

Année 2023-2024

MEMOIRE DU DIPLOME UNIVERSITAIRE DEVELOPPEMENT DURABLE EN SANTE DU CONCEPT A LA PRATIQUE

Par

Dr Jean Baptiste LAINE né le 29/03/1992

Et

Dr Noémie LE CLECH née le 15/09/1982 à Brest (29)

Titre :

Impact environnemental de deux modalités de
perfusion d'antibiotiques : analyse de cycle de vie de la
perfusion continue vs intermittente

Membres du jury :

Dr Laure BONNET

Dr Florence LALLEMANT

Dr Jane MURE

Table des matières

- I. Introduction
- II. Matériel et Méthodes
 - 1. Antibiothérapies continues et discontinues étudiées
 - 2. Mesures de l'impact carbone
 - a. Méthode 1 : approche EEIO (Environmentally Extended Input Output) à partir de facteurs d'émission économiques modulés
 - b. Méthode 2 : ACV simplifiée par l'outil Carebone© de l'AH-HP
 - c. Impact carbone des trajets HAD
 - d. Impact carbone des pompes à perfusion
- III. Résultats
 - 1. Critère de jugement principal
 - a. Impact carbone des DM
 - b. Consommation des pompes à perfusion
 - c. Impact des trajets en HAD
 - 2. Critères de jugement secondaire
 - a. Poids des déchets
 - b. Prix des DM
- IV. Discussion
- V. Annexes
- VI. Bibliographie
- VII. Résumé

I. Introduction :

En France le secteur de la santé représente 8 % des émissions de gaz à effet de serre (1). Ces émissions concernent pour presque 1/3 (29 % selon le shift) la consommation de médicaments. Par ailleurs le secteur hospitalier est responsable de 38 % des émissions du système de santé. Nos pratiques de soins doivent évoluer pour faire face à la crise climatique et à ses conséquences. La feuille de route de planification écologique du système de santé rappelle que « le secteur sanitaire et médicosocial, à l'image de tous les autres, doit faire sa part dans la nécessaire baisse des émissions de gaz à effet de serre de 5 % par an jusqu'en 2050 »(2). Parmi les 7 champs d'action proposés par cette feuille de route, l'un d'eux est celui des Eco-soins. Un eco-soin est un soin qui a qualité égale est moins impactant pour l'environnement.

L'antibiothérapie est quotidiennement administrée à l'hôpital au cours des infections bactériennes les plus sévères, ainsi que dans le cadre de pathologies infectieuses spécifiques (endocardite infectieuse, bactériémie, infections à germes multi-résistants, ...) en intraveineux. Deux méthodes de perfusion sont possibles : continue et intermittente, les données de la littérature ne permettent pas de garantir si une méthode est supérieure en termes de morbidité et de mortalité par comparaison à l'autre méthode en secteur conventionnel(3).

Cette étude a pour objectif principal de comparer l'impact carbone de l'une et l'autre méthode, les objectifs secondaires seront de comparer les prix des deux méthodes et la production de déchets plastiques.

Le traitement intraveineux et notamment les perfusions d'antibiotiques en intra-veineux étant une indication à une prise en charge en hospitalisation de jour, une simulation de l'impact carbone en lien avec les transports des personnels soignants en HAD induits par l'une et l'autre méthode a également été réalisée.

II. Matériel et méthode :

1. Antibiothérapies continues et discontinues étudiées :

Les posologies choisies pour chaque molécule sont des posologies élevées, adaptées aux infections sévères pour lesquelles elles sont utilisées. Les modalités de perfusion étudiées pour chacune des deux méthodes ont été optimisées en fonction des durées de stabilité pour chaque antibiotique, de leurs paramètres PK/PD, des concentrations maximales d'antibiotiques selon le soluté. Ces modalités de perfusion sont basées sur les données de la littérature et les bases de données VIDAL, THERIAQUE et STABILIS (4,5).

Chaque Dispositif Médical (DM) utilisé au Centre Hospitalier du Mans pour les différents antibiotiques testés (Amoxicilline, Cloxacilline, Céfazoline, Cefotaxime, Céfépime, Ceftazidime, Vancomycine, Aztréonam, Céfoxitine, Témocilline, Tazocilline) a

été relevé et consigné en fonction de la méthode de perfusion continue versus intermittente.

Les antibiothérapies continues sont installées sur des pompes électriques dont la puissance a été relevée pour la mesure de consommation électrique.

Les poids des Dispositifs Médicaux (DM) jetés après utilisation ont été systématiquement pesés (balance METTLER TYPE PM34 et balance SARTORIUS) (voir Annexe 1).

Ont également été relevés les prix unitaires, les composants et pays de production de chaque DM, l'utilisation d'électricité des pompes à perfusion, les trajets parcourus par les infirmiers lors des prises en soin en HAD à Caen et à Lisieux (Normandie, France) et leurs moyens de locomotions.

2. Mesures de l'impact carbone :

Deux méthodes de calcul des émissions carbone en lien avec la consommation des DM ont été utilisées afin de vérifier la cohérence de nos résultats.

L'analyse de cycle de vie des différents antibiotiques n'entre pas dans le champ de cette étude, dans la mesure où il n'y a pas de différence d'usage des différents antibiotiques entre l'une et l'autre méthode de perfusion. Aucun patient n'a été impliqué dans cette étude.

a. Méthode 1 : approche EEIO (Environmentally Extended Input Output) à partir de facteurs d'émission économiques modulés

En respectant les normes ISO 14040, une évaluation de l'impact carbone de chaque méthode de perfusion pour chaque antibiothérapie a été réalisée via une approche EEIO à partir du facteur d'émission "Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks" de la base Exiobase (v3.8.2). Cette base donne une valeur pour 49 zones géographiques (pays ou ensemble de pays). Ces facteurs d'émissions économiques ont été modulés en fonction de la complexité et de la valeur ajoutée de chaque DM, pour s'étendre de 0,03 à 1,41 kgCO₂eq/€ (vs. 0,09 à 0,80 pour les principaux pays producteurs). Une vérification de cohérence a été réalisée pour certains produits, par la méthode d'Analyse de Cycle de Vie (ACV), en prenant en compte les principales matières premières, leur poids et les facteurs d'émissions de la base Ecoinvent[®] pour leur production et leur transformation en pièces finies.

b. Méthode 2 : ACV simplifiée par l'outil Carebone© de l'AH-HP

Cette méthodologie de calcul s'appuie également sur les recommandations de la norme ISO 14040 et la méthode Bilan GES de l'ADEME. Elle est qualifiée d'approche « ACV

simplifiée » car un cycle de vie standard a été modélisé. Le périmètre de cette ACV simplifiée est « du berceau à la tombe ».

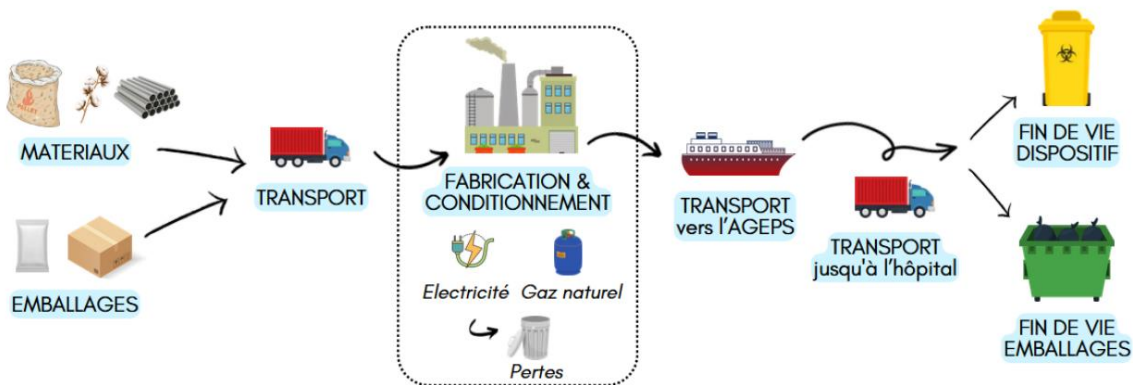


Schéma du cycle de vie simplifié de la production et de l'utilisation d'un dispositif médical à l'AP-HP

La méthodologie ACV nécessite de définir l'Unité Fonctionnelle avant de procéder aux calculs. La norme ISO 14044, définit l'Unité Fonctionnelle comme suit : "Performance quantifiée d'un système de produits, destinée à être utilisée comme unité de référence dans une ACV".

Dans le cadre de cette méthodologie de calcul de l'empreinte carbone d'un DM, l'Unité Fonctionnelle est définie par défaut comme la plus petite unité de dispositif médical possible (ex : 1 aiguille pompeuse, 1 seringue 20 ml, 1 charlotte, etc.).

La réalisation de l'empreinte carbone d'un dispositif médical nécessite de disposer :

- Des fiches techniques des produits (grammages et types de matériaux), ou d'un échantillon de dispositif médical, afin de pouvoir réaliser des pesées si les fiches techniques ne sont pas accessibles ou sont incomplètes.
- Des informations logistiques sur le conditionnement du produit (nombre de DM par boîte, nombre de boîtes par carton, nombre de cartons par palette) ;

Les résultats des empreintes carbone de dispositifs médicaux ainsi calculées alimentent une base de données de « facteurs d'émissions », accessibles à tous les utilisateurs et pour tous les parcours de soins. Ces résultats sont accompagnés d'une incertitude également enregistrée dans la base (voir « Incertitude »).

Il a été possible d'utiliser cette base de données pour alimenter nos calculs.

c. Impact carbone des trajets HAD

La FNEHAD (Fédération Nationale des Etablissements d'Hospitalisation à Domicile) n'a pas été en mesure de nous donner d'estimation du trajet moyen en HAD sur le territoire national.

Nous avons donc choisi 2 HAD de secteurs différents pour estimer un trajet moyen réalisé par les soignants d'HAD pour se rendre au chevet des patients à domicile :

- L'HAD de la croix rouge de Caen qui s'étend sur le territoire de la métropole Caennaise au centre du Calvados
- L'HAD du CH de Lisieux qui s'étend sur le territoire du pays d'auge sud, partie sud-est du calvados

Nous avons étudié les trajets nécessaires pour 30 patients présents la semaine du 1/4/2024 sur ces 2 HAD.

Les types de véhicules étaient des voitures à moteurs essences. Nous avons utilisé la base empreinte de l'ADEME (Base Empreinte® [Internet]. [cité le 26 mai 2024] Disponible sur: <https://baseempreinte.ademe>).

d. Impact carbone des pompes à perfusion

Nous avons utilisé les données de la base empreinte de l'ADEME (Base Empreinte® [Internet]. [cité le 26 mai 2024] Disponible sur: <https://baseempreinte.ademe>) pour calculer les émissions de CO2 en fonction de la puissance électrique des pompes à perfusion.

Les pompes à perfusion utilisées étaient des pompes à perfusion volumétrique AGILIA MC de FRESINIUS KABI (Annexe 2).

III. Résultats :

Au total 17 dispositifs médicaux sont utilisés pour la perfusion des antibiotiques cités selon la modalité continue ou intermittente. Les données ont été consignées systématiquement pour chaque DM (tableau 1).

L'impact carbone des DM s'échelonnait de 5 à 302 gCO2eq/unité pour la méthode ECOVAMED°, et de 20 à 480 gCO2eq/unité pour la méthode CAREBONE°. Bien que soient constatées quelques différences, les ordres de grandeurs pour chaque DM restaient équivalents entre les deux modalités de calcul.

Concernant les poids des DM, les mesures allaient de 1.13g à 54.9g pour le plus gros dispositif. Exclusion a été faite des solutés qui seront consommés et non jetés.

Les prix des DM relevés étaient de 1 centime d'euro à 2.06€. Prix et impacts carbone étaient inégalement corrélés en fonction du DM et de la méthode de calcul.

Le nombre de DM par molécule et par méthode est consigné dans le tableau 2.

Tableau 1: caractéristiques et poids carbone estimé par les méthodes Carebone® et Ecovamed® pour chaque DM

Libellé du DM	Fournisseur	Pays de fabrication	Prix unitaire (€)	Principaux matériaux	Poids hors emballage (g)	Poids de l'emballage (g)	Poids total* (g)	Empreinte carbone ECOVAMED® (gCO ₂ eq/unit)	Empreinte carbone CAREBONE® (gCO ₂ eq/unit)
AIGUILLE HYPODERMIQUE EUROFINE NON SECUR 18G	LABORATOIRE S EUROMEDIS	Chine	0,01	Acier inoxydable Propylène	0,33	0,8	1,13	5	20
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 250 mL VIAFLO	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,59	Plastique polyoléfine/polyamide	264,76	23,88	38,64	266	290
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 50 mL	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,46	Plastique polyoléfine/polyamide	59,01	12,29	21,3	207	120
SERINGUE 3P 20ML LUER LOCK	BECTON DICKINSON FRANCE SA	Espagne	0,19	Propylène Elastomère (sans latex)	13,04	1,904	14,94	67	70
SERINGUE 3P 50ML L LOCK VERROU	BECTON DICKINSON FRANCE SA	Espagne	0,27	Propylène Elastomère (sans latex)	33,2	3,31	36,51	170	150
COMPRESSE NTISSEE STERILE 7,5X7,5CM 40G 4 épaisseurs	SYLAMED SARL	France	0,01	Viscose Polyester Papier/polyéthylène (emballage)	4,511	1,181	5,69	19	90
PERFUSEUR PR POMPE VOLUMAT AGILIA VL ST10	FRESENIUS VIAL SA	Allemagne	2,06	PVC Silicone	38,3	6,3	44,6	145	200
PERFUSEUR 1V LUER MOBILE	Doran	Inde	0,21	Polyéthylène / PVC / acrylonitrile butadiène styrène / Nylon	27,6	3,3	30,9	210	210
PROLONGATEUR LL PE/PVC M/F D. 1MM L200CM + BAGUE MOBILE	CAIR LGL SA	France	0,29	Polyéthylène / PVC	11,9	2,5	14,4	41	100
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol inj, amp 20 mL PROAMP	AGUETTANT LABORATOIRE	France	0,12	Polypropylène	25,51	0	5,51	38	40
EAU PPI, solv pr prép parentérale, amp PP 10 mL PROAMP	AGUETTANT LABORATOIRE	France	0,11	Polypropylène	13,735	0	3,74	35	30
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 100 mL VIAFLO	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,48	Plastique polyoléfine/polyamide	119,26	4,99	24,25	216	180
SERINGUE 3P 10ML LUER LOCK	BECTON DICKINSON FRANCE SA	USA	0,3	Propylène Elastomère (sans latex)	7,7	1,24	8,94	39	50
GLUCOSE 5%, sol pr perf, poche 50 mL VIAFLO	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,46	Plastique polyoléfine/polyamide	66,6	4,7	21,3	207	130
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 500 mL VIAFLO	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,67	Plastique polyoléfine/polyamide	545,9	9	54,9	302	490
GLUCOSE 5%, sol pr perf, poche 250 mL VIAFLO	BAXTER SAS	Belgique ou Espagne ou Irlande ou Italie	0,55	Plastique polyoléfine/polyamide	285,3	6,7	42	248	310
EAU PPI PROAMP APP 20ML	AGUETTANT LABORATOIRE	France	0,13	Polypropylène	25,16	0	5,16	41	40

* le poids total est calculé avec la formule suivante : (poids de l'emballage + poids hors emballage - soluté contenu dans le DM)

Tableau 2 : nombre de DM utilisé selon la modalité d'administration pour chaque antibiothérapie

	Amoxicilline		Céfazoline		Céfépime/Ceftriaxime		Céfoxitine		Cloxaciline		Tazociline		Témocilline		Vancomycine		Aztreonam	
	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu
AIGUILLE HYPODERMIQUE EUROFINE NON SECUR 18G 1.2x40MM	2	6	1	3	3	3	1	3	1	6	1	3	1	3	1	3	1	3
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 250 mL VIAFLO	2		1				1								3			
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 50 mL VIAFLO	2		3		3	3	1	3			1	3	3			1	3	
SERINGUE 3P 20ML LUER LOCK	2	6	1	3	3	3			1	6	1	3			1	3		
SERINGUE 3P 50ML L LOCK VERROU						3												
COMPRESSE N/TISSEE STERILE 7,5x7,5CM 40G 4 épaisseurs	2	6	1	3	3	3	1	3	1	6	1	3	1	3	1	3	1	3
PERFUSEUR PR POMPE VOLUMAT AGILIA VL ST10	0,33		0,33				0,33		0,33		0,33		0,33		0,33		0,33	
PERFUSEUR 1V LUER MOBILE		6		3	3	3		3		6		3		3				3
PROLONGATEUR LI PE/PVC M/F D.1MM L200CM + BAGUE MOBILE						0,33												
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol inj, amp 20 mL PROAMP	6	6			3	3												
EAU PPI, solv pr prép parentérale, amp PP 10 mL PROAMP			1	3			1	3	3	6	3	3	3	3			1	3
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 100 mL VIAFLO		6						1			1		1					
SERINGUE 3P 10ML LUER LOCK							1	3	1				1	3			1	3
GLUCOSE 5%, sol pr perf, poche 50 mL VIAFLO									6									
SODIUM CHLORURE 0.9%, sol pr perf, poche 500 mL VIAFLO															1			
GLUCOSE 5%, sol pr perf, poche 250 mL VIAFLO									1									
EAU PPI PROAMP APP 20ML															3		3	

1. Critère de jugement principal : comparaison des émissions carbone selon la méthode utilisée

a. Impact carbone des dispositifs médicaux :

Le poids des émissions carbonées par jour des perfusions pour chaque antibiotique chaque méthode et sont listés dans le tableau 3.

En fonction de la méthode utilisée, il existait une variation moyenne de 1.26 Kgeq CO₂ (Ecovamed®) à 1.31 Kg eq CO₂ (Carebone®) par jour, en faveur de l'administration continue.

En effet les émissions carbonées de l'administration discontinu sont multipliées par 3.09 (selon Carebone®) à 3.33 (selon Ecovamed®) en moyenne par comparaison à la stratégie de perfusion continue.

Il existait des disparités entre les molécules. Les antibiotiques pour lesquels les différences d'impact étaient les plus importantes étaient l'aztréonam, la témocilline et la cloxacilline.

Tableau 3 : impact carbone des DM selon les données Ecovamed® et Carebone® pour chaque antibiotique selon les 2 modalités d'administration :

	Amoxiciline		Céfazoline		Céfépime/Ceftazidime		Céfotaxime		Céfoxitine	
	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu
KgCO₂ Carebone	1,49	3,69	0,98	1,8	1,8	1,93	0,68	2,26	0,45	1,05
delta KgCO ₂ Carebone		2,2		0,82		0,13		1,58		0,6
Rapport discontinu/continu Carebone		2,48		1,84		1,07		3,32		2,33
KgCO₂ Ecovamed	1,4	3,33	0,44	1,63	1,33	1,64	0,62	1,57	0,43	1,55
Delta KgCO ₂ Ecovamed		1,93		1,191		0,31		0,95		1,12
Rapport discontinu/continu Ecovamed		2,38		3,71		1,23		2,53		3,60

Cloxaciline		Tazociline		Témociline		Vancomycine		Aztreonam		Moyenne
Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	
0,6	2,16	0,68	1,67	0,54	1,62	0,86	2,16	0,76	2,72	
	1,56		0,99		1,08		1,3		1,96	1,22
	3,60		2,46		3,00		2,51		3,58	2,62
0,49	3,26	0,67	1,63	0,43	1,55	0,56	1,63	0,35	1,55	
	2,77		0,96		1,12		1,07		1,2	1,26
	6,65		2,43		3,60		2,91		4,43	3,35

b. Consommation des pompes à perfusion :

La consommation des pompes AGILIA MC de FRESINIUS KABI est de 15 W maximum (ANNEXE ; photo, extrait de notice)

Selon la base empreinte de l'ADEME, pour le parc français de production d'électricité en 2022, nous émettons 0.052 kg eq CO₂/kWh.

La consommation des pompes à perfusion est de maximum 15 W/h.

Sur un fonctionnement 24h/24, la pompe consommera 15W x 24h = 360 Wh = 0.36 kWh et émettra donc 0.052 x 0.36 = 18.72 e-3 kg eq CO₂ / 24h (ou 0.01872 kg eq CO₂ / 24h).

L'impact carbone de la consommation électrique de la pompe volumétrique est donc négligeable et très inférieure au poids carbone de la consommation des dispositifs médicaux.

c. Impacts des trajets :

Les véhicules utilisés par l'HAD de Caen sont des Citroën C3 essence.

Les véhicules de l'HAD de Lisieux sont des Kangoo essence.

Pour calculer l'impact carbone des trajets, nous avons utilisé la base empreinte de l'ADEME : pour un aller-retour de 24.01Km nous retrouvons une émission de 8.352 KgCO₂eq par jour.

Tableau 4 : distance HAD-domicile de 30 patients pris en soin en HAD pour des antibiothérapies IV à domicile

Patients	trajet simple HAD-patient (km)	
	HAD CH Lisieux	HAD Croix Rouge de Caen
1	0,5	2,5
2	7,5	8
3	7,5	10
4	2	8
5	1	2,5
6	24	0,5
7	19	5
8	29	10
9	35	1,7
10	10	1,2
11	4	6,5
12	2,5	7,7
13	2,5	8,2
14	23	8,7
15	1	9,4
16	1	9,3
17	10	2,5
18	20	20,3
19	7,5	18
20	19	9,4
21	25	17,3
22	25	25,3
23	18	10,2
24	15	23,4
25	18	13,6
26	20	19,5
27	1	25,2
28	17	2,8
29	24	5,9
30	19	20,4
moyenne	13,6	10,43
moyenne des 2 HAD	12,01 km	

Pour le groupe 1 d'antibiotiques suivant : Céfazoline, Cefotaxime, Céfépime, Ceftazidime, Vancomycine, Aztréonam, Céfoxitine, Témocilline et Tazocilline, 3 injections par

jour sont nécessaire en discontinue, soit 3 allers retours au domicile. L'émission des transports est de 25.056 kgCO₂eq par jour.

Pour le groupe 2 d'antibiotiques suivants : Amoxicilline et Cloxacilline, 6 injections par jour sont nécessaires en discontinue, soit 6 allers-retours au domicile. L'émission des transports est de 50.112 KgCO₂eq par jour.

Tableau 5 : impacts carbone des trajets HAD-domicile patient liés à la prescription IV discontinue (simulation)

	Administration continue	Administration discontinue : • Groupe 1	Administration discontinue : • Groupe 2
Nombre de km par jour	24.01	72.03	144.06
Emission de kg CO ₂ eq / jour	8.352	25.06	50.112

L'impact des transports lors de la prise en charge en HAD est majeure et plus de 10 fois supérieur aux émissions liées aux DM.

2. Critères de jugement secondaires

a. Poids des déchets selon la méthode utilisée :

La production de déchets plastiques liés au DM s'échelonnait de 55.5g/jour pour l'Aztréonam en continu à 494.6g de déchets/jour pour l'Amoxicilline en discontinu. En moyenne, la stratégie continue permet d'épargner 178.85g/j de déchets soit 3 fois moins que la stratégie discontinue.

Tableau 6 : poids des déchets et prix quotidiens des DM

	Amoxiciline		Céfazoline		Céfépime/Ceftazidime		Céfotaxime		Céfoxitine	
	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu
Poids des déchet/j (g)	211,2	494,6	78,9	233,1	215,2	238,4	94,2	223,9	65,9	215,1
Différence (g)	283,4		154,2		23,2		129,7		149,2	
Rapport	2,34		2,95		1,11		2,38		3,26	
Prix des DM/j (€)	3,92	6,12	1,59	3	2,7	3	2,2	3,4	1,8	3,3
Différence (€)	2,2		1,41		0,3		1,2		1,5	
Rapport	1,56		1,89		1,11		1,55		1,83	

Cloxaciline		Tazociline		Témociline		Vancomycine		Aztreonam		Moyenne
Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	
89,7	466,2	93,2	233,1	65,9	215,1	106,9	330,5	55,5	215,1	
376,5		139,90		149,20		223,60		159,60		178,85
5,20		2,50		3,26		3,09		3,88		3,00
1,8	5,9	2,2	3	1,8	3,3	1,9	9	1,6	3,3	
4,1		0,8		1,50		7,10		1,70		2,18
3,28		1,36		1,83		4,74		2,06		2,12

b. Prix des dispositifs médicaux selon la méthode utilisée :

Concernant les prix des DM, il y avait en moyenne 2€ d'écart par jour en faveur de la stratégie continue. La stratégie intermittente était plus de 2 fois plus onéreuse.

IV. Discussion :

Ce travail est un exemple concret d'application de soin éco-conçu. En effet, nous avons comparé les émissions carbone de 2 protocoles d'administrations d'antibiotiques, réputés d'efficacité égale selon les données de la littérature en hospitalisation à domicile ou dans les services de soins conventionnels.

D'un *point de vue environnemental*, les résultats sont centrés sur les émissions carbone des dispositifs médicaux. Il n'y a pas ici d'analyse de l'impact environnemental des

antibiotiques utilisés, n'ayant pas de différence d'usage entre les deux modalités d'administration. Il serait intéressant d'avoir une analyse de cycle de vie des antibiotiques en question et de les comparer à l'impact des DM pour chacune des méthodes.

Nous pouvons tout d'abord noter que la force de notre étude est d'avoir pu comparer 2 méthodes de calcul d'émission carbone. L'une des méthodes est basée sur les outils de la société Ecovamed® et se base sur une approche EEIO (Environmentally Extended Input Output) à partir de facteurs d'émission économiques modulés. L'autre se base sur l'outil de calcul d'ACV simplifié Carebone® de l'AP-HP. Ces 2 méthodes ont retrouvé des résultats cohérents et comparables, les émissions carbonées étaient de 3.09 (Carebone®) à 3.33 (Ecovamed®) fois supérieures pour les administrations discontinues.

Ce bénéfice en termes d'économie d'émission carbone est particulièrement marqué lors de prise en charge en HAD où la nécessité de multiplier les trajets augmente nettement le poids carbone des injections pluriquotidiennes. Cela dépend néanmoins du type d'énergie carbonée ou non utilisée au cours des transports.

Dans notre étude, nous n'avons pas réalisé d'analyse de cycle de vie des DM utilisés au domicile type « pompe élastomérique ». Cela nécessitera donc des études d'impact complémentaires.

Également, nous n'avons inclus dans notre calcul que le poids carbone de la consommation électrique de la pompe volumétrique. Le poids carbone de la fabrication et du transport de la pompe n'a pas été pris en compte. Celui-ci peut être réduit en optimisant son fonctionnement et sa durée de vie.

Pour les autres impacts environnementaux (selon l'ACV proposée par l'ADEME (Base Empreinte® [Internet]. [cité le 26 mai 2024] Disponible sur: <https://baseempreinte.ademe.fr>) : Eutrophisation eau douce / Eutrophisation eau marine / Acidification de l'air et de l'eau / Utilisation de ressources fossiles et nucléaires / Utilisation de ressources minérales et métalliques / Formation d'ozone photochimique / Appauvrissement de la couche d'ozone / Utilisation des sols / Utilisation de la ressource en eau exprimées en Litre), bien que nous n'ayons pas de données plus précises, on peut estimer que l'administration continue est bénéfique au regard de l'épargne en DM utilisés.

Afin de réduire l'impact écologique et sur le réchauffement climatique, il semble donc licite de favoriser l'administration continue autant que possible.

Sur le plan économique, l'administration continue permet de limiter le coût des soins. L'évaluation économique dans cette étude est incomplète, puisque ne sont pas intégrés le coût des déchets, ainsi que le coût logistique inhérent à la commande et au transport de la livraison à la fin de vie du DM.

Pour ce qui est des trajets soignants en HAD, leur diminution aura un impact direct sur le coût lié au transport notamment par la réduction de la consommation de carburant.

D'un *point de vue social*, l'impact sur le temps soignant et l'impact sur le patient doivent être différenciés.

Concernant le temps infirmier, bien que nous n'ayons pas de données plus précises, il existe une économie substantielle de temps de préparation et d'administration des perfusions. En HAD cette modalité permet de limiter le temps sur la route et ainsi de libérer du temps de soignants pour d'autres tâches et notamment pour l'accompagnement des patients.

Pour ce qui est des patients, la modalité d'administration en continue peut présenter des contraintes. En effet, elle peut être un frein à la mobilisation et à l'accès à une rééducation adaptée ce qui peut favoriser le risque de désadaptation psychomotrice iatrogène et le risque de chute. Hors pour les personnes fragiles, une remobilisation précoce permet de réduire le risque de déconditionnement fonctionnel et ainsi de réduire le risque de chute et de fracture (6), la durée d'hospitalisation, le risque de dépendance et d'entrée en institution (7). Il est donc à craindre un risque de surconsommation de soins liée aux contraintes de la perfusion continue dans cette population.

En HAD 54.7 % des patients avait plus de 70 ans en 2022 (<https://chiffres-cles.scansante.fr/pdf/ATIH-chiffres-cles-HAD.pdf>) et faisait donc partie d'une tranche d'âge nécessitant une vigilance sur le prise en charge globales et gériatrique. Par ailleurs, certains patients requièrent une surveillance médicale rapprochée et devront bénéficier de plusieurs passages de l'HAD même si leur traitement est administré sur 24h.

Finalement, l'administration continue peut poser une problématique de voie d'abord, lorsque les molécules ne sont pas compatibles entre elles (ex : tazocilline, vancomycine). Le recours à un midline avec plusieurs lumières peut alors s'avérer nécessaire avec le risque de majorer le risque infectieux(8).

D'un point de vue social, si la perfusion continue pourrait permettre un meilleur confort de travail côté soignant, il semble nécessaire d'évaluer l'impact sur le patient au cas par cas. En effet, si l'administration continue ne posera pas de difficulté à un patient alité, elle peut s'avérer contraignant pour des patients mobiles.

V. Conclusion :

La réflexion autour des écosoins nécessite une analyse de nos pratiques avec des outils adaptés au calcul d'impact environnemental.

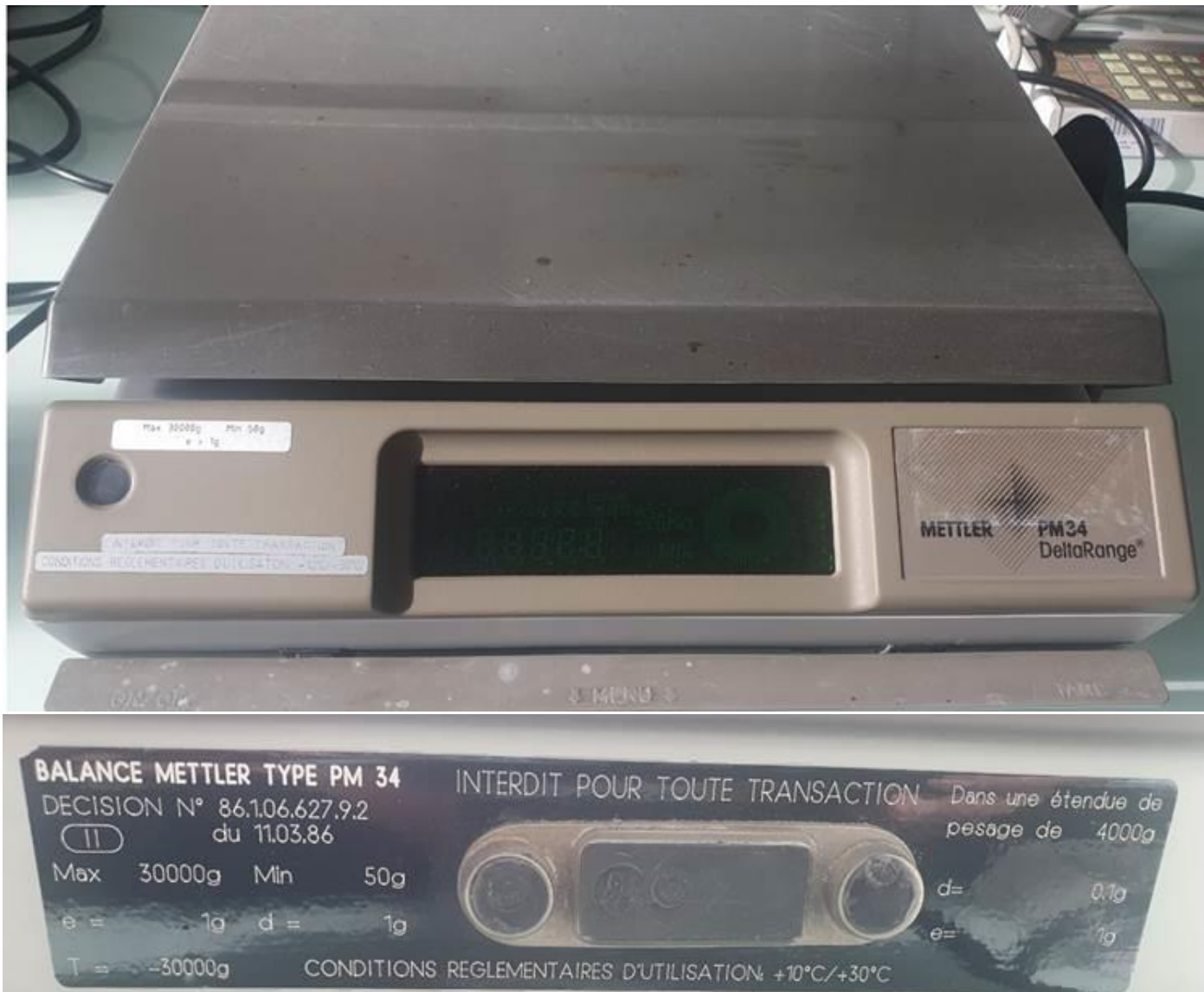
Dans notre étude, nous avons montré par 2 outils d'analyse des émissions carbone que la modification de prescriptions d'antibiotiques intraveineux en administration continue quand la molécule le permettait, diminuait l'impact carbone mais également l'impact environnemental et économique.

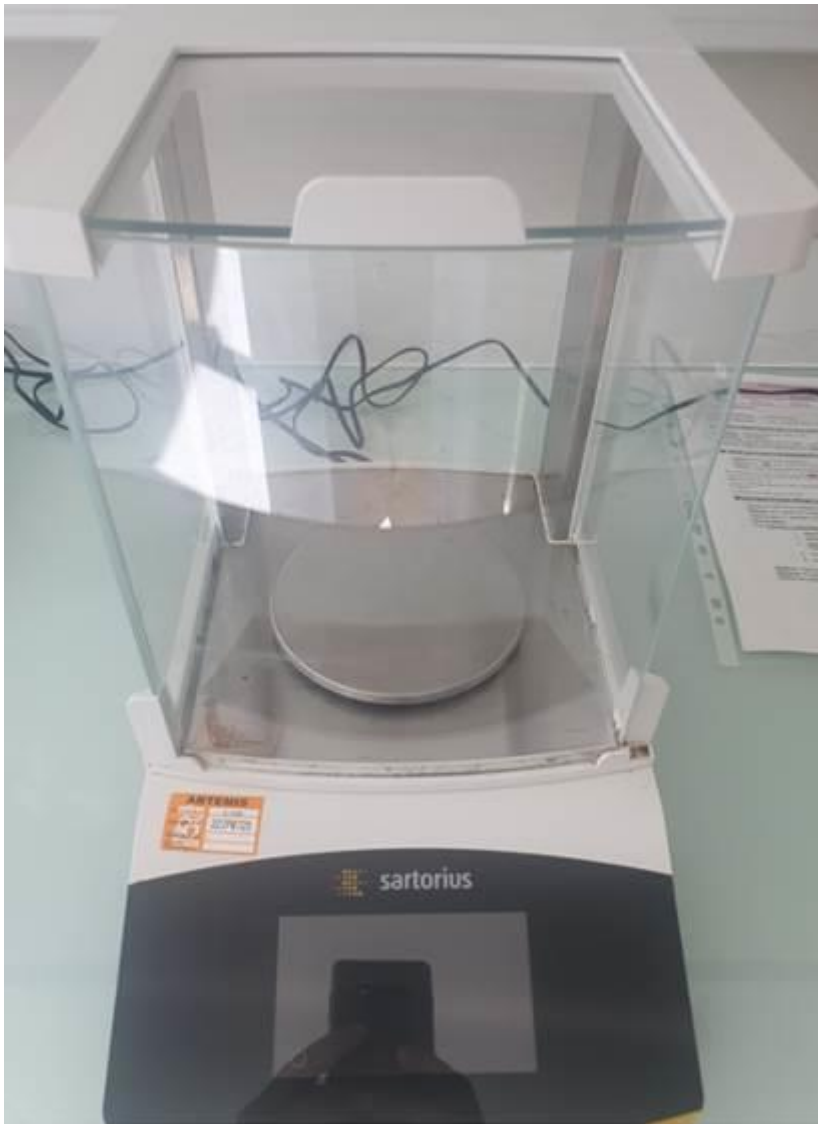
Cette amélioration de l'efficacité environnementale est particulièrement marquée pour les prises en charge en HAD, en lien avec les modes de transport carbonés actuels.

Une réflexion doit néanmoins se faire au cas par cas afin de ne pas négliger les effets indésirables possible selon la fragilité du patient et le risque fonctionnel induit par les difficultés de mobilisation dû à l'administration continue.

VI. Annexes :

Annexe 1 : photographies et références des balances utilisées pour les pesées des DM








Annexe 2 : notice des pompes VOLUMAT MC AGILIA

Alimentations électriques

Utiliser le cordon d'alimentation secteur livré avec Volumat MC Agilia.

 Alimentation secteur	Alimentation :	100V - 240 V ~ / 50-60 Hz avec terre fonctionnelle.
	Consommation maximum :	15 VA
	Fusibles de protection :	2 x 1AT accessibles dans le compartiment de la batterie.
 Alimentation externe	9 volts continus  / Puissance > 15 watts. Via un accessoire spécifique Fresenius Kabi connecté au connecteur 8 points.	



Batterie

Débrancher la batterie avant toute ouverture de l'appareil. Eviter les courts-circuits et échauffement excessifs. Dans le cas d'un stockage prolongé sans mise en route, tous les paramètres de l'appareil sont sauvegardés indéfiniment, sauf la date qui est perdue au bout de 3 mois. Quand la pompe sera mise en route, sa remise à jour sera proposée.

Caractéristiques	7,2 V 2,2 Ah - Batterie Li-Ion.
Poids	100 g environ.
Autonomie	8 h mini au débit intermédiaire de 25 ml/h, et à tous les débits inférieurs à 125 ml/h et plus en mode nuit.
Recharge batterie	Appareil éteint : < 6 h. Appareil en marche : < 20 h.

Port de communication

Le connecteur situé à l'arrière de l'appareil permet d'assurer différentes fonctions complémentaires en utilisant des câbles de communication, d'alimentation ou d'appel infirmière.

 Appel Infirmière	Sortie commande relais appel infirmière.
Liaison Série	Sortie TTL.
 Alimentation	Entrée 9 VCC / 15 W.

VII. Bibliographie

1. Lesimple H. Décarboner la santé pour soigner durablement : édition 2023 du rapport du Shift Project [Internet]. The Shift Project. 2023 [consulté le 23 mai 2024]. Disponible sur : <https://theshiftproject.org/article/decarboner-sante-rapport-2023/>
2. Planification écologique du système de santé. [consulté le 23 mai 2024]. Disponible sur : <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/planification-ecologique-du-systeme-de-sante-feuille-de-route-mai-2023.pdf>
3. Shiu JR, Wang E, Tejani AM, *and al.* Continuous versus intermittent infusions of antibiotics for the treatment of severe acute infections. Cochrane Injuries Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 28 mars 2013 [cité 31 mai 2024];2013(6).
4. Longuet P, Lecapitaine AL, Cassard B, *and al.* Preparing and administering injectable antibiotics: How to avoid playing God. Médecine Mal Infect. juill 2016;46(5):242-68.
5. Diamantis S, Longuet P, Lesprit P, *and al.* Terms of use of outpatient parenteral antibiotic therapy. Infect Dis Now. févr 2021;51(1):14-38.
6. Creditor MC. Hazards of Hospitalization of the Elderly. Ann Intern Med. 1 févr 1993;118(3):219.
7. Méan M, Büla C, Waeber G. Alitement en milieu hospitalier la mobilisation peut-elle préserver la personne âgée hospitalisée du déclin fonctionnel ? : Rev Médicale Suisse. 2017;13(547):279-81.
8. Lafuente Cabrero E, Terradas Robledo R, *and al.* Risk factors of catheter- associated bloodstream infection: Systematic review and meta-analysis. Murt A, éditeur. PLOS ONE. 23 mars 2023;18(3):e0282290.

VIII. Résumé :

Impact environnemental de deux modalités de perfusion d'antibiotiques : analyse de cycle de vie de la perfusion continue versus intermittente.

Introduction :

L'antibiothérapie intra-veineuse est fréquemment utilisée au cours des infections bactériennes les plus sévères. Deux méthodes de perfusion sont possibles : continue et intermittente, les données de la littérature ne permettent pas de garantir si une méthode est supérieure en termes de morbidité et de mortalité par comparaison à l'autre méthode.

Cette étude a pour objectif principal de comparer l'impact carbone de l'une et l'autre méthode en HAD et hospitalisation conventionnelle, les objectifs secondaires seront de comparer les prix des deux méthodes, la production de déchets plastiques.

Méthodologie :

Chaque Dispositif Médical (DM) utilisé au Centre Hospitalier du Mans pour les différents antibiotiques testés a été relevé et consigné en fonction de la méthode de perfusion continue versus intermittente. Les poids des Dispositifs Médicaux (DM) jetés après utilisation ont été systématiquement pesés. Ont également été relevés les données nécessaires pour les mesures d'impact carbone. En respectant les normes ISO 14040, une évaluation de l'impact carbone de chaque méthode de perfusion pour chaque antibiothérapie a été réalisée par 2 méthodes : L'une des méthodes est basée sur les outils de la société Ecovamed® et se base sur une approche EEIO (Environmentaly Extended Input Output) à partir de facteurs d'émission économiques modulés. L'autre se base sur l'outil de calcul d'ACV simplifié Carebone® de l'AP-HP. Nous avons analysé 2 échantillons de 30 patients sur 2 HAD distinctes (HAD de CAEN et HAD de LISIEUX) afin de calculer le trajet moyen des soignants de l'HAD pour la réalisation d'un soin.

Résultats :

Ces 2 méthodes ont retrouvé des résultats cohérents et similaires. Les émissions carbonées étaient de 3.09 (Carebone®) à 3.33 (Ecovamed®) fois supérieures pour les administrations discontinues.

La stratégie intermittente était plus de 2 fois plus onéreuse. En moyenne, la stratégie continue permet d'épargner 178.85g/j de déchets soit 3 fois moins que la stratégie discontinue.

Conclusion :

Modifier nos protocoles d'administration d'antibiotiques intraveineux du discontinu vers une administration continue permet de réduire l'impact environnemental et économique. Nous relevons cependant la contrainte liée à l'administration continue et le risque fonctionnel induit par cette perte de mobilité qui peut être préjudiciable pour un profil de patient fragile ou gériatrique.

Mots clés : perfusion continue, impact carbone, écosoin