



# Devenir des résidus antibiotiques et de l'antibiorésistance dans les effluents d'élevage

Isabelle Kempf (Anses), Nathalie Rousset (Itavi), Pascal Levasseur (Ifip), [Anne-Marie Pourcher \(Irstea\)](#)

# contexte

# Les bactéries font de la résistance

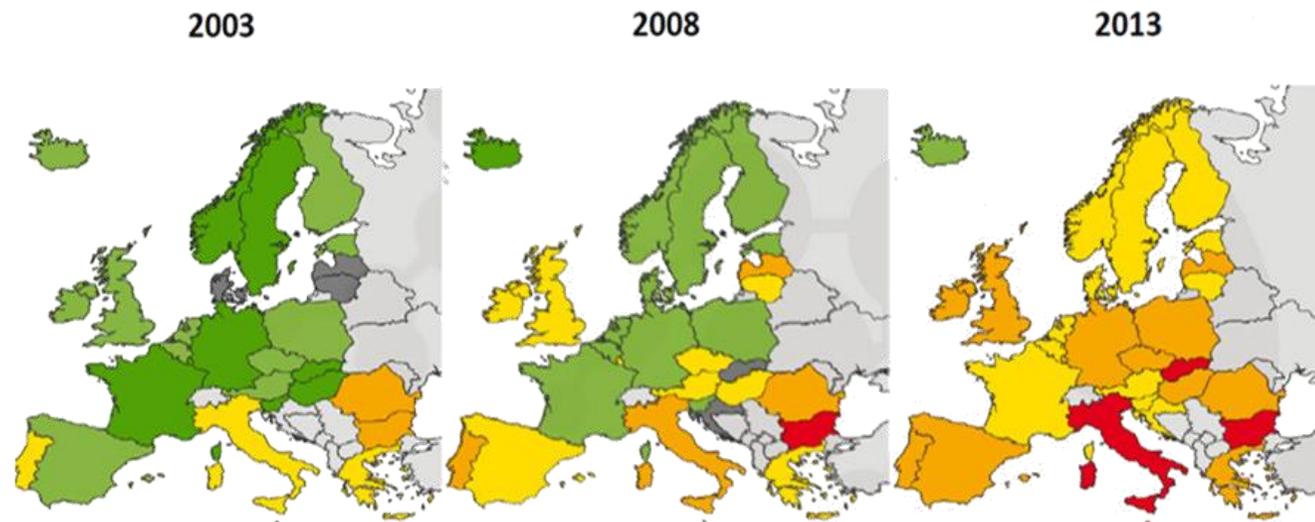


« De nouvelles données révèlent l'existence de niveaux élevés de résistance aux antibiotiques dans le monde »

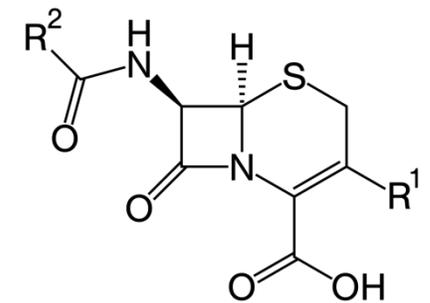
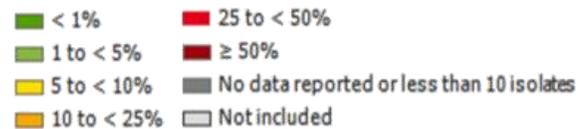


Organisation mondiale de la santé

## *E. coli* résistantes aux céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération



Percentage resistance





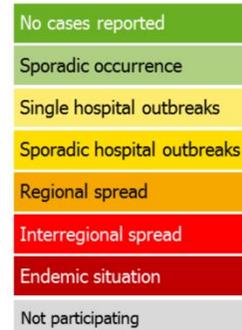
« De nouvelles données révèlent l'existence de niveaux élevés de résistance aux antibiotiques dans le monde »



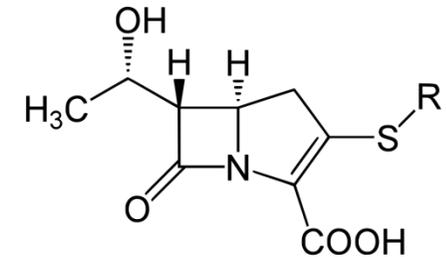
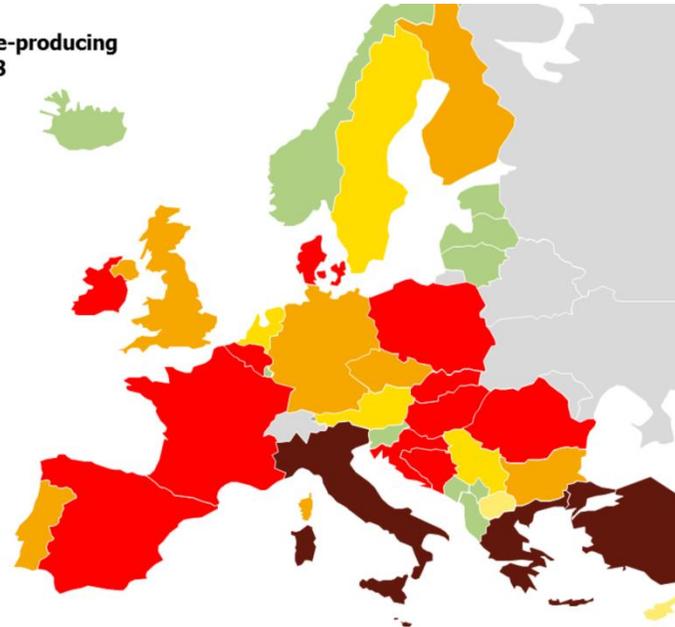
Organisation  
mondiale de la santé

## Entérobactéries résistantes aux carbapénèmes

Spread of carbapenemase-producing  
Enterobacteriaceae, 2018



Source: Brolund et al. Eurosurveillance 2018

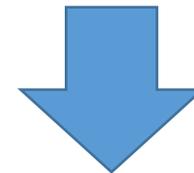




Prise de conscience que la santé des humains, des animaux et de l'environnement est interconnectée

nécessite une approche multidisciplinaire

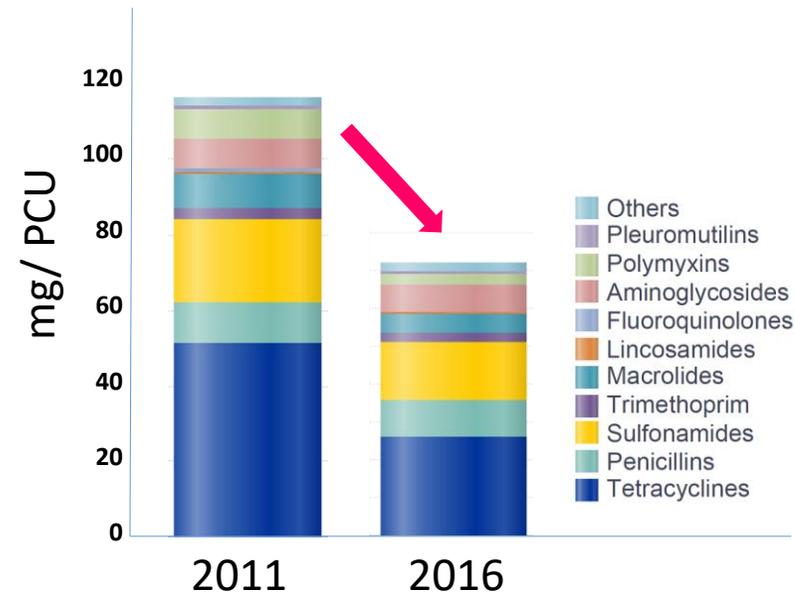
- réglementation
- homologation des antibiotiques
- contrôle des infections et utilisation prudente des antibiotiques



**Objectif : réduire la menace de la résistance aux atbs**



### Mobilisation et engagement des acteurs, notamment des vétérinaires et des éleveurs



Ventes des classes d'antimicrobiens (animaux de rente)

↳ Exposition des animaux de rente de 36 % entre 2011 à 2016



# Devenir des antibiotiques dans les effluents



**adsorption + dégradation**

Comparaison des résultats difficile

complexité des mécanismes mis en jeu

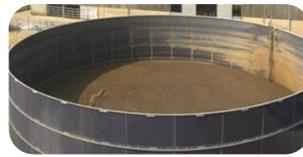
manque de standardisation des protocoles  
expérimentaux et analytiques

La plupart des atbs sont adsorbés rapidement à la matière organique

## Adsorption

- ↘ des concentrations des atbs dans la phase aqueuse, souvent assimilée à une réduction de la teneur globale
- ↘ partielle du potentiel antibactérien ⇒ mal connue
- ↘ de la biodisponibilité des atbs ⇒ réduit leur potentiel de dégradation

# Impact du stockage



**Selon la famille de molécule : persistance des atbs dans les effluents très variable**

Demi-vies de classes d'atbs dans les effluents d'élevage (Massé et al., 2014)

Antibiotique	½ vie (jours)
β-lactamines	5
macrolides	<2 à 21
aminoglycosides	30
sulfonamides	<8 à 30
quinolones	100
tétracyclines	100

# Impact du compostage



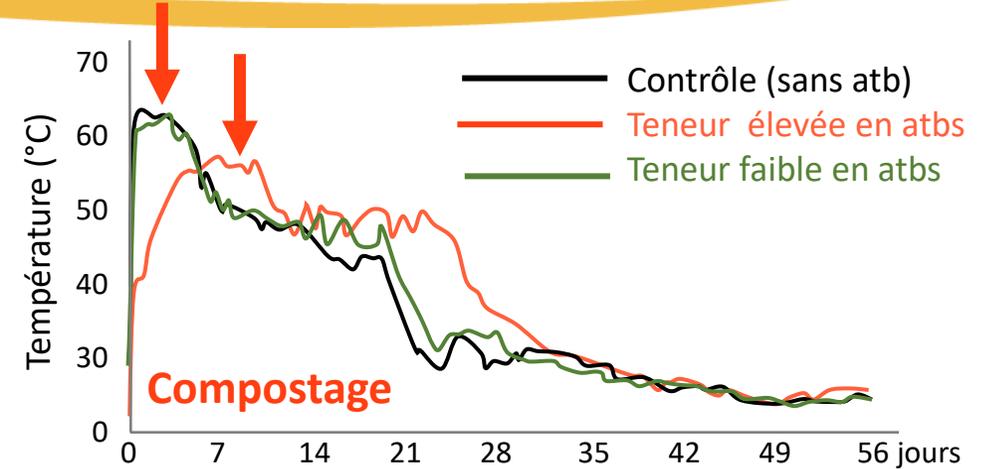
## Selvam *et al.* (2012)



Lisier de porc + chlortétracycline, sulfadiazine et ciprofloxacine

10 mg/kg CTC + 2 mg/kg SDZ + 2 mg/kg CIP

100 mg/kg CTC + 20 mg/kg SDZ + 20 mg/kg CIP



# Impact du compostage

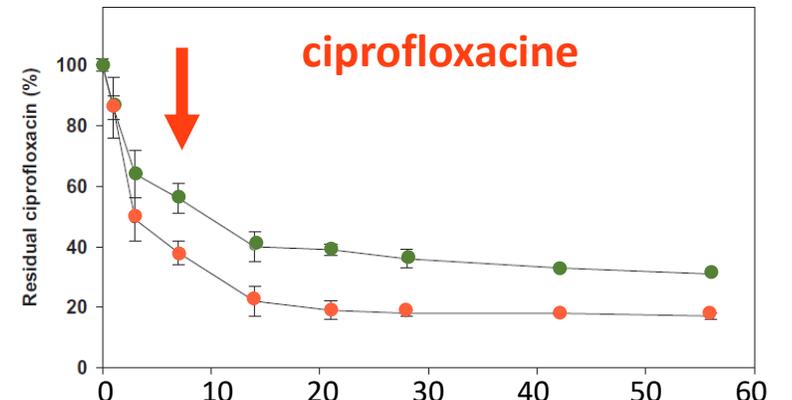
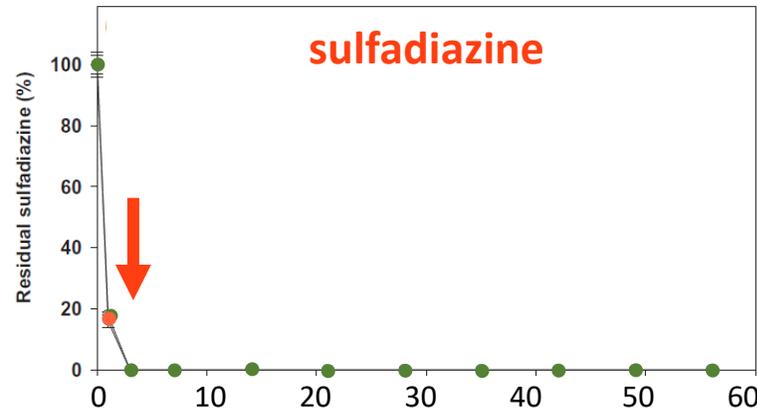
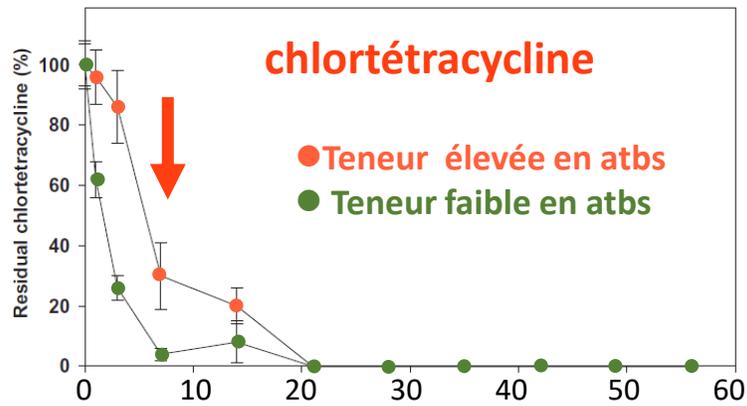
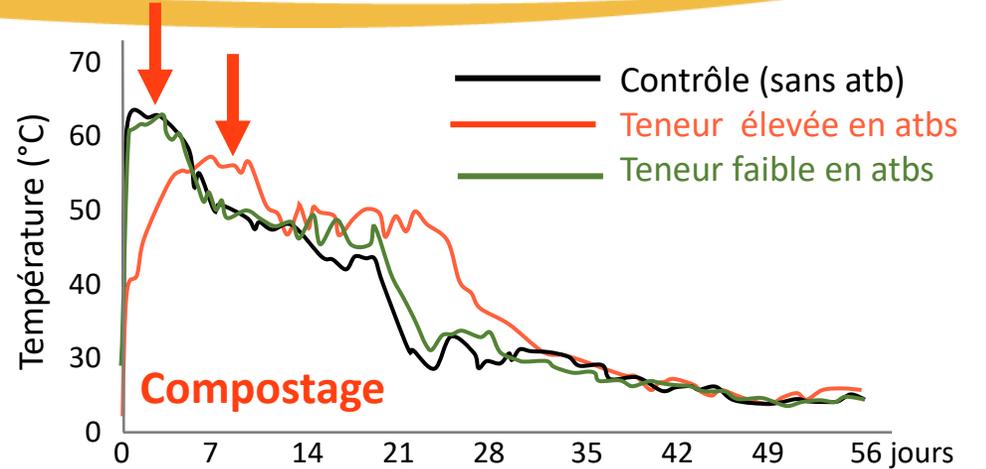


Selvam *et al.* (2012)

Lisier de porc + chlortétracycline, sulfadiazine et ciprofloxacine

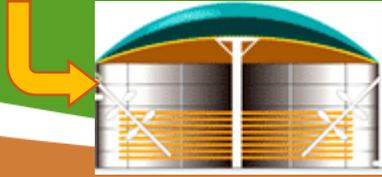
10 mg/kg CTC + 2 mg/kg SDZ + 2 mg/kg CIP

100 mg/kg CTC + 20 mg/kg SDZ + 20 mg/kg CIP



👉 **Persistance dépend de l'antibiotique**

Effluent + co-substrats



# Impact de la méthanisation



**Impact variable selon les molécules : 7 % à ≈ 100 % des teneurs initiales**

**Varel *et al.* (2012)**



Lisier : porcs traités à la chlortétracycline

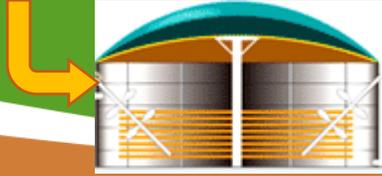


Fumier : bovins traités à la monensine

flacons avec inoculum



Effluent + co-substrats



# Impact sur la production de biogaz



## Mitchell *et al.* (2013)



Lisier bovin avec inoculum

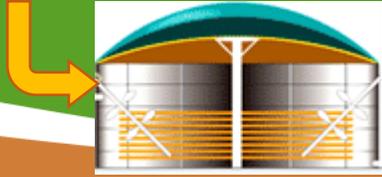
+ sulfaméthazine,

tylosine et florfénicol

5 concentrations

0,001mM à 1 mM

Effluent + co-substrats



# Impact sur la production de biogaz



Mitchell *et al.* (2013)



Lisier bovin avec inoculum

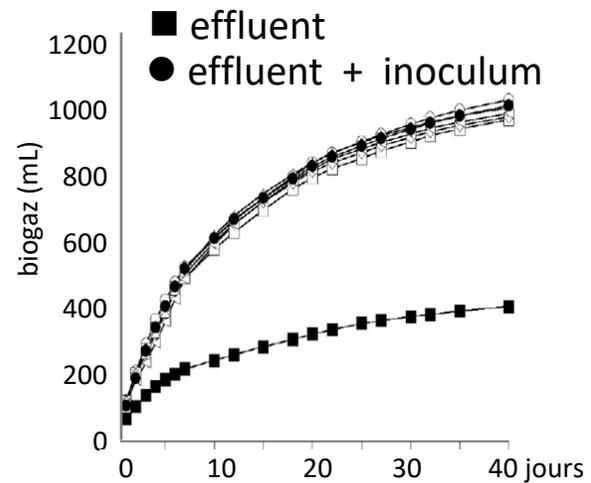
+ sulfaméthazine,

tylosine et florfénicol

5 concentrations

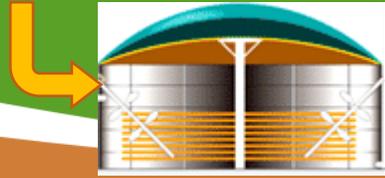
0,001mM à 1 mM

**sulfaméthazine**



pas d'effet

Effluent + co-substrats



# Impact sur la production de biogaz



Mitchell *et al.* (2013)

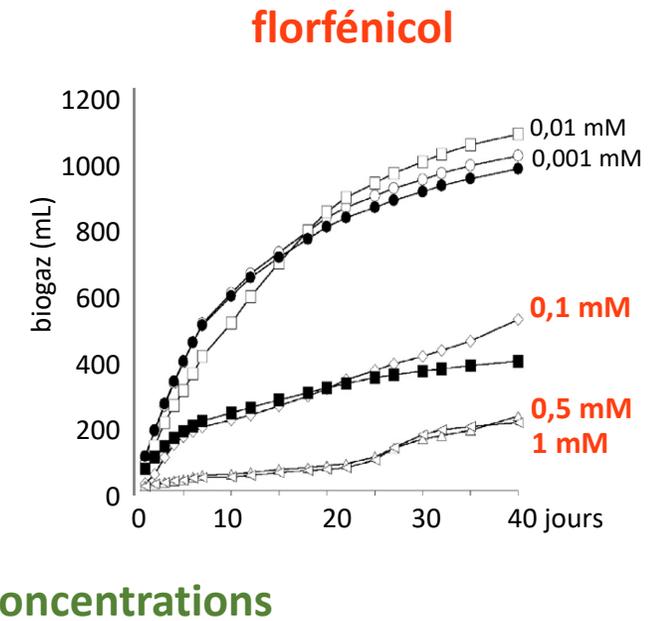
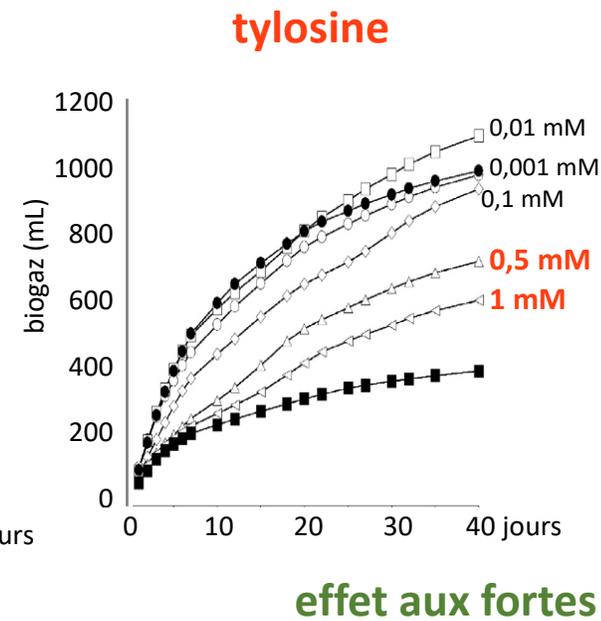
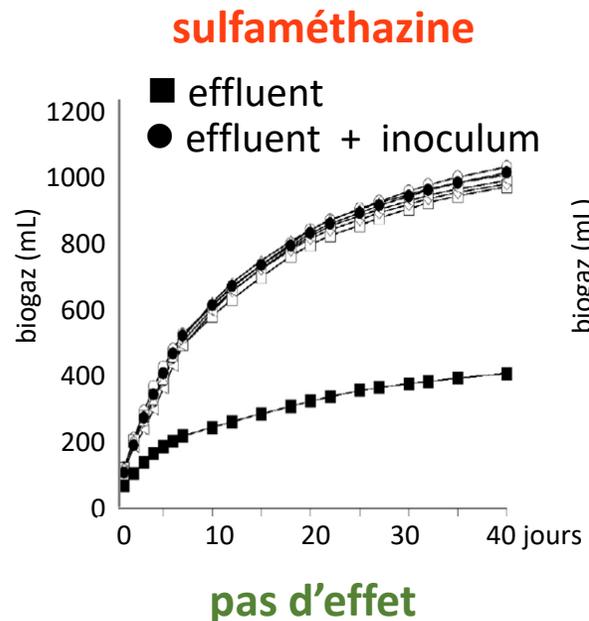


Lisier bovin avec inoculum

+ sulfaméthazine,  
tylosine et florfénicol

5 concentrations

0,001mM à 1 mM

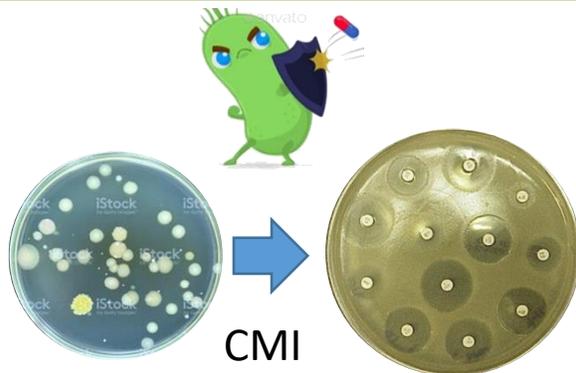


👉 Impact sur production de biogaz : fonction de la molécule et de la concentration

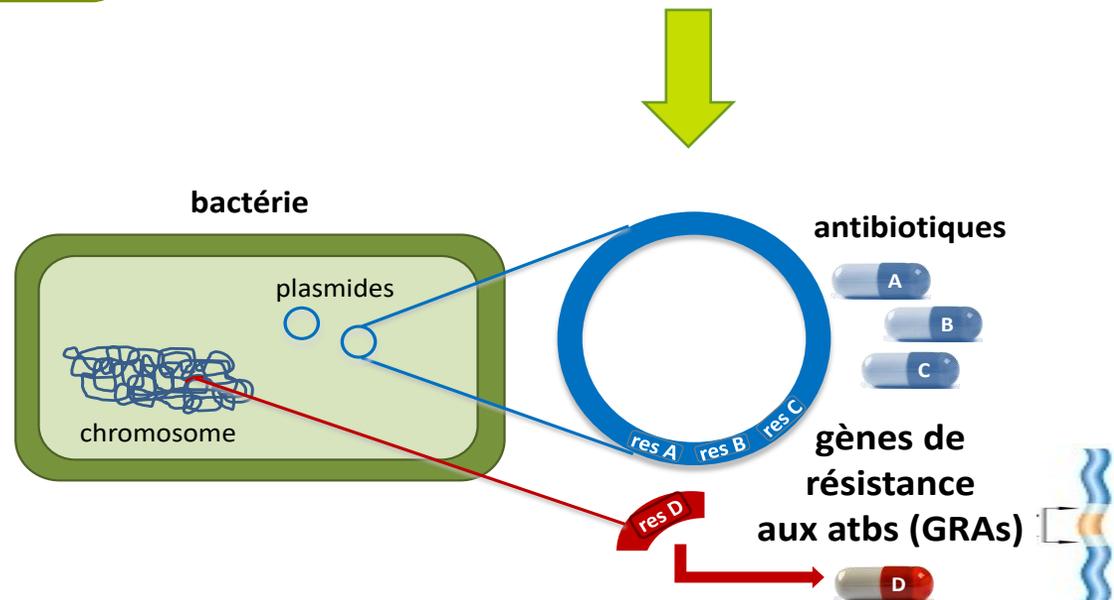
# Devenir des gènes de résistance aux antibiotiques et des bactéries résistantes

2 approches

Impact des traitements  
sur les bactéries résistantes (BRAs)



Impact des traitements  
sur les gènes de résistance (GRAs)



# Impact du compostage sur les bactéries résistantes



Sharma *et al.* (2009)



Bovins traités ou non à la chlortétracycline / sulfaméthazine (CTC/SMZ)

Déjections stockées 2 mois puis compostées en andain

$\theta_{\max}$  66°C



Contrôle

$\theta_{\max}$  53°C



animaux traités à la CTC/SMZ

**Dénombrement :**

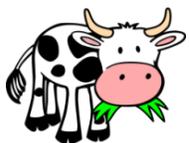
***E. coli* totales**

***E. coli* résistantes à l'ampicilline (Amp<sup>r</sup>) et à la tétracycline (Tet<sup>r</sup>)**

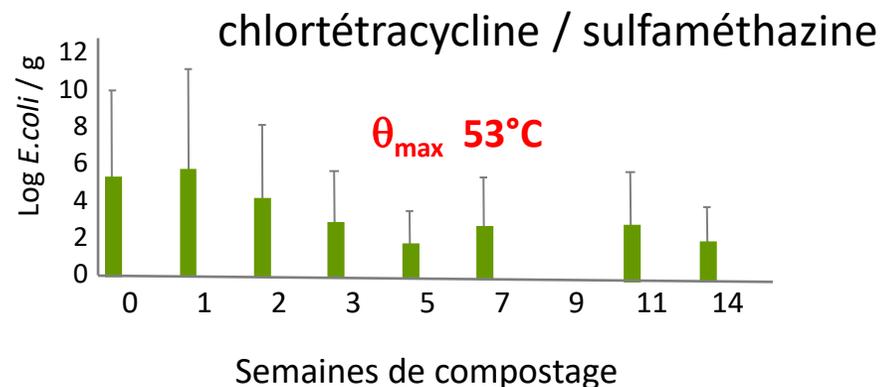
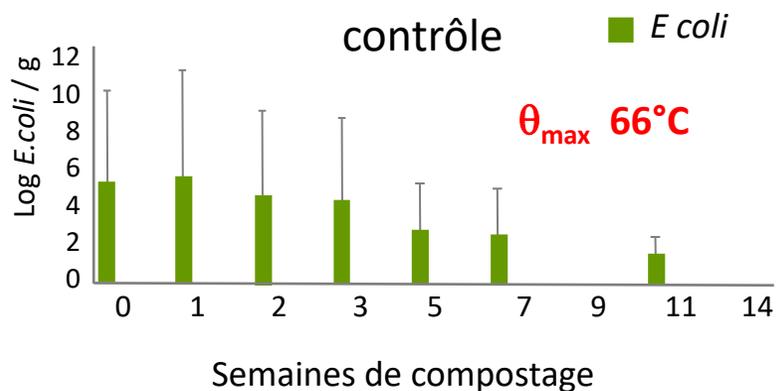
# Impact du compostage sur les bactéries résistantes



Sharma *et al.* (2009)



*E. coli*



☞ Diminution progressive des *E. coli* ⇒ Abattement : 3-4 Log<sub>10</sub>

☞ Impact peu visible de la température

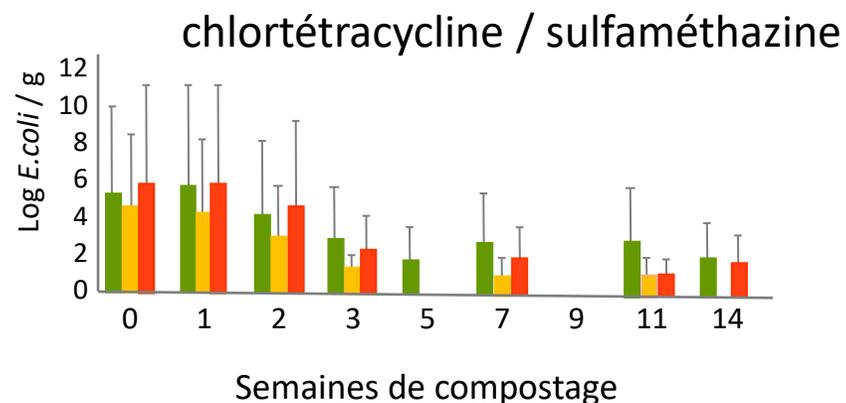
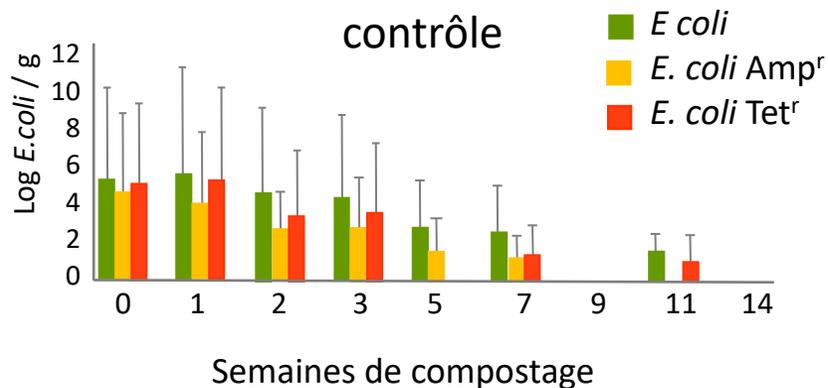
# Impact du compostage sur les bactéries résistantes



Sharma *et al.* (2009)



***E. coli*, *E. coli* résistantes à l'ampicilline (Amp<sup>r</sup>) et à la tétracycline (Tet<sup>r</sup>)**



**👉 Comportements similaires des bactéries résistantes ou non**

# Comparaison compostage et stockage GRAs



Wang *et al.* (2012)



porcs traités  
érythromycine, tétracycline



3,3 kg fumier  
+ 1,5 kg sciure  
+ 1,5 L eau

$\theta_{\text{fixe}} : 55^{\circ}\text{C}$

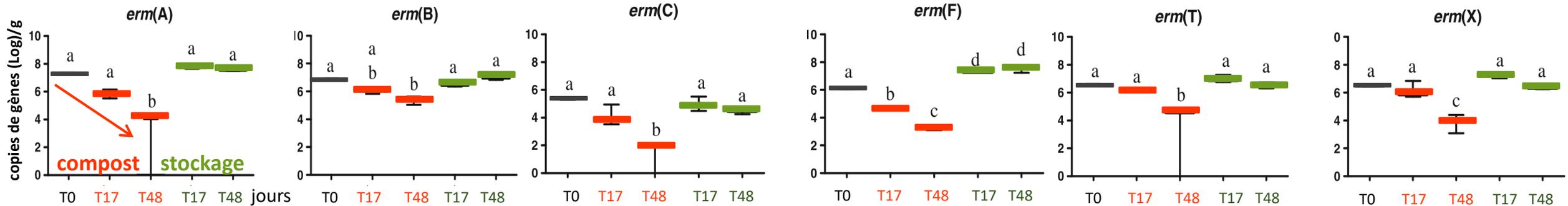
compostage



3,3 kg fumier  
+ 3 L eau

$\theta_{\text{ambiante}}$

stockage en lagune



**Compost : abattement des GRAs : 1 à 4 Log**  
**Stockage : pas d'abattement**



# Impact de la méthanisation sur les BRAs

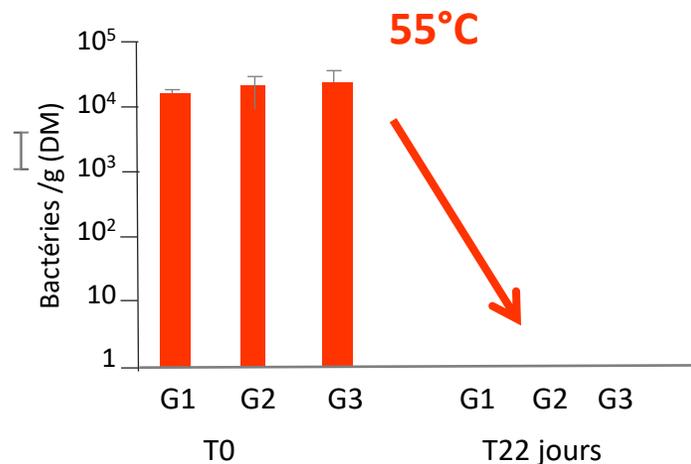
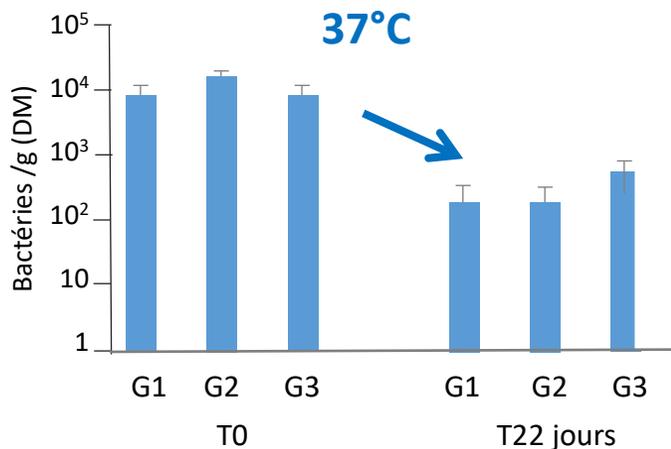
Beneragama et al. (2013)



digestat de lisier de vaches + lisier de vaches laitières (50/50, v/v)

Réacteur batch pendant 22 jours en conditions anaérobies

3 groupes de bactéries résistantes



37°C



55 °C

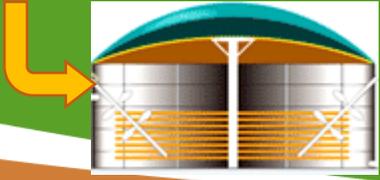
Digestion anaérobie mésophile : 2  $\log_{10}$  d'abattement

Digestion anaérobie thermophile : abattement > 4  $\log_{10}$



Impact de la température sur les BRAs

Effluent + co-substrats

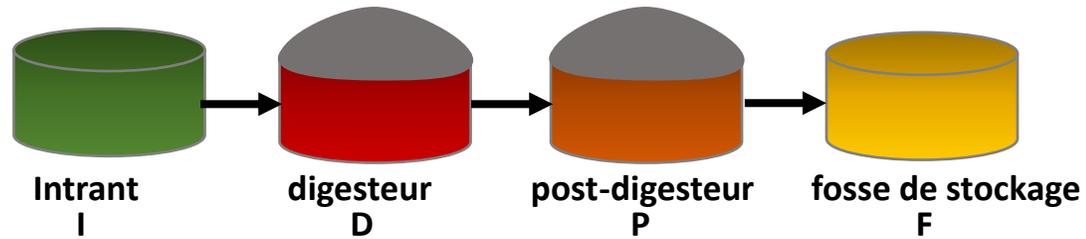
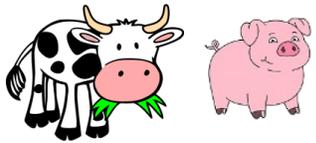


# Impact de la méthanisation sur les GRAs

Wolters *et al.* (2016)

5 méthaniseurs agricoles mésophiles en Allemagne

Essentiellement porcins et bovins + co-substrats



Temps de séjour  $\approx$  67 à 100 jours

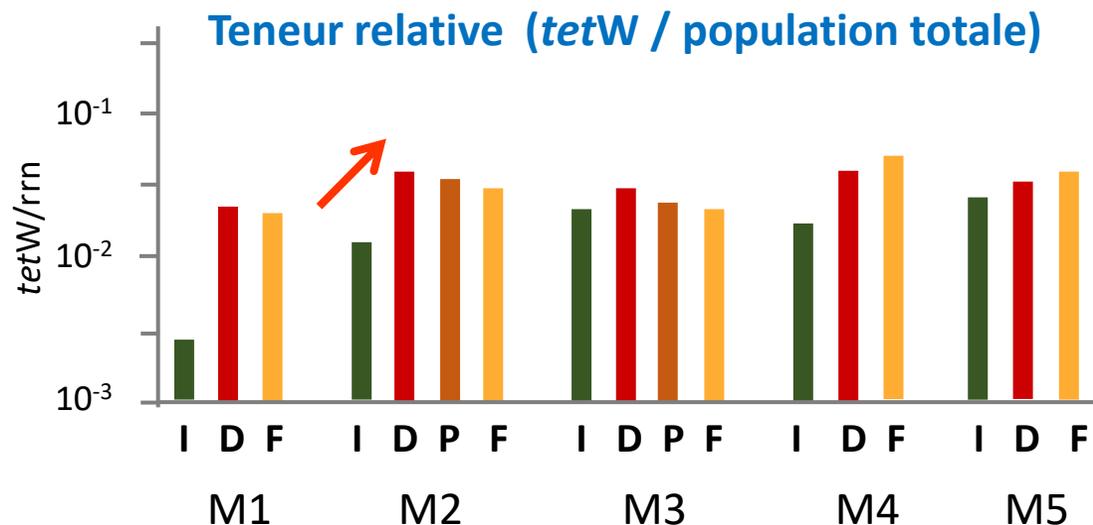
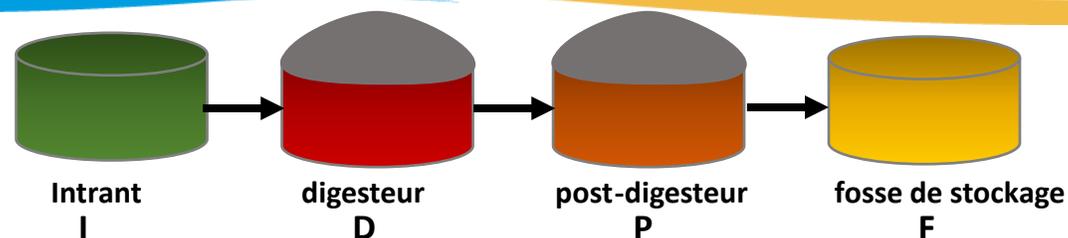
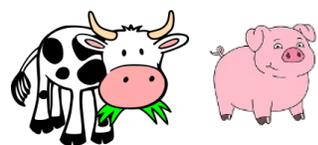
Quantification de 5 GRAs : *tetM*, *tetQ*, *tetW*, *sul1*, *sul2*

Effluent + co-substrats



# Impact de la méthanisation sur les GRAs

Wolters *et al.* (2016)



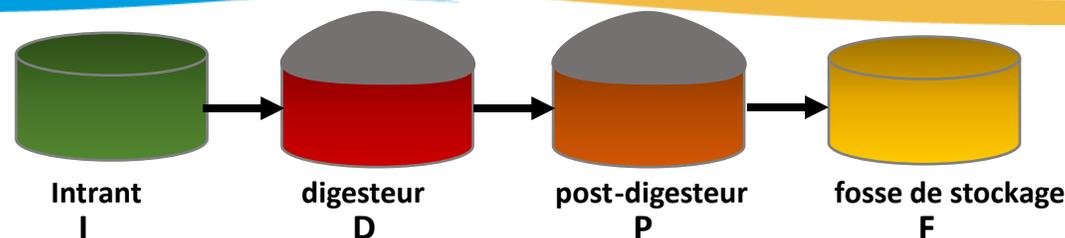
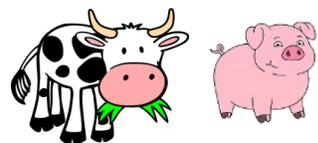
Augmentation de l'abondance relative des gènes *tetW* dans les digestats

Effluent + co-substrats



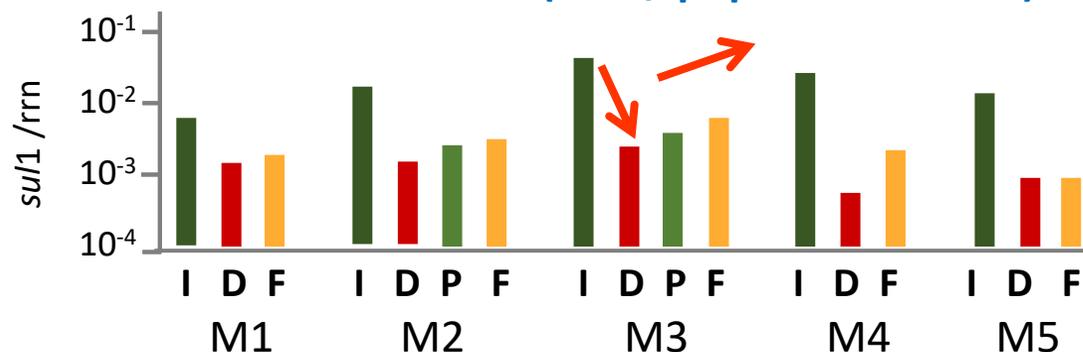
# Impact de la méthanisation sur les GRAs

Wolters et al. (2016)



*tetM*, *tetQ*, *sul1*, *sul2* : comportement similaire

Teneur relative (*sul1* / population totale)



**Diminution de l'abondance relative des GRAs mais pas de disparition**

**Légère augmentation dans les post-digesteurs et lors du stockage en fosse**

# Conclusion



**Les pratiques favorisant la montée en température du compostage (aération forcée, retournements réguliers, éléments structurant améliorant l'aération du tas) ainsi que méthanisation thermophile**



**Favorisent une réduction des concentrations d'antibiotiques et des BRAs**

**effluents solides  
stockés en tas ou compostés**



**effluents liquides  
stockés en fosse à température ambiante  
ou traités par méthanisation mésophile**



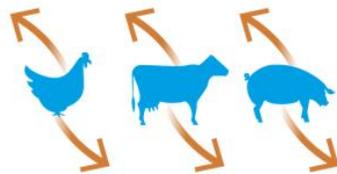
# Merci de votre attention

Evaluation environnementale  
multicritère des élevages

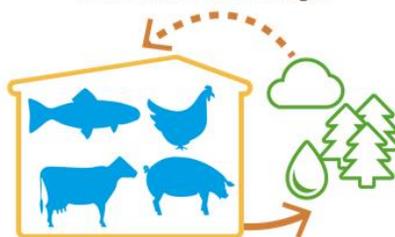
Matières premières



Réduire les émissions  
polluantes



Ingénierie écologique de la gestion  
territorialisée des élevages



*Tous les résultats du RMT sont accessibles  
sur le site*

<http://rmtelevagesenvironnement.org>