



HAL
open science

Quel impact à long terme des antibiotiques apportés au sol lors de l'épandage de lisiers ? L'exemple de la ciprofloxacine

Christian Mougin, Angélique Igel-Egalon, Nathalie Cheviron, Christelle Marraud, Cédric Repinçay, Mickael Hedde, Guillermina Hernandez Raquet

► To cite this version:

Christian Mougin, Angélique Igel-Egalon, Nathalie Cheviron, Christelle Marraud, Cédric Repinçay, et al.. Quel impact à long terme des antibiotiques apportés au sol lors de l'épandage de lisiers ? L'exemple de la ciprofloxacine. Congrès de la SEFA, May 2011, Paris, France. hal-02744933

HAL Id: hal-02744933

<https://hal.inrae.fr/hal-02744933>

Submitted on 23 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quel impact à long terme des antibiotiques apportés au sol lors de l'épandage de lisiers ? L'exemple de la ciprofloxacine

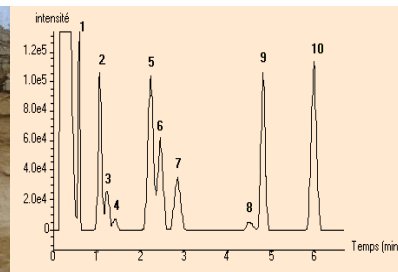
C. Mougin, A. Igel-Egalon, N. Cheviron, C. Marraud,
C. Repinçay, M. Hedde, G. Hernandez-Raquet*

UR251 PESSAC, INRA, Versailles

*UMR5504 LISBP, CNRS/INRA/INSA, Toulouse



<http://www-pessac.versailles.inra.fr>, mougin@versailles.inra.fr



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Contexte

- Un questionnement sur l'utilisation raisonnée des antibiotiques
- Une progression constante de l'antibiorésistance

Emission massive

- résidus de matière active et de métabolites
- de bactéries/gènes de résistance

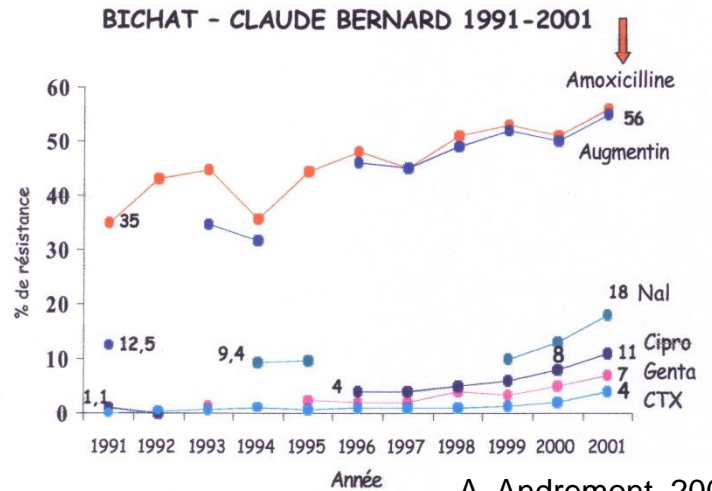
Bases génétiques

- flexibilité génétique infinie des bactéries

Echanges de matériel génétique

bactéries environnementales/commensales/
pathogènes

EVOLUTION DE LA RESISTANCE DE *E. COLI* AUX ANTIBIOTIQUES



A. Andremont, 2004



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Les fluoroquinolones

- **Antibiotiques à large spectre, inhibiteurs de la replication de l'ADN**
Très utilisés depuis 1980
 - **Usage en médecine humaine (urinaire, intestinale...)**
Bioterrorisme
 - **Usage en médecine vétérinaire : ciprofloxacinine (+ enrofloxacinine)**
ANSES-ANVM 2011 : 1067 T d'antibiotiques en 2009
4,9 T de CIP (0,46%), +49% en 10 ans
90% utilisés sur les animaux de rente
0,39 mg/kg poids vif
- **contamination des lisiers ($\mu\text{g/L}$), eaux usées, boues de STEP, sols**



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Objectifs et stratégie

Scénario : apport au sol de lisier de porc contaminé

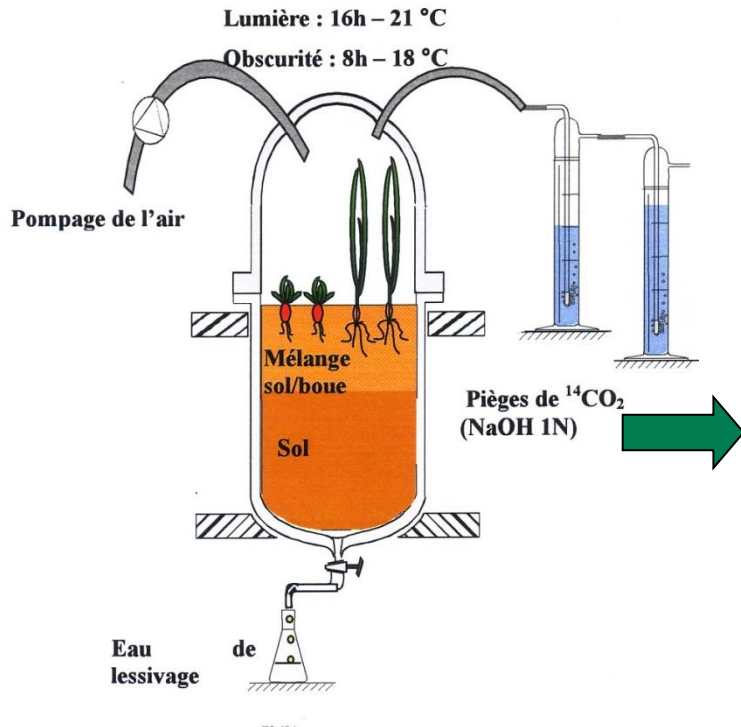
- **Aquérir des données sur le devenir de la ciprofloxacine dans les sols**
 - cosmes, radiotracteur
- **Evaluer l'impact éventuel de cet antibiotique sur les micro-organismes et le fonctionnement du sol**
 - cosmes, molécule froide



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Devenir de la ciprofloxacine



2- ^{14}C -Ciprofloxacine (x1000)

1 kg sol : 22% S, 61% L, 17% A, pH 7,1, CO 1%,
70% CRE

Cosme 1 : lisier bio 30T ms/ha

Cosme 2 : lisier + CIP 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$

Cosme 2 : lisier + CIP 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$

Cosme 4 : CIP 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$

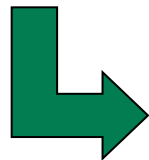
+ 1 kg de sol non contaminé

- Minéralisation pendant 84 j

- Répartition à To, 28, 56 et 84 j

- Transfert sol/blé à 56 j

(Plateforme analytique environnementale EGER)



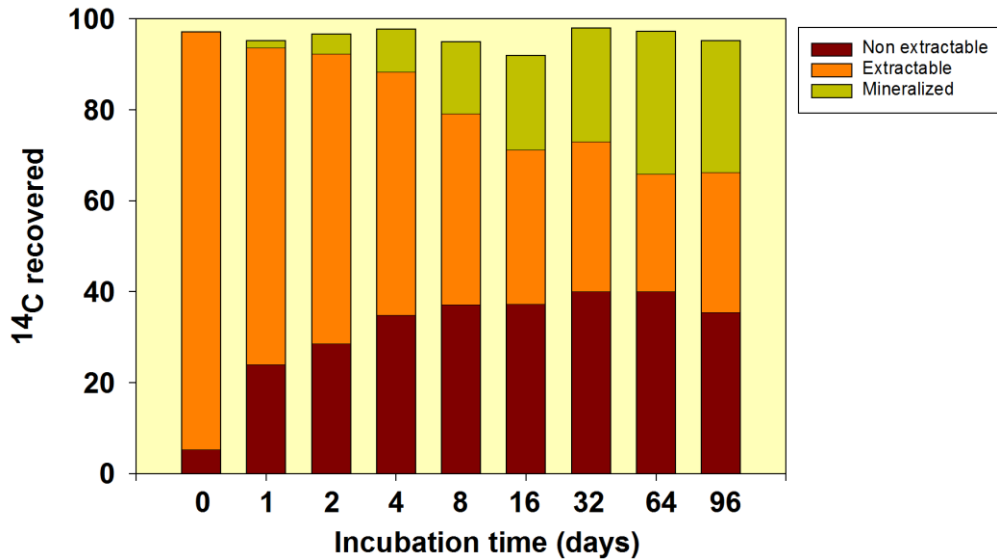
20 mm de pluie à 70 j



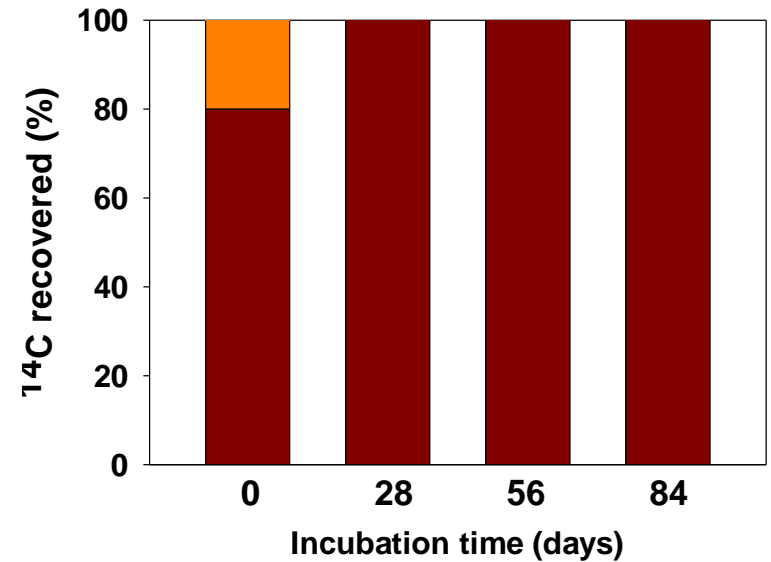
Caractérisation chimique

Devenir de la ciprofloxacine

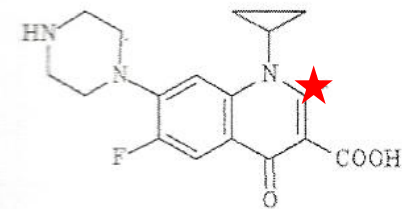
En général



La ciprofloxacine



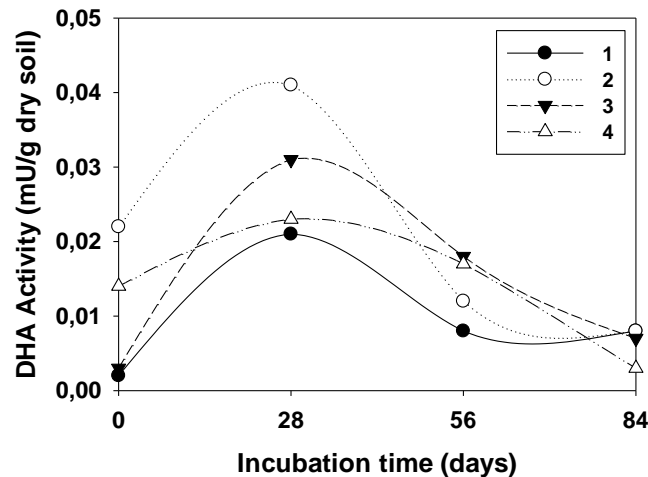
- Absence de minéralisation
Stabilisation rapide et intense



Hyp 1 : (éco)-toxicité

● Inhibition de l'activité biologique ?

Micro-organismes



Blé

- 100 % de germination
- Biomasse : > Tm sauf condition 3 (-20%)

A. longa et calliginosa



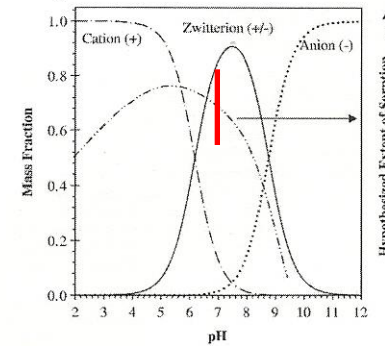
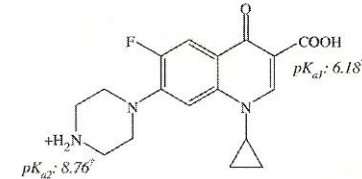
- Pas de mortalité
- Activité maintenue

► Pas d'effets toxiques à « forte » concentration

Hyp 2 : biodisponibilité

• Quel comportement dans les sols ?

Vasudevan et al., 2009



Wu et al., 2010

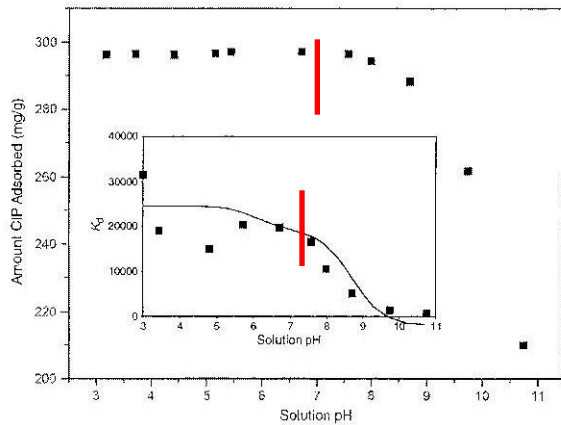


Fig. 4. CIP adsorption as affected by solution pH. The line of the Inset shows the change of K_d as a function of pH.

Montmorillonite

- Notre sol :
60% de smectite (montmorillonite) à forte CEC (100-150 cmol+/kg)

► **Mêmes interactions > forte rétention**



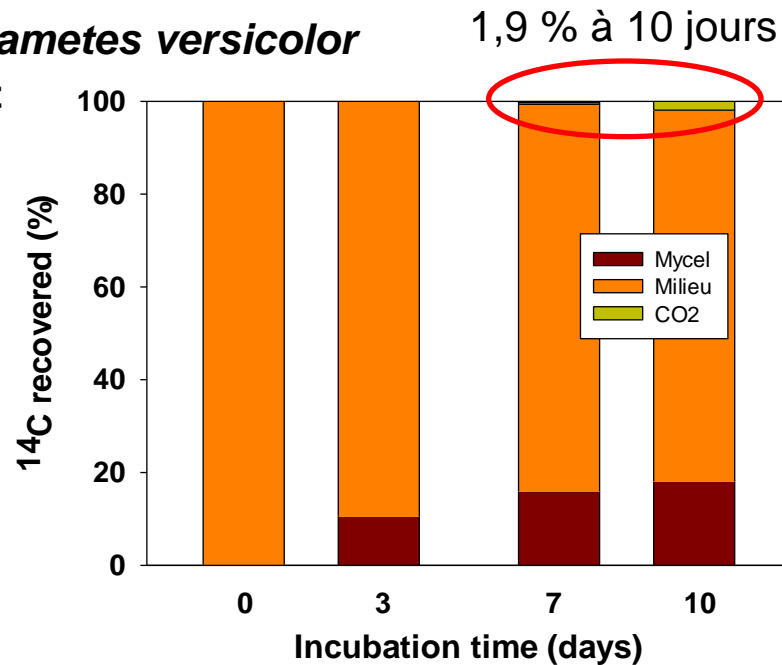
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Hyp 3 : « récalcitrance »

- Une structure chimique complexe non dégradable ?

cultures liquides de *Trametes versicolor*
milieu peu complexant
0,1 mg/L de CIP
obscurité, 25°C



► Dégradation possible, une étude à lancer!

Les transferts

- Vers la plante : blé, après 28 jours de croissance (semis à 56 j)

- condition 2 : traces de ^{14}C : 3,2 ng CIP/g blé (PS)
- condition 3 : 0,015 % du ^{14}C initial : 37,4 ng CIP/g blé (PS)
- condition 4 : 0,022 % du ^{14}C initial : 56,1 ng CIP/g blé (PS)

- Vers les eaux, après 70 jours

- condition 2 : pas de traces de ^{14}C
- condition 3 : 0,014 % du ^{14}C initial : 0,46 μg CIP/L
- condition 4 : 0,005 % du ^{14}C initial : 0,16 μg CIP/L

- Vers l'horizon de sol inférieur : ≈ 20 % du ^{14}C initial

► Un transfert réel

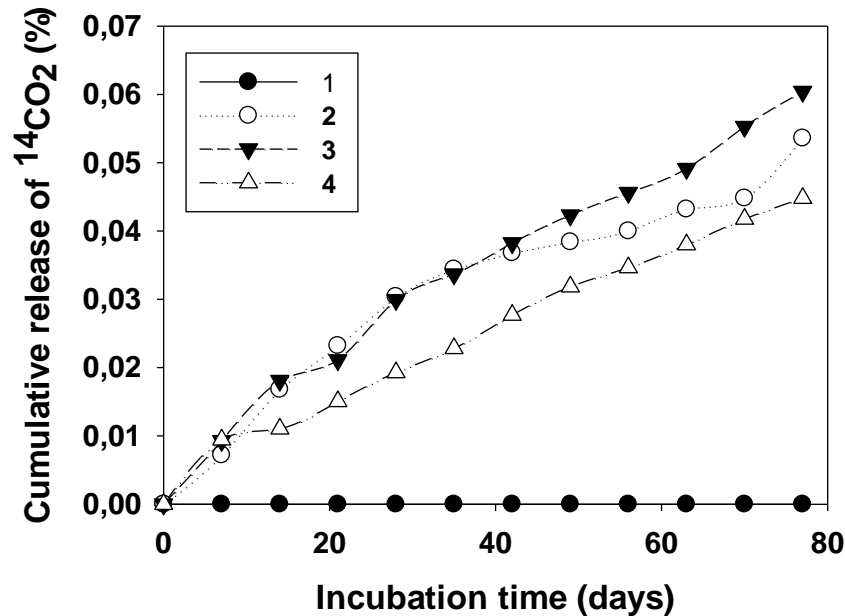


ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Et les vers de terre ?

- Apport de 2 *A. longa* et de 2 *A. calliginosa* à l'issue des 84 j



$T_{1/2} \approx 17$ ans !

► Quelle action ?



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Impact de la ciprofloxacine



Ciprofloxacine : « doses réalistes »

1 kg sol : 22% S, 61% L, 17% A, pH 7,1, CO 1%
70% CRE

Condition 1 : lisier bio 30T ms/ha

Condition 2 : lisier + CIP 25 ng/kg

Condition 3 : lisier + CIP 250 ng/kg

- Mesures à T0, 7, 14 et 28 j d'incubation

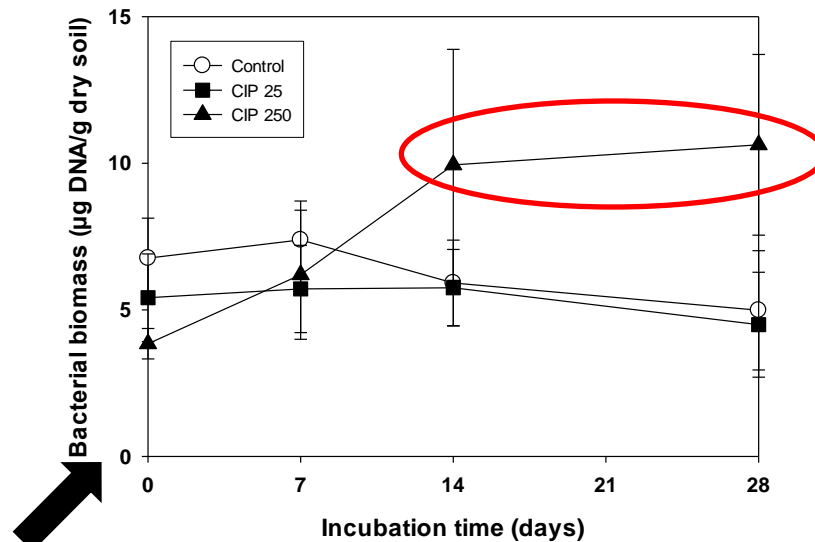
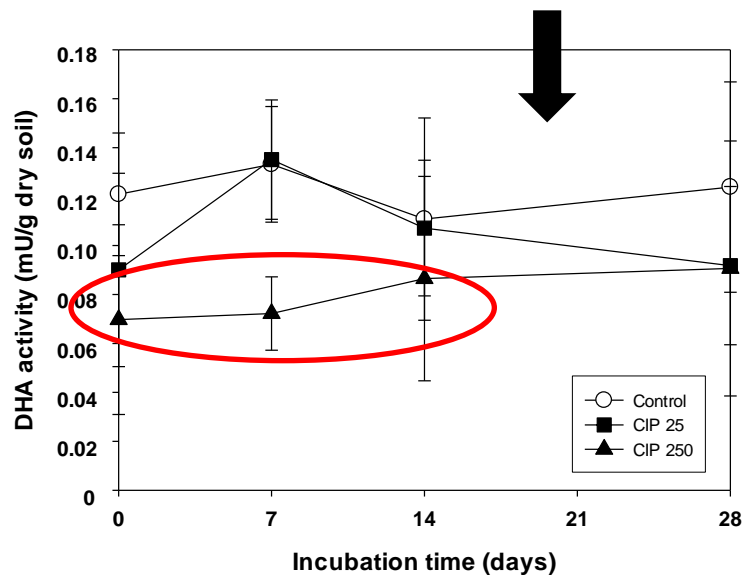
Activités : LAC, ADH, ACP, GLU

Litter-bag (28 jours)

Biomasses : ADN spécifique par qPCR

Impact de la ciprofloxacine

- Litter-bag : pas d'effet de la CIP sur la dégradation de MO (18-24 %)
- Activités enzymatiques : ADH



- Biomasse : biomasse bactérienne

► Une approche à réaliser en considérant la structure des communautés ?

Conclusions

- La ciprofloxacine apportée au sol est fortement stabilisée
- Une faible proportion est transférable
- Les indicateurs microbiens utilisés ne permettent pas de mettre en évidence d'impact fort de l'antibiotique sur la micro-flore
 - ▶ Quel risque écotoxique et sanitaire sur le long terme ?
(nouvelles générations de fluoroquinolones)
- Les vers de terre permettent une remobilisation et une dégradation de la ciprofloxacine
 - ▶ Vers des approches intégrées ?



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Perspectives

- Etude de la transformation de la CIP par le champignon filamenteux *T. versicolor*
- Etude de la transformation de la CIP par les vers de terre
- Etude de la répartition de la CIP dans le sol en présence des vers de terre
- Etudes impacts en intégrant la structures des communautés et des groupes fonctionnels spécifiques



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Remerciements : programme DIPERPHA

Financeurs

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE



ADEME



INRA

Pa

Merci pour votre attention



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

