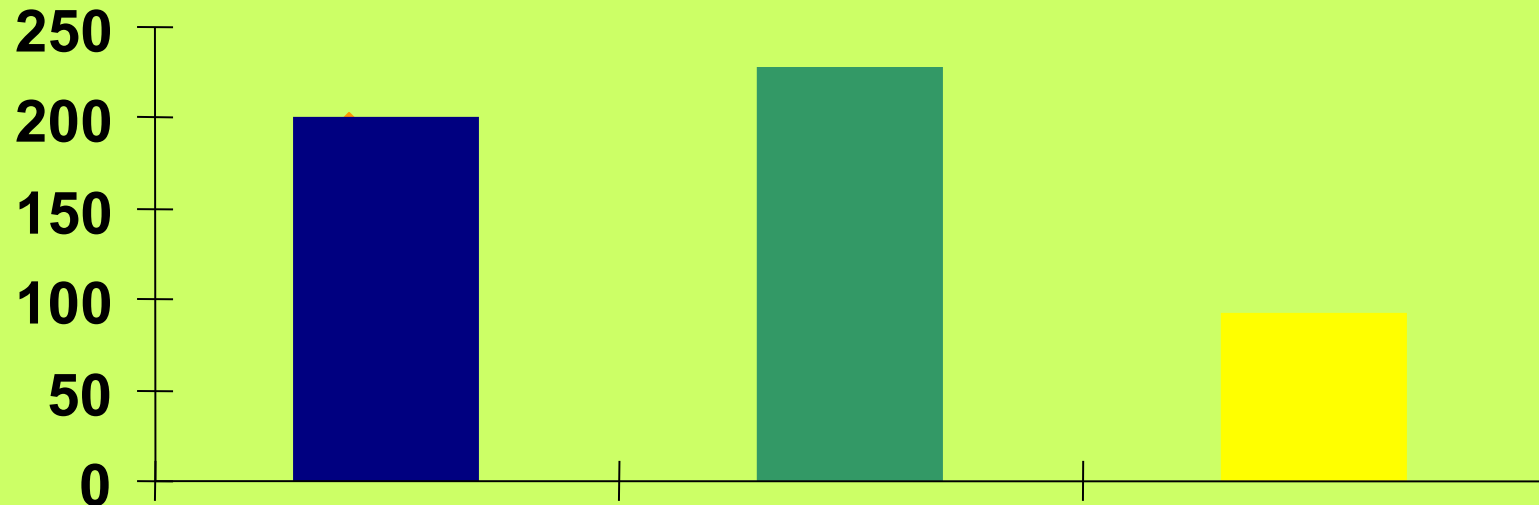
**Méthanogènes  
Protozoaires  
Bactéries**

**Effet in vitro**

**Nécessitent des recherches supplémentaires.  
Utilisation possible à court terme**

# Rations riches en aliment concentré

CH<sub>4</sub> (l/jour)



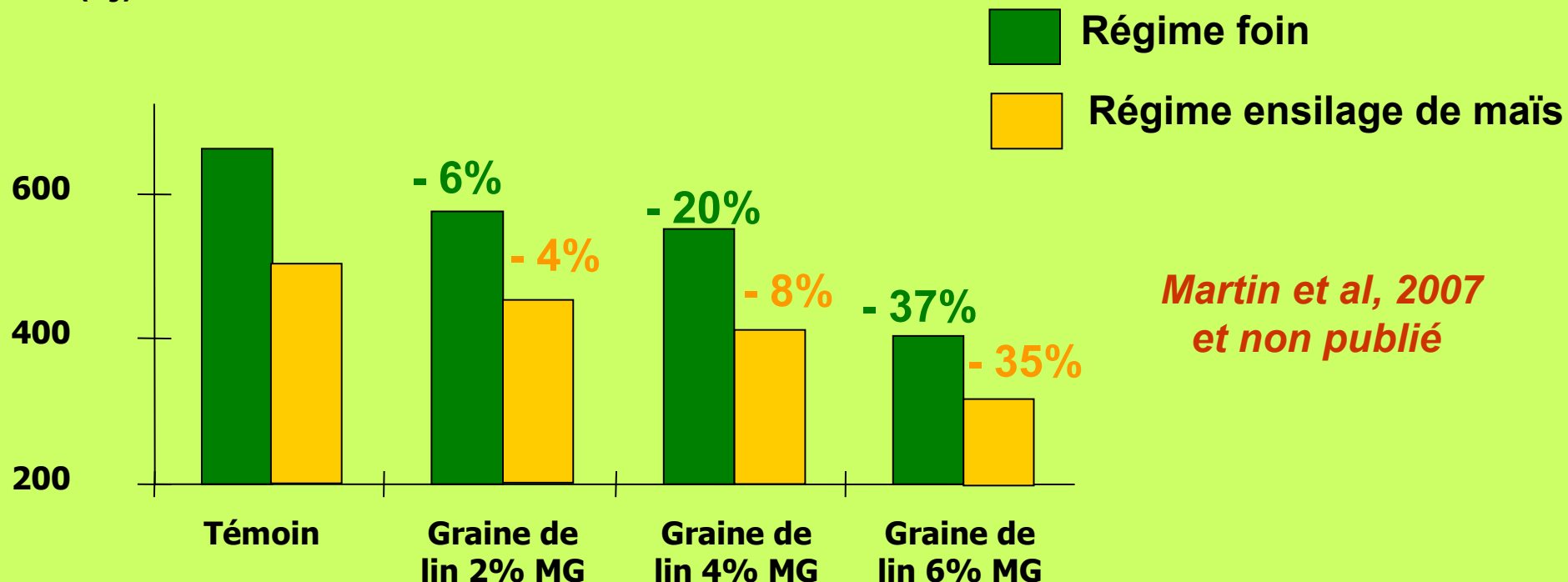
CH <sub>4</sub> (% énergie ingérée)	50% foin 50% concentré	62% ensilage maïs	90% concentré
	<b>7,2</b>	<b>6,6</b>	<b>2,5</b>

*Martin et al,  
2007*

Augmentation du propionate, baisse des protozoaires et des méthanogènes, en relation avec un pH faible dans le rumen

# Effet des matières grasses

CH<sub>4</sub> (l/j)



Les lipides réduisent les méthanogènes et les protozoaires, parfois les bactéries cellulolytiques

Les plus efficaces: graine de lin

et

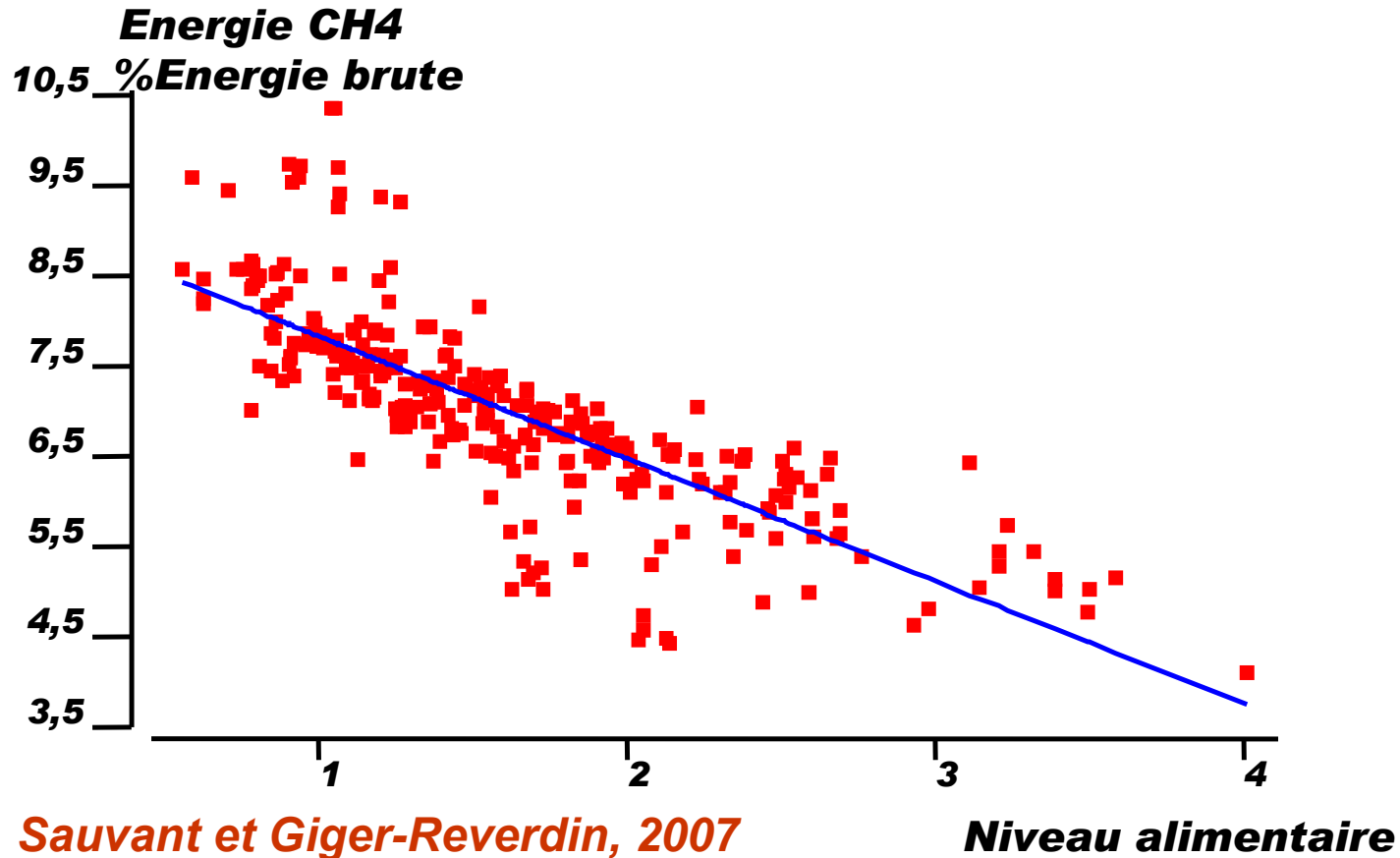
huile de coprah

↓  
Oméga 3

↓  
Acides gras saturés

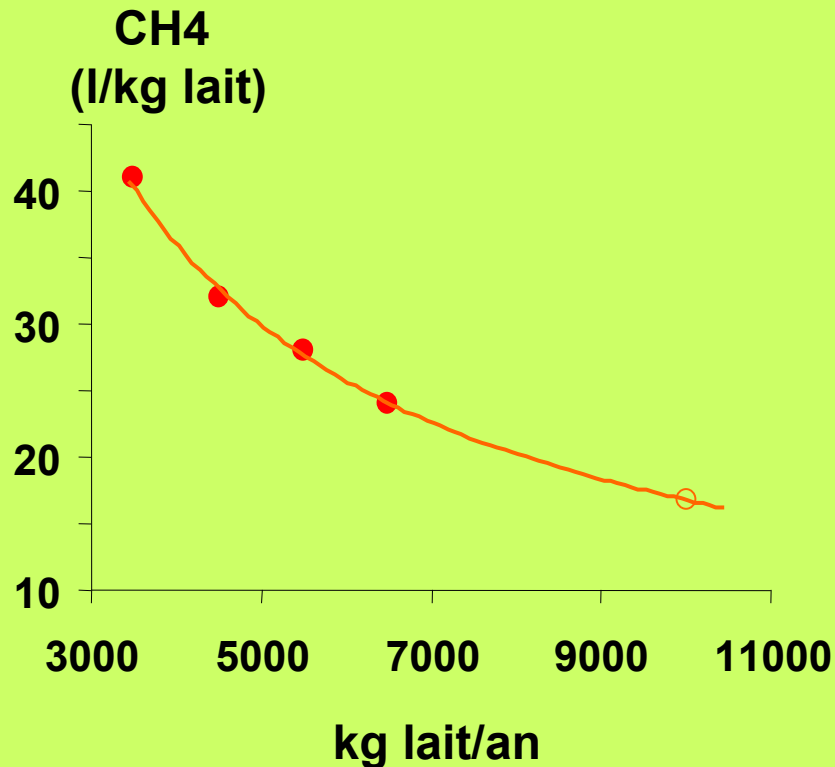


# Effet du niveau d'ingestion



La baisse du méthane (en % de l'énergie brute ingérée) quand le niveau alimentaire augmente est due à la baisse du temps de séjour des aliments dans le rumen

# Relation générale entre méthane et production laitière



**Les vaches fortes productrices consomment :**

- plus d'aliments
- un régime plus riche en concentrés

- et la part des besoins d'entretien est plus faible

*D'après Vermorel (1995) et Kirchgessner et al (1994)*

# Effet génétique

- Pas d'effet du potentiel de production indépendamment de la ration
- Sélection basée sur l'efficacité globale ?  
Animaux qui consomment moins pour une même production

Exemple sur boeufs (*Hegarty et al., 2007*)

	Ingestion faible	Ingestion forte
Gain de poids, kg/jour	1,1	1,3
Ingestion de matière sèche, kg/jour	8.4	14.1
Méthane, g/kg gain de poids	132	173

# 1. Elevage et gaz à effet de serre

Importance du phénomène

Origine des émissions

# 2. Réduire le méthane

Biotechnologies

Alimentation

Type d'animal

# 3. Réduire l'ensemble des gaz à effet de serre

Vers une vision systémique

# Bilan de CH<sub>4</sub> à la ferme

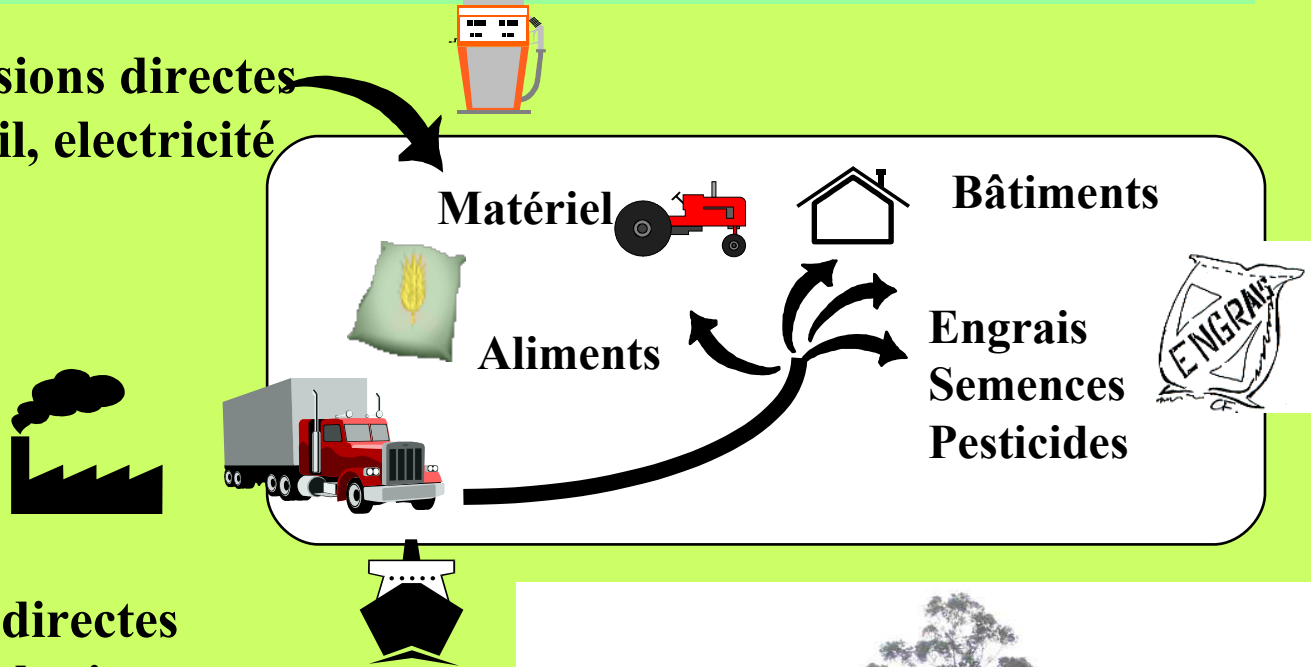
	Nouvelle Zélande	Californie	
<i>2 systèmes extrêmes</i>	Pâturage seul	50% fourrages 50% concentrés	
Lait (kg / vache / an)	3400	9000	
CH <sub>4</sub> entérique (g / kg lait)	27	17	- 37%
CH <sub>4</sub> effluents (g / kg lait)	3	18	
CH <sub>4</sub> total (g / kg lait)	30	35	

*Johnson et al (2000)*

**Peu de différences entre ces 2 systèmes**

# Réduire les émissions de gaz carbonique

Emissions directes  
(gasoil, electricité  
gaz)



Emissions indirectes  
nécessaires pour les intrants  
(extraction, récolte,  
traitement, transport)

Tous les postes peuvent être réduits

- Machinisme
- Transports d'aliments
- ...





# Réduire les émissions de protoxyde d'azote

**Moins d'engrais azotés**

**En France, utilisation excessive (+ 30% )**

*Riedacker et al., 2006*

**Moins d'azote dans la ration des animaux  
L'azote excédentaire se retrouve  
dans les déjections et l'urine**

**Inhibiteur de nitrification:**

**DCD (dicyandiamide) répandu sur l'herbe**

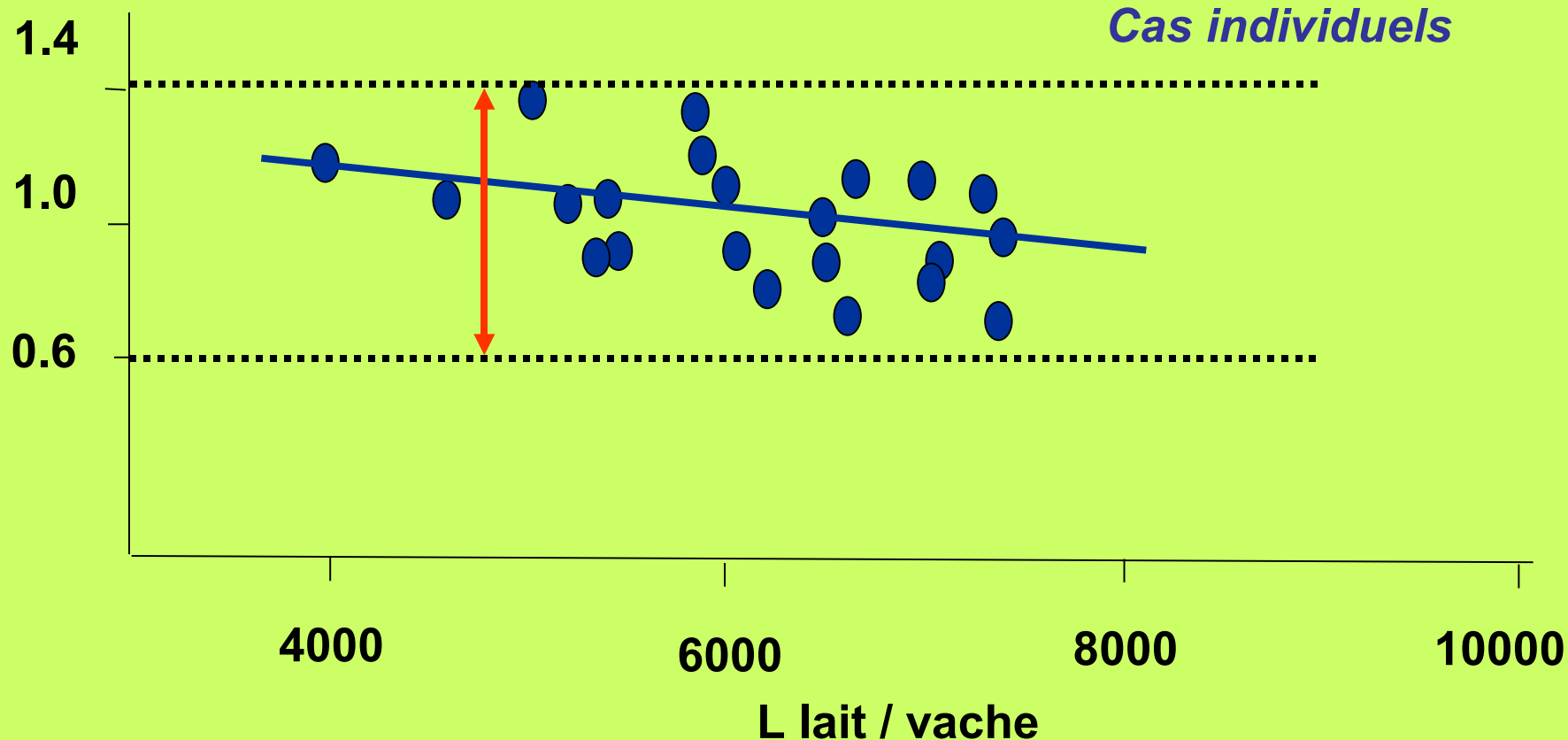
**Serait très efficace**

**Innocuité ??**

# Bilan des GES au niveau de la ferme

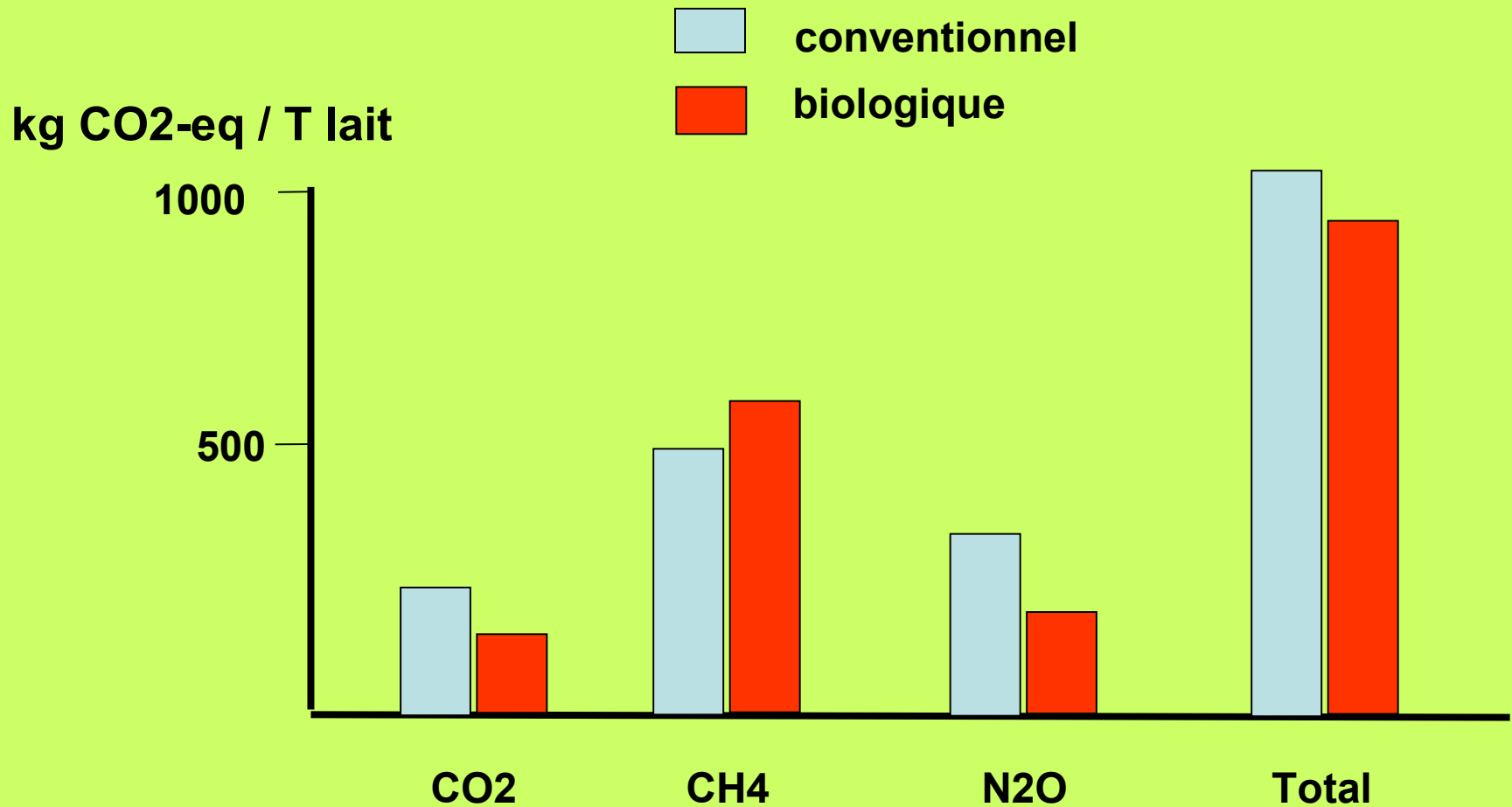
kg éq-CO<sub>2</sub> / L lait

● *Hacala et al, 2006*



**Pas d'effet clair de la productivité**  
**Forte variation pour une même productivité**

# Elevage conventionnel ou bio ?



*Cederberg et Mattson, 2000*

# Bilan des gaz à effet de serre à l'échelle de la parcelle

**Existe-t-il une compensation entre stockage de C et émissions de N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>?**

*Soussana et al, 2006*

*Parcelle intensive*

*Fort chargement, fertilisée*



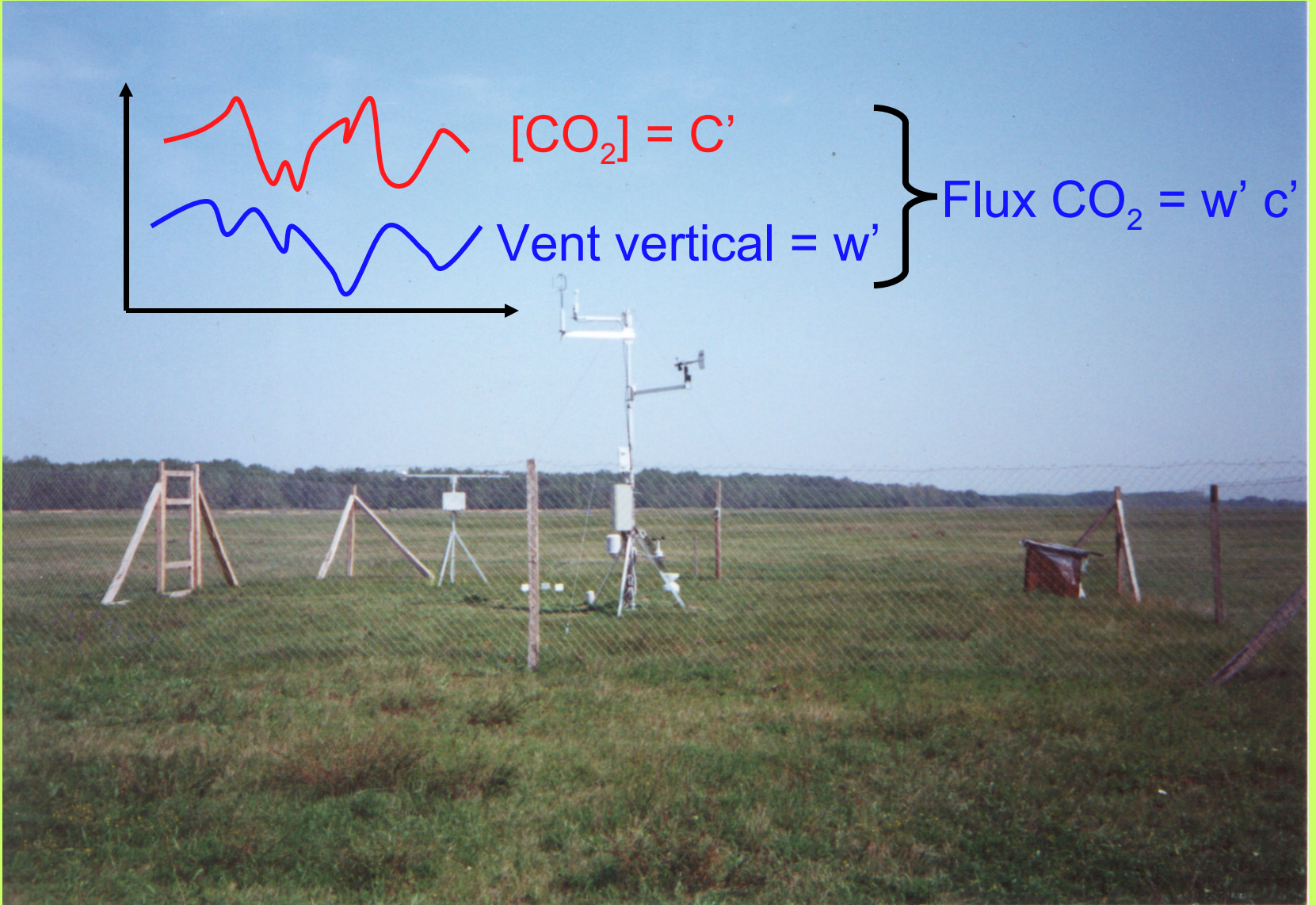
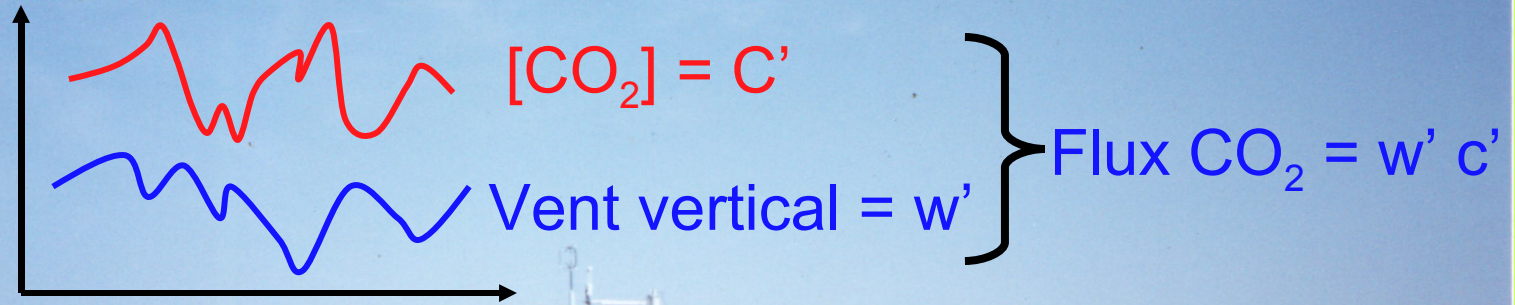
*Parcelle extensive*

*Chargement faible, non fertilisée*



<b>CH<sub>4</sub> (g/kg gain poids)</b>	<b>287</b>	<b>296</b>
<b>CH<sub>4</sub> (kg eq C / ha)</b>	<b>820</b>	<b>420</b>
<b>N<sub>2</sub>O (kg eq C / ha)</b>	<b>70</b>	<b>20</b>
<b>CO<sub>2</sub> (kg eq C / ha)</b>	<b>- 990</b>	<b>- 750</b>
<b>Bilan (kg eq C / ha)</b>	<b>- 100</b>	<b>- 310</b>

# Mesure du flux de gaz carbonique



# Les valeurs des émissions sont difficiles à interpréter

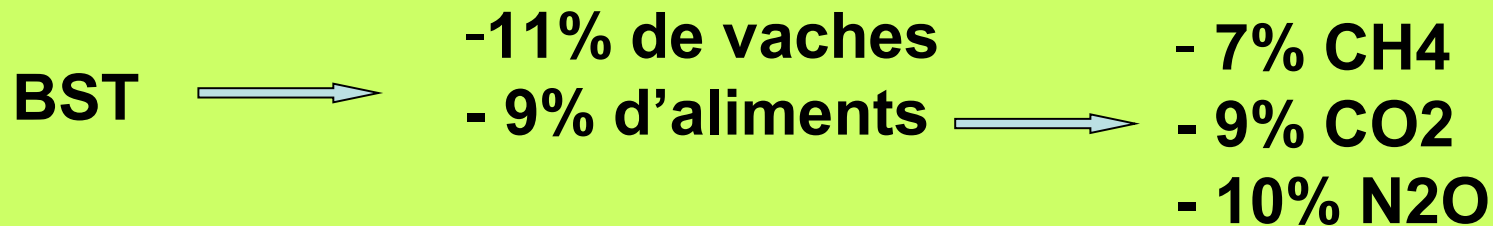
→ Les émissions sont calculées à partir d'équations pas toujours fiables, et de statistiques nationales difficiles à contrôler

→ Les différences entre systèmes dépendent de la référence: émissions par kg de lait ou émissions par ha

→ Les différences entre systèmes dépendent des hypothèses prises par les auteurs

- exemple de la BST
- concentrés produits sur l'exploitation ou au Brésil
- etc

# L'emploi de la BST (hormone de croissance de synthèse)



Capper et al. (2008)

L'emploi de la BST entraîne l'accroissement de la production laitière; les animaux mangent plus, donc moins de méthane

La diminution du CO<sub>2</sub> et du N<sub>2</sub>O n'est pas cohérente avec les autres résultats publiés

## **Conclusion**

**Il y a un fort potentiel de diminution  
des émissions liées à l'élevage**

**qui nécessitera une évolution des pratiques**

## **Inconnue**

**Il y aurait un très fort potentiel d'accroissement  
du stockage de carbone dans les sols**

**mais il y a très peu de travaux à l'heure actuelle**



# **Le réchauffement climatique n'est qu'une des composantes de l'évaluation environnementale des élevages**

**Réchauffement climatique  
Consommation d'énergie fossile**

**Consommation et qualité de l'eau (nitrates, pesticides)  
Qualité du sol (métaux lourds, pesticides, érosion, etc)  
Qualité de l'air (pluies acides)**

**Utilisation du sol  
Densité d'animaux sur un territoire**

**Biodiversité animale et végétale  
Préservation du paysage**

# **... et l'évaluation environnementale des élevages n'est qu'une composante de leur durabilité**

**Résultats économiques**

**Perception par le citoyen (bien-être animal)  
par le consommateur (qualité des produits)**

**Rôle social et culturel de l'élevage**

**Survie de la société (tropiques)**

