

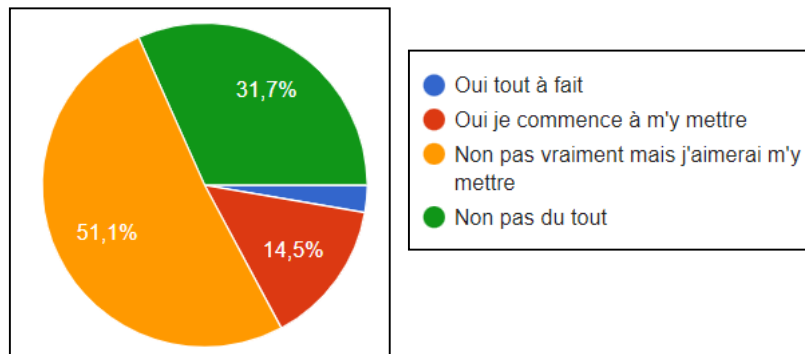
Pratiquez vous les « éco-soins »?

Méconnaissance du terme « éco-soins »

Enquête nationale en 2023

220 infectiologues

**< 3% des répondants pratiquaient
des « éco-soins »?**



*A l'échelle professionnelle je pratique
des éco-soins*

Eco-soins en maladies infectieuses : mesures et pistes d'action pour limiter l'impact environnemental des antibiotiques

12^{ème} Journée CRAtb Bretagne « Antibiotiques en danger »

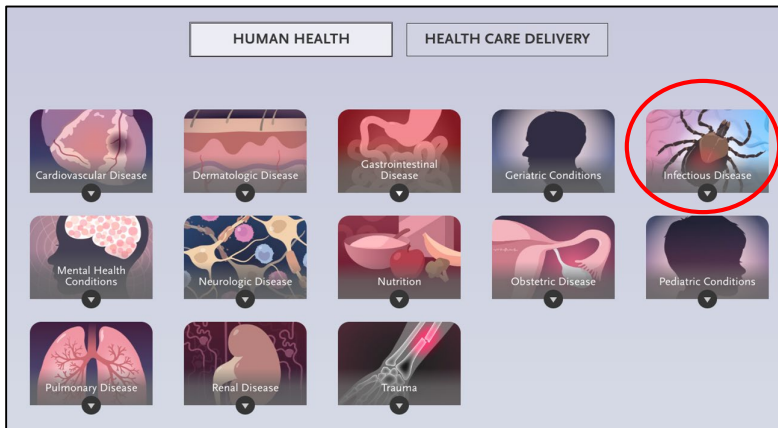


Mathilde Réveillon-Istin
Infectiologue – Hôpitaux du Sud Manche
25 novembre 2025



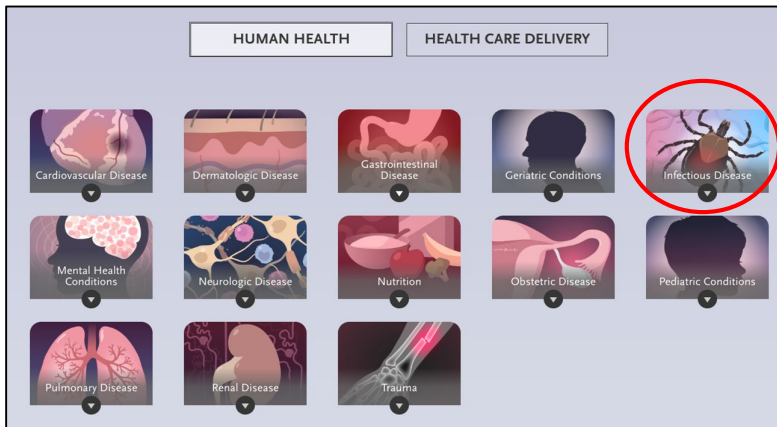
L'infectiologie « au cœur du réacteur »

L'infectiologie « au cœur du réacteur »



L'infectiologie
particulièrement
touchée par les
conséquences du
dérèglement
climatique

L'infectiologie « au cœur du réacteur »

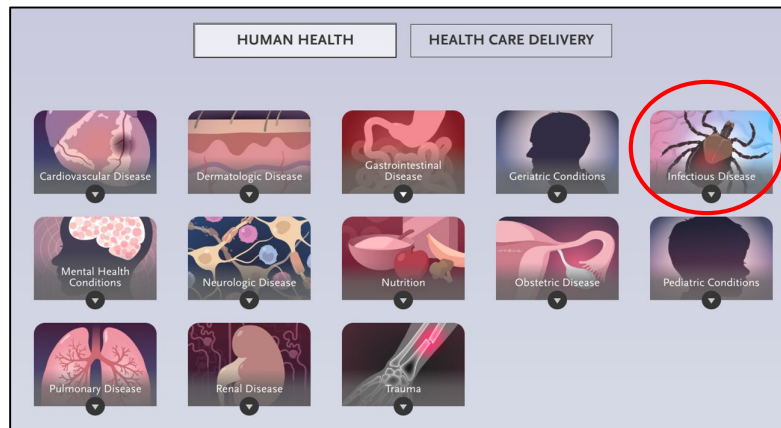


L'infectiologie
particulièrement
touchée par les
conséquences du
dérèglement
climatique

L'antibiorésistance
illustration
du concept
One Health



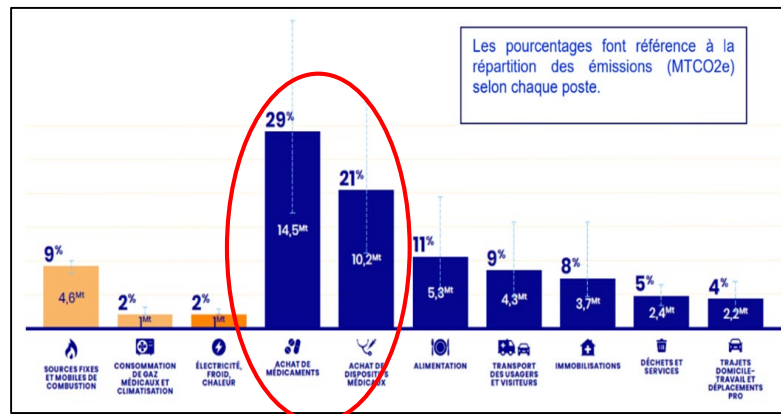
L'infectiologie « au cœur du réacteur »



L'infectiologie particulièrement touchée par les conséquences du dérèglement climatique

L'antibiorésistance illustration du concept One Health

Le coût carbone des médicaments et des DM



Haines et al, NEJM 2019; Salas et al, NEJM 2019; Rapport du Shift Project, 2023

Les attentes des infectiologues français

Enquête nationale en 2023

- **Groupe de travail**
- **Formation**
- Connaissance **impact environnemental des ATB**
- Réflexion sur le concept d'**éco-soins**
- **Recommandations** prenant en compte des critères environnementaux



L'impact environnemental des ATB

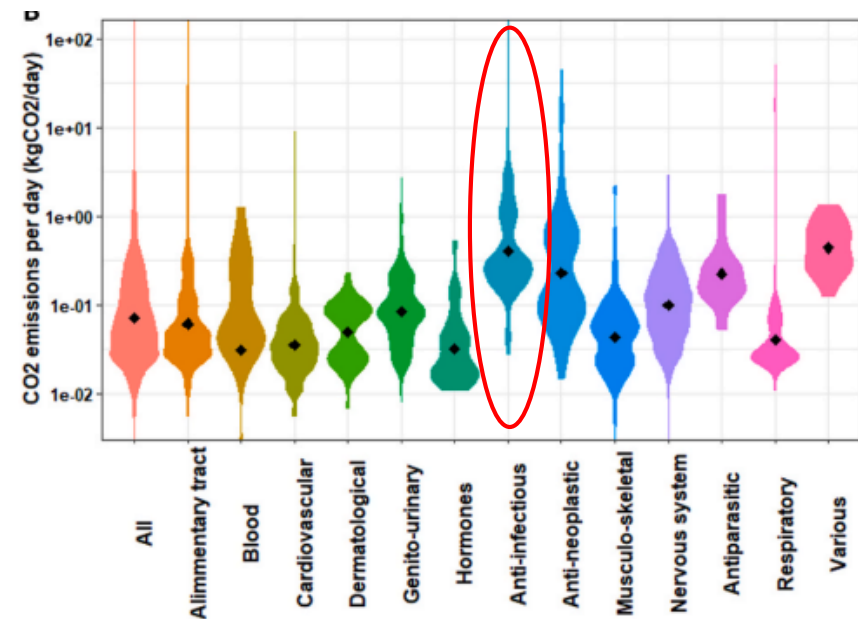
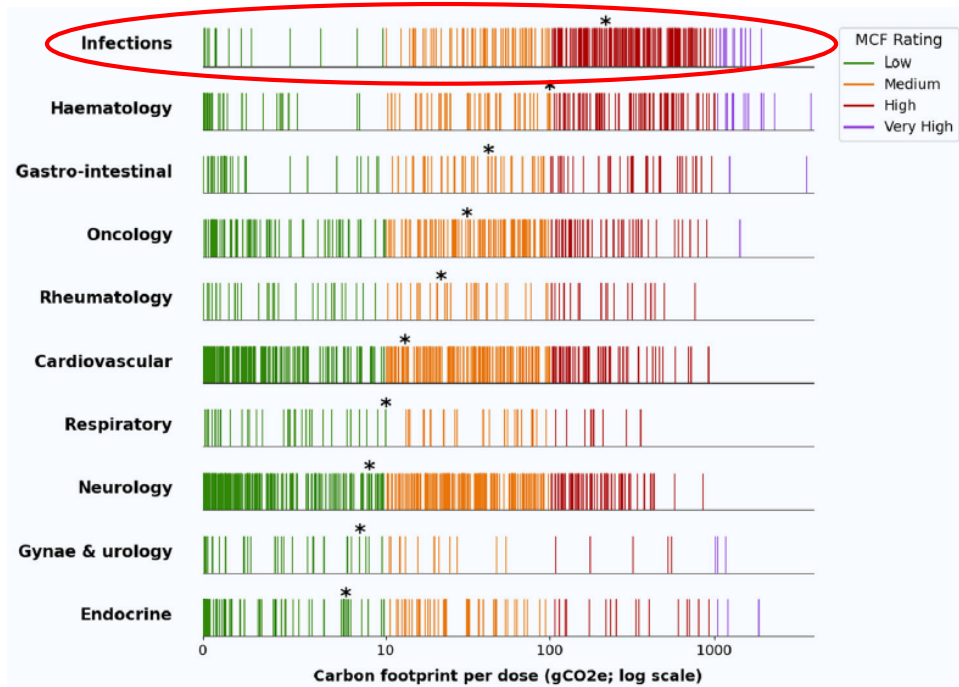


fig. 4. Distribution of the carbon footprint among subparts. (A) CO₂eq



C'est quoi un éco-soin?

Le soin « écoresponsable » est un acte de soin qui, à qualité et sécurité égales, engendre un impact moindre sur l'environnement. De plus en plus plébiscité par les professionnels, il questionne la pertinence du soin effectué. La réduction de l'impact environnemental des soins répond aux problématiques de sur-utilisation, de sous-utilisation ainsi que de gaspillage opérationnel. Les démarches de soins écoresponsables peuvent contribuer à améliorer la qualité de vie au travail et à terme, à renforcer l'attractivité des structures où elles sont mises en œuvre.



Éco-soins en Maladies Infectieuses

3 piliers de l'éco-prescription

1. Moins prescrire
2. Mieux prescrire
3. Tenir compte de l'empreinte environnementale de sa prescription



Sobriété énergétique & transition écologique
du système de santé en Normandie

ZOOM SUR L'ÉCOPRESCRIPTION
D'ANTIBIOTIQUES



Éco-soins en Maladies Infectieuses

3 piliers de l'éco-prescription

1. Moins prescrire

2. Mieux prescrire

3. Tenir compte de l'empreinte environnementale de sa prescription



Sobriété énergétique & transition écologique
du système de santé en Normandie

ZOOM SUR L'ÉCOPRESCRIPTION
D'ANTIBIOTIQUES



1/ Moins prescrire → Le meilleur ATB est celui...



... que nous ne prescrivons pas!

Bon usage des antibiotiques et écoprescription



1. Moins prescrire :

en s'interrogeant systématiquement
sur la pertinence de la prescription

Je ne prescris pas d'antibiotique SSAUF si :

Suspicion d'infection bactérienne

ET

Site infectieux clairement identifié

OU

ATCD, terrain à risque : immunodépression, splénectomie, grossesse, cirrhose décompensée, PNN < 0,5 G/L

OU

Urgence (sepsis sévère/choc septique ou qSOFA ≥ 2 , purpura fulminans)

ET

prélèvements microbiologiques pertinents **F**aits (hémocultures, ECBU, ponction articulaire, ponction lombaire,...)

*CRAB Normantibio
Elise Fiaux, Rouen*

Éco-soins en Maladies Infectieuses

3 piliers de l'éco-prescription

1. Moins prescrire

2. Mieux prescrire

3. Tenir compte de l'empreinte environnementale de sa prescription



Sobriété énergétique & transition écologique
du système de santé en Normandie

ZOOM SUR L'ÉCOPRESCRIPTION
D'ANTIBIOTIQUES



2/ Mieux prescrire → Le meilleur ATB est celui...

... que nous prescrivons le moins longtemps possible!



2. Mieux prescrire : en s'assurant du bon usage des antibiotiques

Réévaluer systématiquement chacune de ses prescriptions à 48-72h.

Respecter la durée de traitement.

En savoir plus : choix et durées
d'antibiothérapie préconisées
dans les infections bactériennes
courantes.



Éco-soins en Maladies Infectieuses

3 piliers de l'éco-prescription

1. Moins prescrire

2. Mieux prescrire

3. **Tenir compte de l'empreinte environnementale de sa prescription**



Sobriété énergétique & transition écologique
du système de santé en Normandie

ZOOM SUR L'ÉCOPRESCRIPTION
D'ANTIBIOTIQUES



3/ Le meilleur ATB est celui...

... qui polluera le moins...



**3. Tenir compte de l'empreinte
environnementale dans sa prescription :**

en privilégiant des médicaments ayant un
bilan carbone moindre à qualité de soins
équivalente (exemples ci-dessous).

Comment mesurer l'impact environnemental des soins?

Comment mesurer l'impact environnemental des soins?

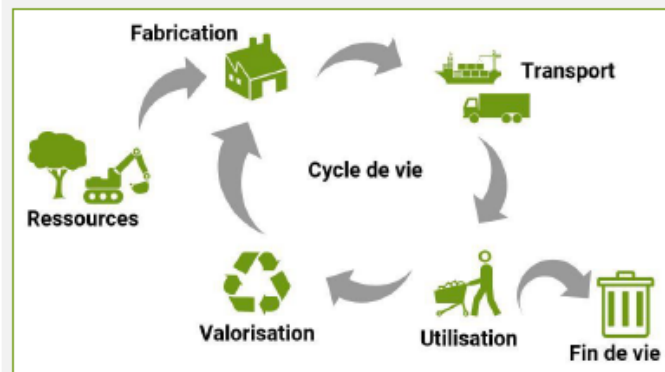
Analyse de Cycle de Vie (ACV)

- **Empreinte carbone:** critère robuste
- Facteurs d'émissions disponibles
- Corrélation forte avec les autres indicateurs
- Impact le plus contributeur en terme de perte d'année de vie en bonne santé
- Mais: incertitude 10-30%, mono-impact, temps et ressources nécessaires



MÉTHODOLOGIE
D'ÉVALUATION
DE L'EMPREINTE
CARBONE DES
MÉDICAMENTS

Etapes du cycle de vie d'un produit :

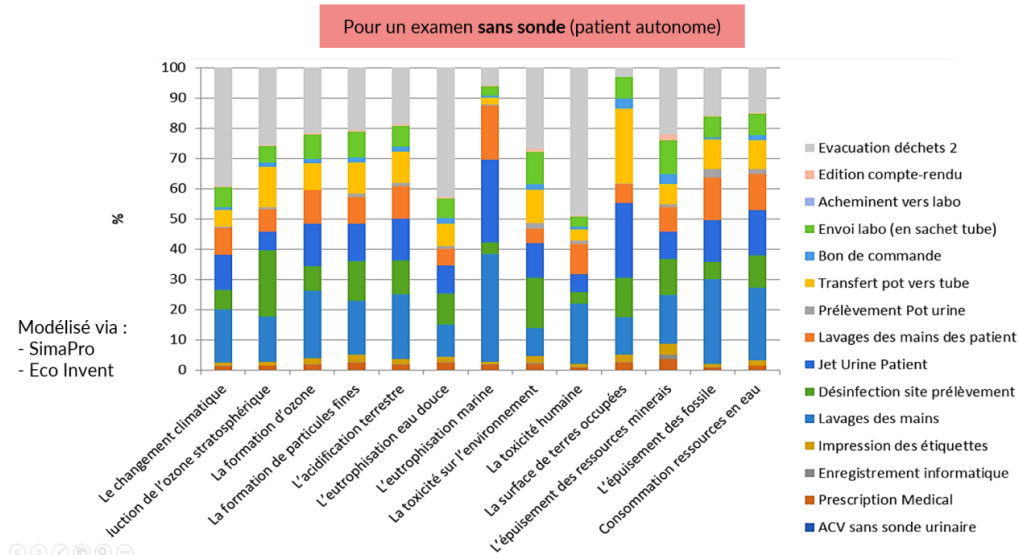


Comment mesurer l'impact environnemental des soins?

ACV complète / multi-impact

1. **Changement climatique (kgCO₂eq) empreinte carbone**
2. Particules fines (disease incidence)
3. Épuisement des ressources en eau (m³ world eq)
4. Épuisement des ressources énergétiques (MJ)
5. Épuisement des ressources – minéraux (kg Sb eq)
6. Usage des terres (point)
7. Appauvrissement de la couche d'ozone (kg CFC-11 eq)
8. Acidification (mol H⁺ eq)
9. Radiation ionisante, effet sur la santé (kBq U²³⁵ eq)
10. Formation photochimique d'ozone (kg NMVOC eq)
11. Eutrophisation, terrestre (mol N eq)
12. Eutrophisation, marine (kg N eq)
13. Eutrophisation, eau douce (kg P eq)
14. **Ecotoxicité d'eau douce (CTUe)**
15. Toxicité humaine cancérigène (CTUh)
16. Toxicité humaine non cancérigène (CTUh)

Résultats de l'ACV de l'analyse pré-analytique d'un ECU (pour 1000 ECU)



Véronique Mondain, Nice

Outil Carebone®

- ❖ « **Analyse de Cycle de Vie simplifiée** » en libre accès
- ❖ Estimation de l'empreinte carbone
- ❖ Produits de santé, acte de soin ou parcours patient...

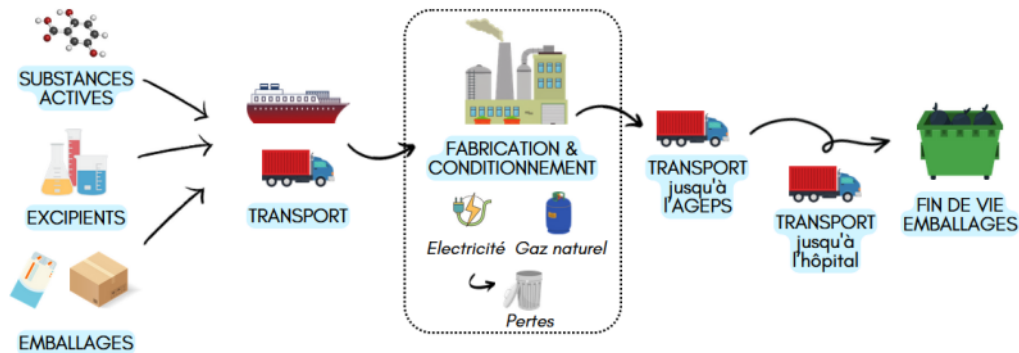


Schéma du cycle de vie simplifié de la production et de l'utilisation d'un médicament à l'AP-HP

carebone

L'outil pour DÉCARBONER le soin

carebone

Outil d'estimation de
l'empreinte carbone
d'un parcours patient >>>



ASSISTANCE
PUBLIQUE



carebone

Estimation de l'empreinte carbone d'un médicament

Données générales

Nom du médicament :		ml
Quantité :		
Format d'unité :		Si pas de boîte,
Nombre d'unités dans une boîte :		
Conditionnement 1 - Nombre de boîtes par carton :		
Conditionnement 2 - Nombre de cartons par palette :		
Forme		

Données calculées

Masse médicament (calculée)	
Masse d'emballage (calculée)	
Masse médicament conditionné (calculée)	

Et l'écotoxicité?

Session : Développement durable et maladies infectieuses : comment faire mieux ?

Contamination des milieux par les antibiotiques en France : conséquences et pistes d'amélioration ?

Didier Hocquet (Univ. Franche-Comté – CHU Besançon)

UNIVERSITÉ
FRANCHE-COMTÉ

CHRONO
ENVIRONNEMENT



PROMISE
Professional community
network on antimicrobial resistance

CHU
BESANÇON

44^e
RÉUNION
INTERDISCIPLINAIRE
DE CHIMIOTHÉRAPIE
ANTI-INFECTIEUSE

LUNDI 16 & MARDI 17
DÉCEMBRE 2024

palais des congrès
de paris

Antibiorésistance et environnement État et causes possibles de la contamination des milieux en France

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Novembre 2020 - Édition scientifique

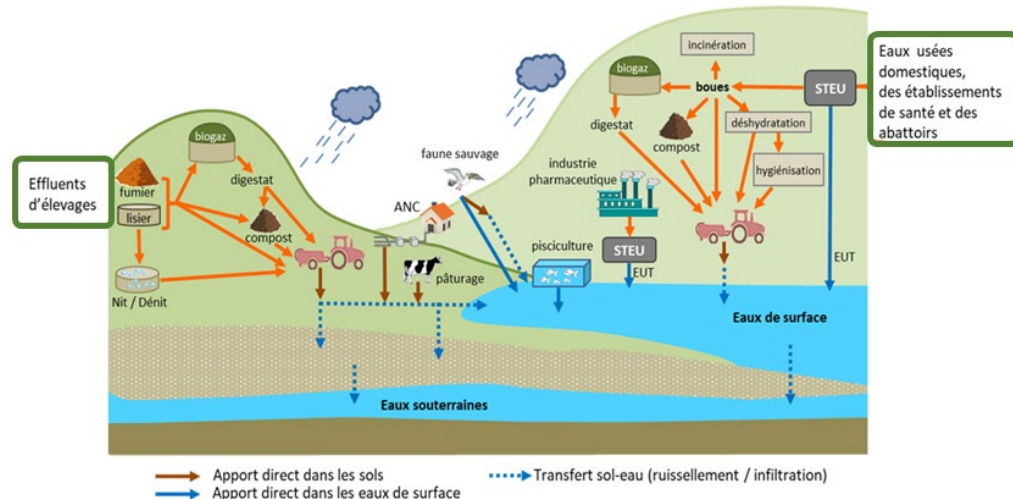


Figure 3. Principales voies de contamination des sols et des eaux par les antibiotiques, les bactéries résistantes aux antibiotiques et les gènes de résistance aux antibiotiques.



Didier Hocquet, Besançon

Mesures de l'éco-toxicité

Indice PBT

- Persistance
Bioaccumulation Toxicité
- Echelle de 0 à 9
- + la valeur est haute +
l'écotoxicité est élevée

PNEC

- Concentrations Prédites sans
Effet sur l'environnement et sur
l'antibiorésistance
- + les concentrations sont
basses + l'écotoxicité est
importante

PEC / PNEC

- Concentration mesurée
dans l'environnement
(PEC) / PNEC
- Risque élevé / moyen /
faible / insignifiant

2014-2015

ENVIRONMENTALLY
CLASSIFIED
PHARMACEUTICALS

J Anti-Infectives for Systemic Use

Antibacterials for systemic use

trimethoprim	insignificant	4	3	0	1	149 661
						C 261 420
nitrofurantoin	insignificant	5	3	0	2	279 144
erythromycin	insignificant	6	3	0	3	133 025
clarithromycin	insignificant	6	3	0	3	59 076
						C 17 248
meropenem	insignificant	6	3	0	3	40 051
telithromycin	insignificant	9	3	3	3	10
ofloxacin	insignificant	9*	3	3*	3	1 580
azitromycin	low	6	3	0	3	86 066
ceftazidime	low	6	3	0	3	3 229
pivmecillinam	low	6	3	0	3	474 053
sulfamethoxazole	low	6	3	0	3	C 261 420
tetracycline	low	6	3	0	3	118 944
amoxicillin	moderate	6	3	0	3	953 571
						C 272 984
ciprofloxacin	moderate	6	3	0	3	617 156
						E -
gentamicin	cannot be excl	6	3	0	3	12 873
						E -



Guidance on
wastewater
and solid waste
management for
manufacturing
of antibiotics



UN @
antimicrobials
resistance

World Health
Organization

anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentaire, environnement, travail
Connaître, évaluer, protéger

3/ Le meilleur ATB est celui...

... qui polluera le moins...



**3. Tenir compte de l'empreinte
environnementale dans sa prescription :**

en privilégiant des médicaments ayant un
bilan carbone moindre à qualité de soins
équivalente (exemples ci-dessous).

Optimiser les modalités d'administration

La voie orale c'est génial!



1. Privilégier la forme orale

Privilégier la voie orale plutôt que la voie parentérale **en cas de bonne biodisponibilité** permet d'éviter les émissions liées à la production de dispositifs médicaux et les déchets résultants.

CHIFFRES CLÉS

Empreinte carbone (par analyse de cycle de vie) pour 500 mg de levofloxaciné :

- 151 g de CO₂eq pour 1 comprimé ;
- 1 293 g de CO₂eq pour 1 forme intraveineuse .

Émissions de gaz à effet de serre divisées par 8,5



Exemples d'antibiotiques avec une biodisponibilité orale équivalente à l'IV : cotrimoxazole, levofloxaciné, spiramycine, metronidazole, clindamycine, linezolidé.

ECO CONCEPTION DES SOINS



Le paracétamol IV vs PO

IV



PO



L'IVD, moins de déchets!

gCO ₂ éq/jour de traitement	<u>Ceftriaxone</u>				<u>Cefotaxime</u>		<u>Levofloxacin</u>
	IVD 1g <u>NaCl poche</u> 100mL	IVD 1g <u>NaCl</u> 10mL ampoule	IVD 1g EPPI 10mL ampoule	IVL 1g <u>NaCl poche</u> 100mL	IVD 1gx3 EPPI 10ml ampoule	IVL <u>NaCl</u> poche 100ml 1g x 3 / jour	IVL 0,5g poche prête à l'emploi
Production	317	98	98	523	393	1203	220
Traitement des déchets	79	37	37	143	111	305	72
Total	396	134	134	666	403	1508	292

*Impact carbone des dispositifs médicaux de différents modes d'administration IV
(Ceftriaxone 1g/24h, Cefotaxime 3g/24h, Levofloxacin 500mg/24h)*

IVD 4 à 5 fois moins impactante
d'un point de vue environnemental que IVL

Les dosages les plus forts, en carbone c'est moins fort

2. Privilégier un schéma posologique avec un minimum de doses à administrer

Privilégier les dosages forts.



2 flacons de cefotaxime 1 g

2 gélules d'amoxicilline 500 mg



1 flacon de cefotaxime 2 g :
réduction de l'empreinte carbone de 28 %

1 comprimé d'amoxicilline 1 g :
réduction de l'empreinte carbone de 10 %

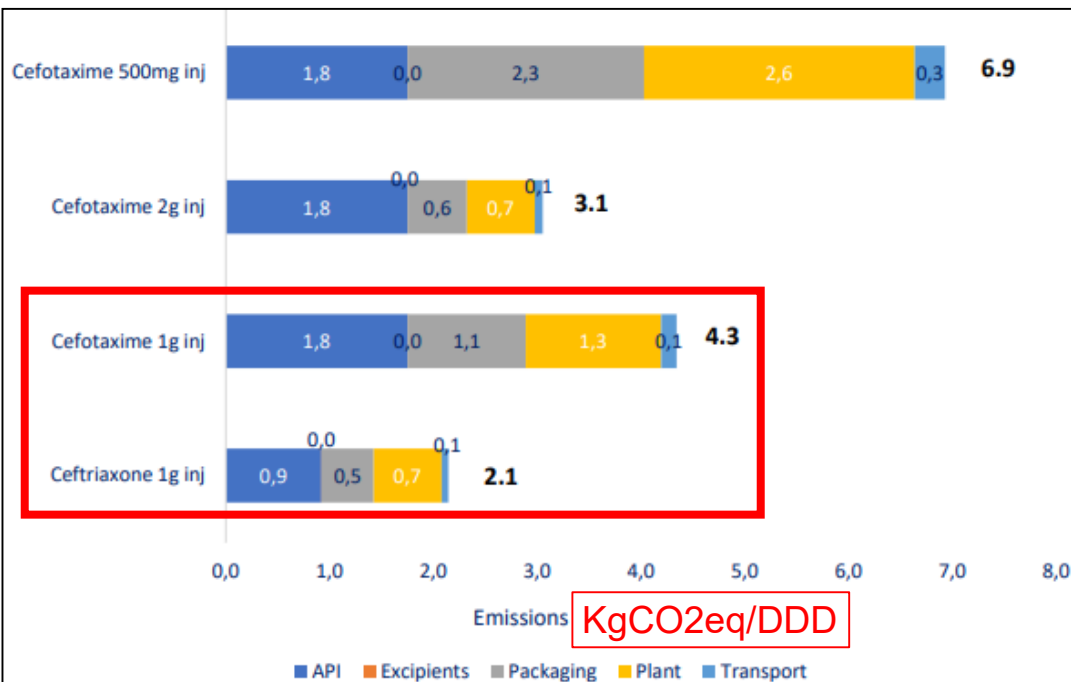
Quelle C3G privilégier pour moins « polluer »?

Comparaison pour différents ATB utilisés en pratique courante:

- Empreinte carbone (ACV)
- Eco-toxicité (indice PBT – PNEC)



Quelle C3G privilégier pour moins « polluer »?



Comparaison de l'empreinte carbone du Cefotaxime et de la Ceftriaxone

Ceftriaxone 2 fois moins carbonée que Cefotaxime

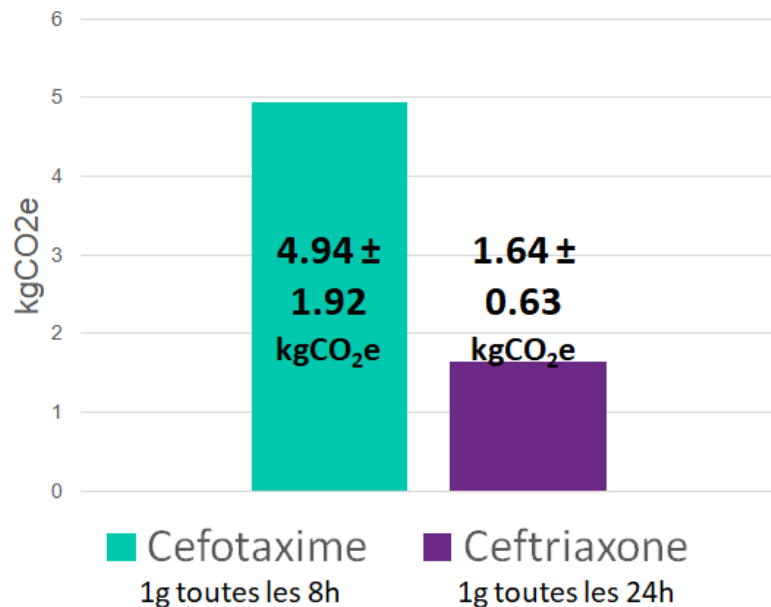


Ecotoxicité

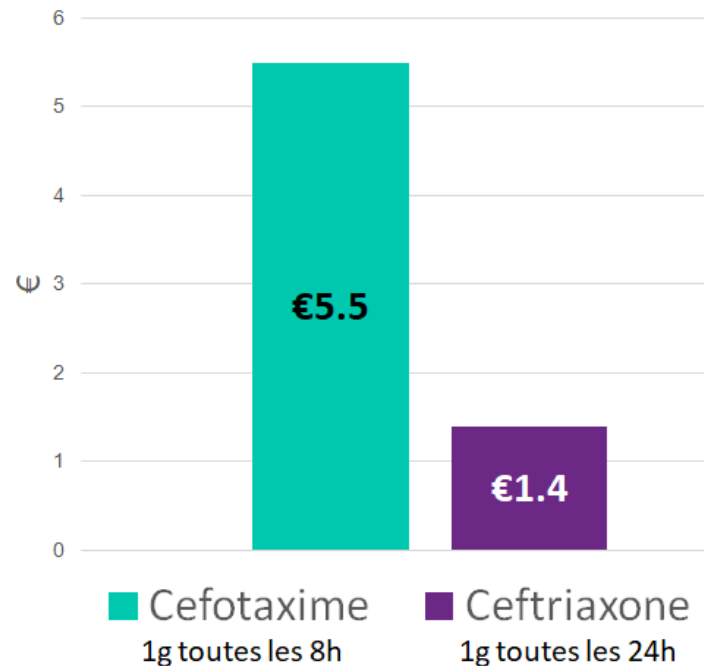
Molécule	PBT	PNEC _{res}
Ceftriaxone	6	0,33 ug/l
Cefotaxime	9	0,13 ug/l

Céfotaxime *versus* ceftriaxone avec l'outil Carebone®

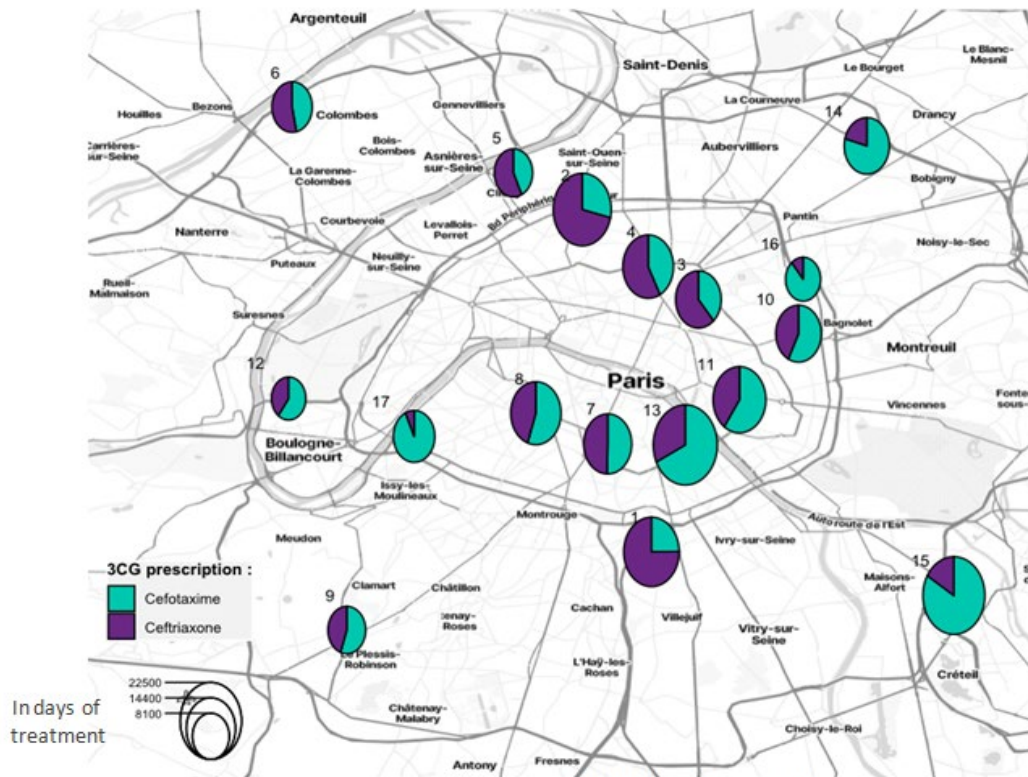
**Empreinte carbone par
jour de traitement**



Prix par jour de traitement



Ceftriaxone / Cefotaxime - Hôpitaux parisiens



E RAPHAËL – Mai-Juin 2025

- 1 : HOPITAL DE BICETRE
- 2 : HOPITAL BICHAT
- 3 : HOPITAL SAINT LOUIS
- 4 : HOPITAL LARIBOISIERE
- 5 : HOPITAL BEAUJON
- 6 : HOPITAL LOUIS MOURIER
- 7 : HOPITAL COCHIN
- 8 : HOPITAL NECKER ENFANTS MALADES
- 9 : HOPITAL ANTOINE BECLERE
- 10 : HOPITAL TENON
- 11 : HOPITAL SAINT ANTOINE
- 12 : HOPITAL AMBROISE PARE
- 13 : HOPITAL PITIE-LA SALPETRIERE
- 14 : HOPITAL AVICENNE
- 15 : HOPITAL H.MONDOR
- 16 : HOPITAL ROBERT DEBRE
- 17 : HEGP



Etienne Raphaël, APHP

Céfotaxime *versus* ceftriaxone : impact des politiques hypothétiques

Remplacer la CRO avec du CTX dans tout l'AP-HP



Couterait
440 713 €



émettrait
360 tCO₂e



produirait
20 000 kg
de déchets

Remplacer le CTX avec de la CRO dans tout l'AP-HP



Économiserait
490 154 €



éviterait
400
tCO₂e



éviterait
22 000 kg
de déchets



195 685

kg de chausson aux
pommes



90 909

A/R Paris - Marseille
en TGV

Etienne Raphaël, APHP

Voie IV continue *versus* discontinue

Voie IV continue *versus* discontinue: moins de déchets

Perfusion
continue
6g toutes
les 12h

Materials (per day) :

2 pink needles (2g)

2 bottles of 250 ml saline solution (28g)

2 syringes of 20 mL (11g)

2 bags of sterile compresses (3 g)

2 infusion sets (28 g)

Total weight of consumables: 6 kg

Materials (per day) :

6 pink needles

6 bottles of 100 mL saline solution

6 syringes of 20 mL

6 bags of sterile compresses

6 infusion sets

Total weight of consumables: 18 kg

Perfusion
discontinue
2g toutes
les 4h

Orbenine
12g/24h
pendant 6
semaines



Voie continue: moins de déchets ET moins de carbone

Empreinte carbone par ACV des DM associés aux perfusions d'ATB



	<u>Amoxicilline</u>		<u>Cloxacilline</u>		<u>Cefazoline</u>		<u>Cefepime/Ceftazidime</u>		<u>Tazocilline</u>		<u>Témocilline</u>	
	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu
kgCO ₂ éq	1,4	3,33	0,49	3,26	0,44	1,63	1,33	1,64	0,67	1,63	0,43	1,55
Rapport discontinu / continu	2,38		6,65		3,71		1,23		2,43		3,6	

Voie IV continue plus vertueuse que la voie IV discontinue d'un point de vue environnemental → Diminution de l'empreinte carbone d'un facteur compris entre **2.3 et 6.6**

Voie continue: moins de déchets, moins de carbone, **moins cher ET impact social favorable**

10 ATB

3 modalités de perfusion:
continue / prolongée /
intermittente

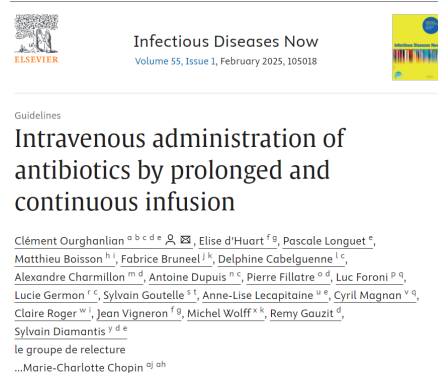
3 modalités d'administration:

- IVL
- Pousse seringue électrique
- Pompe volumétrique

4 paramètres:

- Empreinte carbone (Carebone®)
- Volume d'eau stérile
- Prix
- Temps IDE pour préparer et administrer les ATB

Nicolas Massart, Saint Brieuc



Voie continue: moins de déchets, moins de carbone, **moins cher ET impact social favorable**

→ 1 injection / jour: IVL moindre impact

→ Plusieurs injections/ jour:

Pompe volumétrique > pousse seringue électrique > IVL

Prix plus bas pour la pompe volumétrique

Réduction du temps IDE avec la pompe volumétrique

Plus faible quantité de liquide avec pousse seringue électrique et pompe volumétrique



>



>



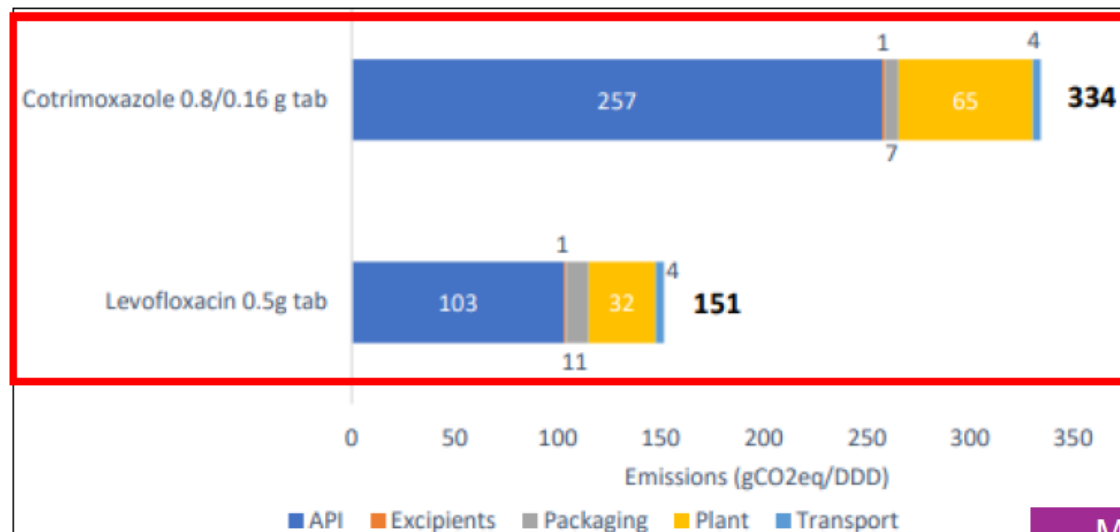
Nicolas Massart, Saint Brieuc

Voie continue: moins de déchets, moins de carbone, moins cher ET impact social favorable

<u>Molecule</u>	<u>Modalities of infusion</u>	<u>Daily dosage</u>	<u>Administration</u>	<u>Dilution</u>	<u>Posology</u>	<u>Plastic weight (g)</u>	<u>Steril water (mL)</u>	<u>Global warming (kgco2e) CareBone</u>	<u>Global warming (kgco2e) Ecovamed</u>	<u>Price (€)</u>	<u>Nurse Time (s)</u>
<u>Amoxicillin</u>	Intermittent	16	SIV	2 g/100 mL	60'x8/j	516	800	2.21	3.75	3.28	3848
	<u>Continuous</u>	8	Vol. pump	4 g/200 mL	12hx2/j	148	400	0.89	1.06	1.16	667
	<u>Continuous</u>	12	Vol. pump	6 g/300 mL	12hx2/j	191	600	1.29	1.13	1.56	888
	<u>Continuous</u>	16	Vol. pump	8 g/400 mL	12hx2/j	191	800	1.29	1.13	1.56	1108
<u>Cloxacillin</u>	Intermittent	12	SIV	2 g/100 mL	30'x6/j	396	600	2.01	2.87	2.82	2225
	<u>Continuous</u>	12	AISP	6 g/48 mL	12hx2/j	122	96	0.79	1.01	0.78	758
	<u>Continuous</u>	12	Vol. pump	12 g/100 mL	24hx1/j	74	100	0.45	0.53	0.58	444

Ce qui reste à éclaircir...

- Comparaison entre molécules - discordance empreinte carbone / éco-toxicité



**Empreinte carbone
du Cotrimoxazole
supérieure à la
Levofloxacin**



Eco-toxicité

*Comparaison entre le Cotrimoxazole et
la Levofloxacin*

Molécule	PBT	PNEC _{res}
Cotrimoxazole	6/4	0,5 – 16 ug/l
Levofloxacin	/	0,25ug/l
Ciprofloxacin	6	0,023 ug/l

Ce qui reste à éclaircir...

- Comparaison entre molécules - discordance empreinte carbone / éco-toxicité
- Prise en compte de l'impact sur le microbiote intestinal

Conclusion

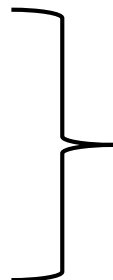
- Pistes d'actions d'**éco-soins** en **Maladies Infectieuses**

→ Voie orale > IV

→ IVD > IVL

→ Voie IV continue > discontinue

→ Ceftriaxone vs Cefotaxime



**ZOOM SUR L'ÉCOPRESCRIPTION
D'ANTIBIOTIQUES**



- Travaux complémentaires nécessaires ++

- Construction d'un **éco-score spécifique aux ATB**

→ Meilleure appréhension de l'éco-toxicité

→ Prise en compte de l'impact sur le microbiote

Merci pour votre attention!

Contacts:

Grine.spilf@gmail.com

mathilde.reveillon@gmail.com

