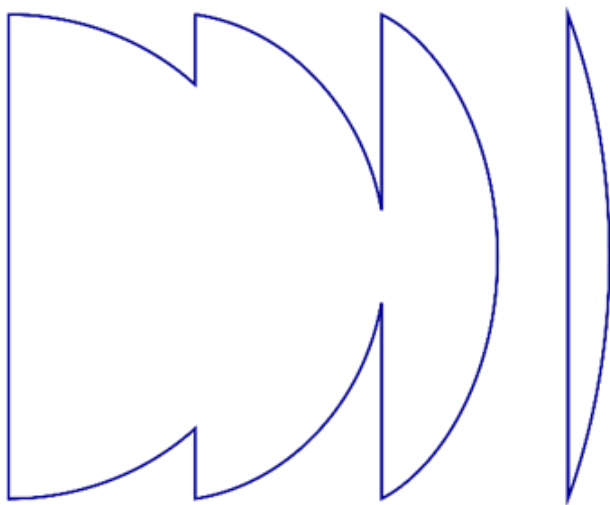


# LES FACTEURS D'ÉMISSIONS MONÉTAIRES DES MÉDICAMENTS

**NOTE TECHNIQUE –**  
PANORAMA DE L'EXISTANT,  
COMPARAISONS ET QUESTIONNEMENTS

VERSION INTERMEDIAIRE – AVRIL 2023





*Nota bene : Les interprétations, positions et recommandations figurant dans ce rapport ne peuvent être attribuées ni aux contributeurs, ni aux relecteurs cités ci-dessus. Le contenu de ce rapport n'engage que le Shift Project.*

Crédit photo : Photo de [Myriam Zilles](#) et de [Roberto Sorin](#) sur [Unsplash](#)



# Avant-propos

Au cours de l'année 2021, *The Shift Project* publiait un ensemble de travaux sur différents secteurs afin d'expliciter ce que les différents acteurs de l'économie française pouvaient mettre en place pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre en conformité avec l'Accord de Paris, et diminuer leur vulnérabilité à des chocs énergétiques. Ces travaux font partie du Plan de Transformation de l'Économie Française qui propose un ensemble de solutions pour décarboner l'économie française et la rendre plus résiliente, avec une attention particulière à la transformation de l'emploi.

Dans ce cadre, nous avons publié en novembre 2021 le rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement ». Ce rapport présentait les résultats de plus d'un an et demi de recherches sur les émissions de gaz à effet de serre du système de santé français, et sur la route à suivre pour le décarboner.

Dans ce rapport de 2021, les émissions du secteur étaient estimées à 46 MtCO<sub>2</sub>e (révisé en avril 2023 à 49 MtCO<sub>2</sub>e). Ces émissions étaient alors dominées à 85 % (révisé en 2023 à 87%) par les émissions du scope 3 et notamment pour moitié par les achats de médicaments et de dispositifs médicaux.

Publiée fin 2021, la première version de notre rapport a suscité un très vif intérêt des professionnels du secteur de la santé. Pourtant, bien que le rapport présentait une première analyse macroscopique de l'impact carbone du secteur, le bilan carbone devait être précisé davantage.

Aussi, les travaux de recherche du groupe de travail santé du *Shift Project* se sont depuis principalement concentrés sur deux objectifs :

- La publication d'une mise à jour du bilan carbone ;
- La publication d'une note technique sur les facteurs d'émissions des médicaments.

Le premier objectif visait à affiner nos hypothèses, à mettre à jour les données, à changer de méthodologie de calcul lorsque cela est nécessaire, à ajouter certains postes d'émissions, d'élargir le périmètre et d'estimer les incertitudes liées à nos calculs. Ces travaux ont donné lieu à la publication d'une mise à jour du rapport « *Décarboner la santé pour soigner durablement* », du rapport technique et de l'outil de calcul, désormais disponibles en "v2" datant d'avril 2023.

Le second objectif vise à éclairer les débats sur les données disponibles, de comparer les méthodologies existantes et de proposer une comparaison des différents facteurs d'émissions monétaires des médicaments disponibles. Ces travaux ont donné lieu à la publication de la présente note technique, actuellement en version intermédiaire.

Si cette note se concentre sur des facteurs d'émissions moyens construits à partir de données monétaires, il est important de préciser qu'elle ne change pas les conclusions du rapport « *Décarboner la santé pour soigner durablement* ». Pour éclairer le secteur de la santé et en particulier celui des industries de santé sur ses émissions de gaz à effet de serre et son potentiel de décarbonation, il est nécessaire de réaliser des bilans carbone directement à l'échelle des produits. Sans ces données, il ne sera pas possible de distinguer deux médicaments ou dispositifs médicaux équivalents, mais à l'impact carbone différent.

Il s'agit à ce stade d'une version intermédiaire : en effet, beaucoup des interrogations dont nous faisons état dans cette note nécessitent encore des approfondissements, des relectures et des critiques. De plus, nous comptons intégrer dans une version ultérieure une analyse des facteurs d'émissions des dispositifs médicaux. Ces derniers sont à ce jour construits de la même manière que ceux des médicaments, posent des questions

méthodologiques très similaires et auraient donc tout à fait leur place au côté des médicaments dans cette note.

Pour cette raison, nous serions ravis de recevoir vos retours sur les méthodologies décrites dans cette note, et éventuellement d'obtenir des sources que nous aurions pu laisser de côté à ce stade.

Dans cette logique, nous vous prions d'envoyer vos remarques, critiques et propositions à l'adresse [sante@theshiftproject.org](mailto:sante@theshiftproject.org) ou de nous en faire part directement dans ce [Google Docs dédié](#). Bien entendu, vous n'avez pas besoin de lire l'ensemble de ce long document pour nous aider à l'améliorer : toutes les contributions sont les bienvenues, nous avons besoin de vous !

# Glossaire

ABC : Association pour la transition Bas Carbone, ancienne Association Bilan Carbone

ACV : Analyse de Cycle de Vie

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

DM : Dispositifs Médicaux

FE : Facteur d'Émissions

GES : Gaz à Effet de Serre

kgCO<sub>2e</sub> : Kilogramme de CO<sub>2</sub> équivalent

k€ : Millier d'euros

MtCO<sub>2e</sub> : Million de Tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent

M€ : Million d'euros

NHS : National Health Service

PPA : Parité de Pouvoir d'Achat

TES : Tableau Entrées-Sorties

UK : United Kingdom (Royaume-Unis)

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>3</b>
<b>I. Introduction</b>	<b>7</b>
<b>II. Les données utilisées dans l'édition 2021 du rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement »</b>	<b>9</b>
A. Un rapport sur le secteur de la santé et non sur l'industrie pharmaceutique	9
B. La méthodologie et les données du poste d'émissions « achats de médicaments »	9
<b>III. Point méthodologique : la construction des facteurs d'émissions monétaires et leur utilisation</b>	<b>12</b>
A. Différentes méthodes de calcul pour construire des facteurs d'émissions monétaires des médicaments	12
B. Comment interpréter des facteurs d'émissions monétaires de médicaments ?	20
C. Comment comparer les différents facteurs d'émissions entre eux ?	25
<b>IV. État des lieux des facteurs d'émissions monétaires disponibles</b>	<b>27</b>
A. Sources	27
B. Synthèse des facteurs d'émissions monétaires analysés dans cette note	29
C. Analyse, enseignements, questionnements	38
<b>V. Conclusion</b>	<b>41</b>
<b>Annexes</b>	<b>43</b>
A. Les facteurs d'émission exprimés à partir de Tableaux entrées-sorties	43
B. Les facteurs d'émission exprimés à partir de bilans carbone des entreprises pharmaceutiques	63
C. Les facteurs d'émission exprimés à partir d'une décomposition par médicaments	66
<b>Équipe du projet</b>	<b>68</b>

# I. Introduction

## Pourquoi une note sur les facteurs d'émissions des médicaments ?

Que ce soit dans la version du rapport publié en novembre 2021 ou dans sa mise à jour publiée en avril 2023, le poste « Achat de médicaments » occupe la première place en termes d'émissions de gaz à effet de serre (Figure 2).

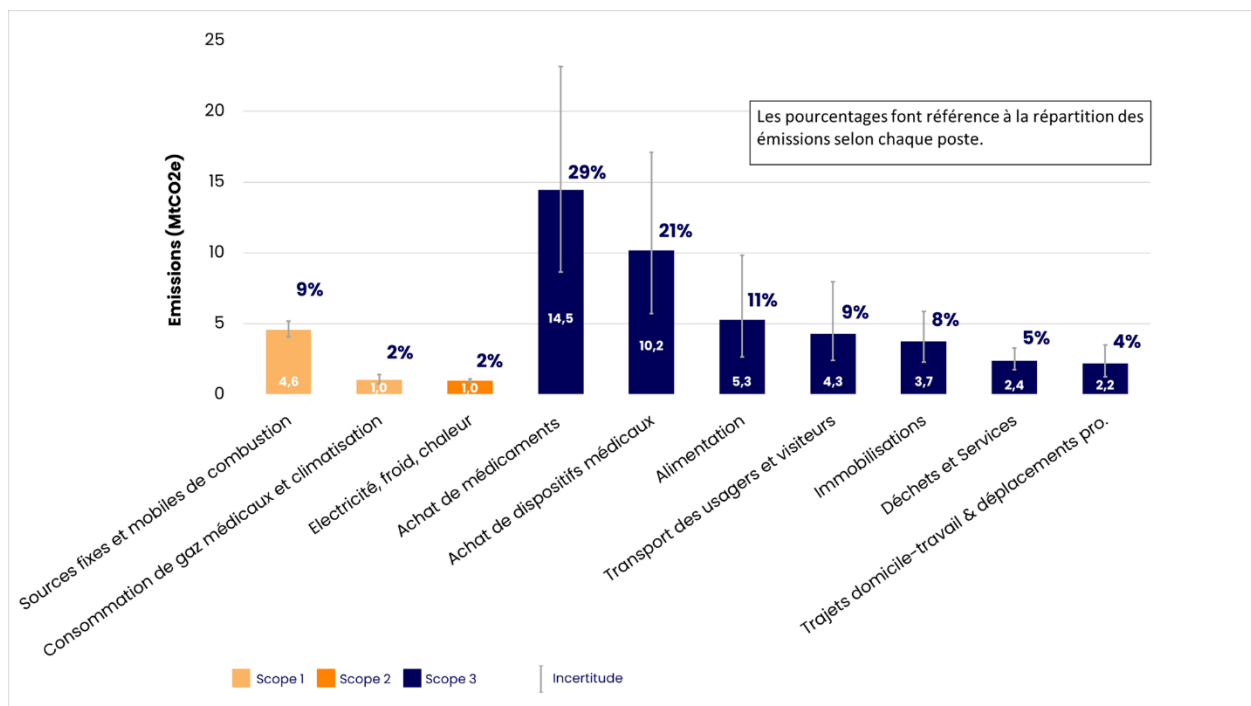


Figure 1 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé  
Source : calculs The Shift Project 2023

En théorie, les 14,5 MtCO<sub>2e</sub> de ce poste comprennent l'ensemble des émissions de GES qui sont émises, de l'extraction de la matière première nécessaire aux principes actifs, aux excipients, aux solvants ou aux emballages, à la sortie d'usine des produits prêts à être vendus en pharmacie de ville ou d'hôpital. Ces émissions comprennent donc celles liées à l'utilisation d'énergie des processus industriels (énergie de chauffage, électricité...), ou encore celles liées aux processus non énergétiques des processus.

Ce chiffre comprend en somme toutes<sup>1</sup> les émissions de toute la chaîne de production de la "mine ou la forêt" jusqu'à la "sortie d'usine" pour vente à un consommateur final (il exclut ainsi les émissions ultérieures liées au transport, au stockage et à la vente du produit ainsi que les émissions éventuelles post-achat, liées à l'utilisation du produit - de ce fait il exclut par exemple les émissions de l'utilisation des inhalateurs, ce type d'émissions ayant été comptabilisé par ailleurs dans notre bilan).

Pour estimer ces émissions, la méthode suivie repose sur les mêmes méthodologies utilisées, à l'international, pour chiffrer non seulement les émissions des médicaments ou des dispositifs médicaux (DM), mais aussi souvent pour les émissions du système de santé dans son ensemble<sup>2</sup>. Ces méthodologies consistent à : prendre le montant de dépenses totales en médicaments du système de santé, le multiplier par un facteur d'émission (FE) monétaire, et

<sup>1</sup> Pas tout à fait « toutes » en réalité, seulement celles qui sont liées à une transaction financière, comme on va le voir un peu plus loin dans la note.

<sup>2</sup> Voir les études citées en partie IV d'empreintes nationales de systèmes de santé, concernant l'Angleterre, les États-Unis, la Chine, le Japon, le Canada, l'Australie, l'Autriche, les Pays-Bas.

ainsi obtenir les émissions totales des médicaments (la méthodologie est la même pour les DM, et ce même type de calcul peut être effectué aussi pour d'autres postes d'émissions, avec le montant de dépenses et le FE approprié).

Ce genre de FE monétaire s'exprime en  $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{k€}$  (ou k\$, k£, etc.). Il permet d'indiquer la quantité de  $\text{CO}_2\text{e}$  équivalent émise pour produire les médicaments par euro de produit acheté. Pour faire simple, ces FE sont obtenus via un outil économique appelé « **tableaux entrées-sorties** » (TES) auquel est ajouté une "couche" environnementale pour traduire des flux économiques en flux physiques, notamment en émissions de gaz à effet de serre. Nous expliquons plus en détails la méthode des tableaux entrées-sorties à la partie III.A.

Il se trouve que les données sur les flux monétaires des médicaments (par exemple chiffres d'affaires ou comptes nationaux annuels) sont plus facilement accessibles que les données sur leurs flux physiques (par exemple les tonnes de médicaments consommés par type de médicaments ou encore les émissions de GES par médicament). C'est pourquoi cette méthode permet d'obtenir rapidement un ordre de grandeur de leurs émissions. Elle est donc idéale si l'objectif est d'avoir une vision agrégée des émissions du secteur de la santé liées aux achats de médicaments.

Pourtant, elle présente plusieurs limites, dont voici à notre sens les deux principales :

- Elle ne permet pas d'avoir une vision désagrégée des émissions de GES liées à la production des médicaments. En effet, avec une telle méthode, il n'est pas possible de comprendre d'où proviennent ces émissions. Quelle part provient de la consommation d'électricité ? du transport ? du packaging ? de l'utilisation de solvants ? etc. Il n'est pas non plus possible de distinguer les médicaments entre eux pour en identifier les plus émetteurs. En conséquence, cette méthode ne permet pas d'identifier précisément les leviers à activer pour réduire la contribution de la production des médicaments au changement climatique. Elle répond donc à la question "combien en moyenne ?" mais pas à "comment faire pour décarboner quoi, physiquement ?".
- Elle repose principalement sur l'utilisation de facteurs d'émissions monétaires qui peuvent présenter de grandes incertitudes. L'ADEME estime par exemple ces incertitudes à 80%.

Sur cette deuxième limite, le rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement » a suscité quelques débats tout à fait légitimes. En effet, l'importance du volume d'achats de médicaments en France et l'importance du FE monétaire des médicaments rendent sensibles les résultats du bilan carbone du système de santé français à des variations dans les données utilisées. Aussi, une modification du FE utilisé pour le poste des médicaments pourrait entraîner une modification non négligeable des émissions de GES du secteur de la santé.

L'objectif de cette note est donc d'apporter notre éclairage sur ces débats afin d'expliquer et de rendre plus transparentes les données utilisées pour les médicaments dans le rapport « Décarbonons la santé pour soigner durablement ». Le débat est par ailleurs identique pour les dispositifs médicaux, bien qu'ayant suscité beaucoup moins de retours que pour les médicaments.

Aussi, la note se divise en trois parties. La première explicite les données qui ont été utilisées dans le rapport de novembre 2021. La deuxième donne des éléments méthodologiques utiles à la compréhension de la partie suivante. La troisième donne les résultats de nos recherches et met en perspective les travaux existants à l'échelle française et internationale sur les FE monétaires disponibles.



## II. Les données utilisées dans l'édition 2021 du rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement »

### A. Un rapport sur le secteur de la santé et non sur l'industrie pharmaceutique

L'objectif du rapport de novembre 2021 était de proposer une estimation de l'empreinte carbone du secteur de la santé français dans son ensemble. Pour cela, nous avons étudié différents postes d'émissions (transports, alimentation, déchets, construction de bâtiments, chauffage, etc.). Pour chacun de ces postes, nous avons récolté les données les plus désagrégées et précises à notre disposition pour en déduire les émissions de GES associées. D'un point de vue méthodologique, nous nous sommes fortement inspirés de la démarche Bilan Carbone développée par l'ADEME et actualisée par l'Association Bilan Carbone (l'ABC, devenue Association pour une transition Bas Carbone récemment).

Cette méthodologie invite à réaliser un premier bilan carbone permettant de mettre en évidence les principaux postes d'émissions, puis, par la suite, à mettre à jour ce bilan en affinant les postes significatifs. C'est pour cette raison que :

- Le rapport de 2021 n'avait pas pour vocation de se concentrer spécifiquement sur l'industrie pharmaceutique. Dans notre analyse du secteur de la santé, nous l'avons traité comme un fournisseur du secteur, et ceci faute de données publiques suffisamment désagrégées ;
- Nous avons travaillé depuis sur une mise à jour du bilan carbone de la santé et sur la présente note technique sur les facteurs d'émissions monétaires des médicaments que nous publions en avril 2023 ;
- Nous souhaitons concentrer une partie de nos futurs efforts de recherche sur les industries de santé (médicaments, mais aussi dispositifs médicaux).

### B. La méthodologie et les données du poste d'émissions « achats de médicaments »

Comme expliqué dans la partie III, la **méthodologie** suivie pour le poste « achats de médicaments » est simple : nous avons multiplié les achats de médicaments de la France (en euros) par un FE monétaire issu de tableaux entrées-sorties auquel est ajouté une "couche" environnementale.

#### 1. Les données monétaires

Le montant des achats de médicaments par la France provient de données de 2018 de la Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES)<sup>3</sup>.

Il est estimé à 28,9 milliards d'euros (21,3 Md€ pour l'officine et 7,6 Md€ pour l'hôpital) et correspond plus précisément au chiffre d'affaires du marché pharmaceutique (valorisé au prix fabricant hors taxes).

<sup>3</sup> "Les dépenses de santé en 2018", 2018, page 48, <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2020-07/cns2019.pdf>

Il est important de prendre le chiffre d'affaires hors taxe, car le FE qui est ensuite utilisé est exprimé en prix de base (hors marges et hors taxe) et non en prix d'acquisition. Le lecteur le découvrira, les questions de calcul des prix sont clés.

## 2. Le FE monétaire

Lors de la réalisation des calculs du bilan carbone du système de santé français courant 2021, deux options ont été considérées pour les facteurs d'émissions des médicaments :

- La Base Carbone (aujourd'hui devenue Base Empreinte) de l'ADEME proposait un FE monétaire obtenu à partir de tableaux entrées-sorties de **500 kgCO<sub>2e</sub>/k€**<sup>4</sup>.
- Le guide sectoriel « Établissements sanitaires et médico-sociaux » de l'ADEME, spécifiquement conçu pour le secteur de la santé, donnait un FE de **54,03 kgCO<sub>2e</sub>/k€** pour les médicaments dans son édition 2020<sup>5</sup>.

Ce guide a été privilégié, car il était spécifiquement conçu pour le secteur de la santé. Cependant, la différence d'ordre de grandeur entre ces deux sources a laissé penser – autant à nous-mêmes *The Shift Project* qu'à l'*Association Bilan Carbone* (ABC, aujourd'hui renommée *Association pour la transition Bas Carbone*) qui avait coordonné la mise à jour du guide – qu'il s'agissait d'une erreur de virgule.

- Cette supposée « erreur de virgule », et donc cet ordre de grandeur de plusieurs centaines de kgCO<sub>2e</sub> par k€ de médicaments, a été confortée par un calcul d'ordre de grandeur, réalisé à partir de neuf bilans carbone publiés par l'industrie pharmaceutique.
  - En prenant leurs émissions scopes 1, 2 et 3 et en les divisant par leur chiffre d'affaires, nous avons obtenu des FE d'environ 300 kgCO<sub>2e</sub>/k€ (avec certains autour de 600 kgCO<sub>2e</sub>/k€)<sup>6</sup>.
  - N'ayant pas accès aux calculs ayant donné les résultats de ces neuf bilans carbone, nous ne pouvions pas nous assurer qu'ils étaient bien complets (prenaient-ils bien en compte tous les postes d'émissions ?), mais cela nous a confortés dans un ordre de grandeur de plusieurs centaines de kgCO<sub>2e</sub>/k€.
- Nous avons donc utilisé le chiffre de 540,3 kgCO<sub>2e</sub>/k€ pour notre première version du rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement ».

Néanmoins, après une analyse poussée de la méthodologie conjointement avec l'ABC, il nous est apparu que le chiffre de 54,03 kgCO<sub>2e</sub>/k€ provenait en réalité d'une étude ne concernant que les émissions scopes 1 et 2 de bilans carbone d'industries pharmaceutiques<sup>7</sup>, ce qui expliquait la différence initiale d'ordre de grandeur - une très large partie des émissions ayant lieu en amont des industries qui sont "en bout de chaîne de production".

Nous utilisons donc maintenant le facteur d'émissions calculé par la Base Empreinte, c'est-à-dire 500 kgCO<sub>2e</sub>/k€. Ce chiffre **ne modifiant pas l'ordre de grandeur de nos résultats, et donc laissant intacts nos conclusions**, nous n'avons pas communiqué immédiatement sur ce changement, afin d'avoir le temps de produire la note présente qui amène des explications plus complètes sur les facteurs d'émissions existants et sur les méthodologies associées.

Pour donner du relief au chiffre choisi et pour vérifier sa pertinence, la présente note fait un état des lieux plus complet des FE monétaires existants et de leur utilisation. Comme on le

<sup>4</sup> « Service/Produits pharmaceutiques », Base Empreinte, <https://base-empreinte.ademe.fr/>

<sup>5</sup> [Réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre : guide sectoriel établissements sanitaires et médico-sociaux](#), ADEME. Le FE des médicaments est indiqué p. 56. Le guide a été mis à jour depuis notre utilisation, et indique désormais 500 kgCO<sub>2e</sub> en s'étant aligné sur la Base Carbone. Cette mise à jour a été effectuée à partir de l'ancienne version de 2019, d'où la date indiquée sur la couverture antérieure à 2020.

<sup>6</sup> Cette méthode a été suivie pour valider l'ordre de grandeur, mais, nous le verrons dans la suite de la note, elle n'est pas vraiment adaptée à la création de FE monétaires.

<sup>7</sup> Lotfi Belkhir et al. Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players, *Journal of Cleaner Production*, Volume 214, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.204>.

verra, les ordres de grandeur demeurent de l'ordre de plusieurs centaines de kgCO<sub>2e</sub> par k€ la plupart du temps.

### Encadré 1 : Quelques ordres de grandeur pour comparaison

Le FE monétaire des « produits pharmaceutiques » donné par l'ADEME est estimé à 500 kgCO<sub>2e</sub>/k€ HT.

Essayons de mieux comprendre le côté "matériel" caché derrière ce chiffre. On peut pour cela calculer une équivalence en quantité de pétrole : d'après ce chiffre, acheter 10 € HT de médicaments induit d'avoir émis 5 kgCO<sub>2e</sub> ; quelle quantité de pétrole cela revient-il à brûler ?

La combustion d'un litre de diesel émet 2,66 kgCO<sub>2e</sub><sup>8</sup>. Ainsi, en termes d'émissions, acheter 10 € HT de médicaments revient donc à brûler près de 2 L de diesel.

Nous avons utilisé ici le prix HT des médicaments, celui que nous utilisons dans nos calculs d'empreinte du système de santé, qui serait alors à ramener en TTC pour pouvoir comparer avec un achat en pharmacie.

Attention, il ne faut pas en déduire que tout achat de 10 € HT de médicaments entraîne l'équivalent de la combustion de 2 L de pétrole : il s'agit ici d'une moyenne, sur l'ensemble des médicaments. On peut dire qu'en moyenne acheter 10 € HT de médicaments émet l'équivalent de 2 L de pétrole brûlé. Mais il serait faux de particulariser à un médicament donné, par exemple à 10 € HT d'aspirine. Pour mieux comprendre ce que signifie cette moyenne et pourquoi elle ne peut pas être utilisée pour des cas particuliers de médicaments, se référer à la partie III/A-1 qui explique la construction des FE monétaires.

Le volume de médicaments vendus en France étant important (presque 30 Md€ HT), ce poste occupe logiquement une place centrale dans l'empreinte carbone du secteur de la santé. Si, à nouveau, on ramène cela à une quantité de diesel, les émissions du poste des médicaments étant d'environ 14,5 MtCO<sub>2e</sub>, on aura une équivalence de presque 7 Mt de diesel brûlé, soit près de 20 % de la consommation nationale de diesel<sup>9</sup>.

## III. Point méthodologique : la construction des facteurs d'émissions monétaires et leur utilisation

Rappelons-le, les FE monétaires permettent d'estimer l'empreinte carbone d'un produit / service, à partir de son prix. Exprimés en kgCO<sub>2e</sub>/€, en kgCO<sub>2e</sub>/\$ ou encore en kgCO<sub>2e</sub>/£, ils représentent des taux **moyens** d'émissions par quantité d'argent dépensée.

On peut estimer les émissions carbone associées aux achats de tous les médicaments à l'échelle nationale à l'aide d'un tel facteur. Le ratio monétaire utilisé représente alors

<sup>8</sup> Base Empreinte : partie « combustion » du facteur d'émissions du « gazole routier » sans mélange avec des biocarburants (voir les FE pour les régions d'outre-mer).

<sup>9</sup> On considère une consommation nationale de diesel de 33,6 Mt (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2119673>). La combustion du diesel émet d'après la Base Empreinte 2,66 kgCO<sub>2e</sub>/L, soit ramené au kg 2,15 kgCO<sub>2e</sub>/kg de diesel. Donc émettre 14,5 MtCO<sub>2e</sub> revient à brûler 6,7 Mt de diesel, c'est-à-dire l'équivalent de 20 % de la consommation nationale de diesel.

l’empreinte carbone totale des médicaments, divisé par la somme des prix de ces médicaments. Un tel facteur monétaire peut également être interprété comme la moyenne des ratios monétaires de chaque médicament, pondérée par le poids de chaque médicament dans les achats nationaux.

Cette moyenne n’est alors pas adaptée au calcul de l’empreinte carbone d’un médicament en particulier, car les ratios monétaires peuvent varier grandement entre les différents médicaments. Si l’on considère par exemple un FE construit à partir de seulement deux médicaments (disons le paracétamol et l’insuline), alors le chiffre obtenu ne prendra en compte que la moyenne des achats groupés de ces deux médicaments, alors que le FE associé à l’un de ces deux médicaments pourrait être bien plus élevé (ou bien plus bas) que le FE calculé.

Dans cette partie, nous expliquons : les différentes méthodologies de calcul de FE monétaires pour les médicaments, puis les éléments méthodologiques pour les analyser et enfin la méthode que nous avons suivie pour comparer les différents FE entre eux.

## **A. Différentes méthodes de calcul pour construire des facteurs d’émissions monétaires des médicaments**

S’il existe différents FE monétaires disponibles concernant les achats de médicaments, il est important de comprendre que les méthodes pour les obtenir sont nombreuses. Ces FE peuvent provenir de tableaux entrées-sorties à extensions environnementales, de bilans carbone d’industries pharmaceutiques ou encore d’analyses de cycle de vie de médicaments.

### **1. Méthodologie des tableaux entrées-sorties**

La méthodologie des **tableaux entrées-sorties (TES) à extensions environnementales**<sup>10</sup> permet de répondre à la question suivante : **quand un consommateur final achète un euro d’un produit ou service provenant de tel ou tel secteur de l’économie, combien cela a-t-il occasionné d’émissions sur toute la chaîne de production de ce produit ou service ?**

Nous allons tâcher dans cette partie de vulgariser cette méthode, qui permet de produire des FE monétaires tel ceux que nous avons utilisés pour les médicaments et les dispositifs médicaux. Les explications sont fortement inspirées de l’article « An Introduction to Environmentally-Extended Input-Output Analysis »<sup>11</sup>.

Prenons un exemple simple : le cas d’un restaurant italien.

Une première approche, lorsqu’on achète un plat de pâtes (décarbonara cela va sans dire) et que l’on veut savoir les émissions de GES que cet achat a occasionnées, est de s’intéresser aux émissions du restaurant lui-même : il a fallu cuisiner les pâtes, donc cela a entraîné des émissions de cuisson, il faut que le restaurant lui-même soit chauffé si on est en hiver, qu’il soit éclairé...

Néanmoins, **si on se limite à cette approche, on omet toutes les émissions qui ont eu lieu « en amont »** : pour que les pâtes arrivent dans notre assiette, il a fallu par exemple que du blé soit produit par le secteur agricole ; il a fallu que ce blé soit transformé en farine par le secteur agroalimentaire, puis en pâtes elles-mêmes ; il a fallu que du carton soit produit pour l’emballage des pâtes, etc. Si l’on veut accéder aux émissions émises tout le long de la chaîne

<sup>10</sup> En anglais : environmentally-extended input-output analysis, EEIO ; et nous abrègerons en utilisant seulement l’abréviation « TES », ce qui sera un abus de langage car cela omet la partie « à extensions environnementales ».

<sup>11</sup> <https://www.mdpi.com/2079-9276/2/4/489>

de production de notre plat de pâtes et non seulement à celles émises pour sa préparation dans le restaurant, on ne peut donc pas se contenter de la première approche mentionnée.

Calculer les émissions le long de toute la chaîne de production de notre plat de pâtes est une approche de type « analyse de cycle de vie » (ACV). Cependant, si cette approche peut fonctionner à l'échelle d'un produit unique, elle est beaucoup plus compliquée, voire impossible, à mettre en œuvre à l'échelle d'un secteur économique. Dans notre cas, pour obtenir l'impact total des achats de médicaments en France, il faudrait réaliser des ACV pour des milliers de référence...

C'est ici qu'intervient l'approche par TES. **Elle permet d'adopter cette approche empreinte pour des flux très "macro", à l'échelle de secteurs entiers** : c'est à la fois une force, et on le verra également une limite.

Les TES sont, à l'origine, un outil purement économique. **Ils servent à comprendre la structure d'une économie en permettant de visualiser les flux financiers entre les différents secteurs.**

L'économie est pour cela découpée en un certain nombre de secteurs (souvent de l'ordre d'une à quelques centaines). Puis, un tableau est construit dont les colonnes sont étiquetées avec les secteurs, rangés l'un après l'autre dans un ordre arbitraire ; et donc les lignes sont également ces mêmes secteurs, rangés dans le même ordre que pour les colonnes.

Dans les cases de ce tableau, au croisement d'une ligne et d'une colonne, on indique ce que le secteur de la colonne en question achète au secteur de la ligne. Pour les cases de la diagonale centrale, dont la ligne et la colonne sont étiquetées du même secteur, il s'agit tout simplement de flux économiques intra-sectoriels : par exemple, dans un secteur de « Production de machines électroniques », ce serait une entreprise qui achète un produit électronique à une autre pour pouvoir produire ses propres produits électroniques. On adjoint à ce tableau carré ("carré" car il y a autant de lignes que de colonnes) quelques lignes et colonnes en plus, notamment une ou plusieurs colonnes exprimant la demande par les « **consommateurs finaux** ».

Par « consommateurs finaux », on entend la consommation des **foyers**, la consommation **gouvernementale**, et la consommation pour la production de **capital fixe<sup>12</sup> des entreprises**. Autrement dit, il s'agit des **consommations qui sont vraiment les buts finaux de la production de l'économie**. Les autres consommations ayant lieu plus en amont sont donc considérées comme des consommations intermédiaires, qui n'ont lieu que pour pouvoir satisfaire la consommation finale.

On peut prendre comme exemple plus concret une économie ultra-simplifiée qui comporte trois secteurs seulement : Agriculture, Industrie et Services. L'image ci-dessous montre un TES décrivant les flux économiques à l'œuvre dans cette économie.

---

<sup>12</sup> Capital fixe : produits destinés à être utilisés plus d'un an, les « amortissements » dans le langage de la comptabilité, par exemple des bâtiments, des machines, des logiciels...



	Agriculture	Industrie	Services	Demande finale	Production totale, total output (les sorties)
Agriculture	2	1	3	2	8
Industrie	3	4	1	1	9
Services	1	2	3	3	9
Valeur ajoutée	2	2	2		
Total input (les entrées)	8	9	9		

Figure 2 – Exemple fictif de TES

Comment lire cette matrice ?

Supposons que l'unité soit des millions d'euros. Les colonnes représentent les « inputs », les entrées, c'est-à-dire ce qui entre dans l'économie pour qu'elle fonctionne (valeur ajoutée comprise). Les lignes représentent les « outputs », les sorties, c'est-à-dire ce qui est produit par l'économie, que ce soit pour une consommation finale ou intermédiaire.

Dans le cas des consommations intermédiaires, la sortie d'un secteur est l'entrée d'un autre.

Si on prend la première ligne, par exemple, on peut lire que l'Agriculture produit pour 2 M€ qui alimentent en interne son fonctionnement, 1 M€ qui part dans l'Industrie, 3 M€ dans les Services, et enfin 2 M€ sont destinés directement à des consommateurs finaux. Ainsi, au total, l'Agriculture aura produit  $2 + 1 + 3 + 2 = 8$  M€, dont 2 seulement sont de la consommation finale, tout le reste étant de la consommation intermédiaire.

Si maintenant on lit la deuxième colonne, on peut constater que l'Industrie a acheté 1 M€ de produits à l'Agriculture, 4 M€ à elle-même en interne, 2 M€ aux Services. Or on peut voir d'après la ligne lui correspondant qu'elle a produit en tout 9 M€ de produits industriels. Donc, la valeur ajoutée créée par l'Industrie est de  $9 - (1 + 4 + 2) = 2$  M€. La somme d'une ligne doit être égale à la somme de la colonne correspondante : en sommant les différents flux d'entrées de l'industrie avec sa valeur ajoutée ( $1 + 4 + 2 + 2 = 9$  M€), on obtient la production totale.

On peut comprendre ce tableau ainsi : **pour que les consommateurs finaux aient pu acheter** 2 M€ de produits agricoles, 1 M€ de produits industriels et 3 M€ de services (la colonne « Demande finale »), **la structure de l'économie est telle** que l'Agriculture a dû produire en tout 8 M€, l'Industrie 9 M€ et les Services 9 M€, **distribués de la manière dont le TES l'indique.**

A ce stade, nous n'avons parlé qu'en flux monétaires. Il est cependant possible d'ajouter une "couche environnementale" à ces tableaux pour **convertir les flux monétaires en flux physiques**. Il s'agit du passage des TES économiques aux TES à extensions environnementales. Dans notre cas, il va s'agir de flux d'émissions de GES, mais il est tout à fait possible de procéder exactement pareil pour des flux d'énergie, d'eau, de pollution, etc.

Comment procède-t-on ? Il faut tout d'abord disposer des émissions directement émises par chacun des secteurs. Ce genre de données est régulièrement produit par les pays dans des

inventaires nationaux destinés à divers usages<sup>13</sup>, à partir d'enquêtes effectuées auprès des organisations de ces secteurs et de modélisations. Dans la suite de notre exemple simplifié du restaurant, prenons par exemple le cas du secteur de la « Restauration » : il s'agit d'inventorier toutes les émissions directes des entreprises du secteur, dues à leur utilisation de gaz pour le chauffage ou la cuisine par exemple, de fioul, d'électricité<sup>14</sup>...

Mais ces inventaires ne suffisent pas, car on ne veut pas les émissions directes mais les émissions « empreinte » (rappelons-nous l'exemple du restaurant). Cependant, grâce aux TES, on connaît la structure monétaire de l'économie. On fait alors l'approximation suivante : chaque euro de production produit dans tel secteur entraîne exactement les mêmes émissions directes qu'un autre euro produit dans le même secteur, et de même chaque euro consommé va entraîner les mêmes émissions empreinte qu'un autre euro consommé. **Les produits d'un secteur sont considérés comme complètement homogènes en termes d'émissions** (ce qui est bien entendu une déformation de la réalité).

De cette manière, on peut **répartir les émissions directes des secteurs de la même manière que se répartissent les flux monétaires de productions** ; et ainsi, toutes les émissions directes d'un secteur qui ne sont pas émises pour la production destinée aux consommateurs finaux mais pour la consommation intermédiaire d'autres secteurs sont redistribuées à ces secteurs.

Quelques exemples reprenant l'économie simplifiée de l'image :

- Les émissions directement émises par le secteur de l'Agriculture pour la production de blé qui n'est pas acheté par les consommateurs finaux mais par l'Industrie agroalimentaire, pour produire des pâtes elles-mêmes achetées par des consommateurs finaux à l'Industrie, sont attribuées non pas à l'Agriculture, mais à l'Industrie ;
- En revanche, si le blé est directement acheté à l'Agriculture par les consommateurs finaux, alors les émissions sont attribuées à l'Agriculture ;
- Imaginons enfin que le blé est une consommation intermédiaire de l'Industrie, mais pour produire un aliment destiné à l'alimentation du bétail de l'Agriculture, bétail dont la viande est ensuite vendue par l'Agriculture aux consommateurs finaux : alors, les émissions du blé sont bien réallouées à l'Agriculture, car même si le blé a été une consommation intermédiaire de l'Industrie, le produit final acheté par les consommateurs finaux est bien un produit de l'Agriculture.

## Encadré 2 : Exemple fictif du passage des émissions directes aux émissions empreintes

Cet encadré n'est à lire que si vous souhaitez comprendre plus précisément le calcul pour passer des intensités d'émissions directes aux intensités d'émissions empreintes dans les TES.

Imaginons que dans notre économie simplifiée, les émissions directes des trois secteurs soient les suivantes : 2 tCO<sub>2e</sub>/M€ dépensé dans l'Agriculture, 3 tCO<sub>2e</sub>/M€ pour l'Industrie et 1 tCO<sub>2e</sub>/M€ pour les Services. On a le vecteur suivant des intensités d'émissions directes :

$$f = (2 \ 3 \ 1)$$

<sup>13</sup> Voir par exemple les « National Inventory Report » produits pour la CCNUCC <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/national-inventory-submissions-2022>.

<sup>14</sup> Plus précisément, les émissions de l'électricité sont souvent reportées à part dans un ou des secteurs dédiés de « Production d'électricité », dont elles sont les émissions directes (elles ne sont que les émissions indirectes des secteurs qui consomment cette électricité).

Les outputs totaux (en M€) sont les suivants (cf. la dernière colonne de la Figure 2) :

$$O_t = (8 \ 9 \ 9)$$

En effectuant la multiplication des outputs totaux par les émissions directes qu'ils entraînent on obtient les émissions directes (en tCO<sub>2e</sub>) :

$$E_{directes} = f \times O_t = (16 \ 27 \ 9)$$

Dont la somme totale fait 52 tCO<sub>2e</sub>.

Cependant, ici, nous ne voulons pas les intensités d'émissions directes  $f$ , mais les intensités d'émissions empreintes, que l'on nomme  $F$ .

Le passage en émissions empreintes se fait de la manière suivante (nous nous contentons ici de donner les calculs, sans les explications mathématiques).

On construit  $A$ , la « matrice des coefficients techniques », à partir du carré central de la matrice de notre exemple, dont on divise chaque colonne par l'output total du secteur de la colonne (par exemple, pour la première colonne qui correspond aux achats de l'agriculture, on divise par son output total qui vaut 8). On obtient :

$$A = \begin{pmatrix} 2/8 & 1/9 & 3/9 \\ 3/8 & 4/9 & 1/9 \\ 1/8 & 2/9 & 3/9 \end{pmatrix}$$

On calcule alors « l'inverse de la matrice de Leontiev » qui est définie par (avec «  $I$  » la matrice identité, c'est-à-dire une diagonale de 1 et des 0 ailleurs, et «  $-1$  » désignant l'inverse d'une matrice) :

$$L = (I - A)^{-1}$$

Dans notre cas,  $L$  vaut :

$$L = \begin{pmatrix} 56/29 & 24/29 & 32/29 \\ 171/116 & 297/116 & 135/116 \\ 99/116 & 117/116 & 243/116 \end{pmatrix}$$

Il est possible de montrer que :

$$F = f \times L$$

Ici, cela donne (en tCO<sub>2e</sub>/M€)<sup>15</sup> :

$$F = (9.14 \ 10.34 \ 7.79)$$

Donc cela signifie, par exemple, que 1 M€ dépensé dans l'Agriculture émet 9.14 tCO<sub>2e</sub> sur toute la chaîne de production.

À partir de  $F$  et des outputs de consommation finale, on peut calculer les émissions en vision empreinte.

Les outputs pour la consommation finale (en M€) sont les suivants (cf. l'avant-dernière colonne de la Figure 2) :

<sup>15</sup> Les valeurs ici sont arrondies.

$$O_f = (2 \ 1 \ 3)$$

Donc les émissions empreinte valent (en tCO<sub>2e</sub>)<sup>16</sup> :

$$E_{\text{empreinte}} = F \times O_f = (18.3 \ 10.3 \ 23.4)$$

La somme totale fait bien de nouveau 52 tCO<sub>2e</sub> : il n'y a ni plus ni moins d'émissions qu'avec les émissions directes, on est juste passé d'une responsabilité « producteur » à une responsabilité « consommateur » qui redistribue les émissions entre les secteurs.

Comme expliqué dans l'encadré précédent, le passage des émissions directes en émissions empreintes s'effectue avec un calcul matriciel relativement simple, et on a besoin pour cela de la matrice du TES (la structure de l'économie) et du vecteur des émissions directes sectorielles - qui indique que pour un euro produit dans tel secteur, tant d'émissions directes sont émises dans le secteur.

Après quelques opérations, on obtient le vecteur des intensités d'émissions empreinte sectorielles. Celui-ci indique que pour un euro acheté dans tel secteur, tant d'émissions empreinte sont émises dans la chaîne de production complète : **il s'agit des FE monétaires**, qui sont l'objet de cette note.

Pour résumer tout cela, on peut dire que les TES à extensions environnementales permettent de **passer d'une attribution des émissions d'un point de vue producteur à un point de vue consommateur**. Bien entendu, si l'on somme toutes les émissions directes, on obtient le même total que si l'on somme toutes les émissions « empreinte » : il s'agit simplement d'une **allocation différente de la responsabilité des émissions**.

Les chaînes de production étant aujourd'hui éclatées sur toute la planète, et non dans un seul pays, il est souvent nécessaire de considérer plusieurs régions du monde dans les TES qu'on utilise, c'est-à-dire des **TES multirégionaux**. Mais le principe est le même : il suffit d'étiqueter les secteurs par pays, et de les répéter autant de fois qu'il y a de pays.

La méthode des TES étendus à l'environnement **permet ainsi de calculer des FE monétaires, comme celui qu'on a utilisé pour les médicaments**, en utilisant des données publiques sectorielles, économiques et physiques. **Ces FE souffrent cependant de certaines limites** inhérentes à la méthode, notamment :

- Les secteurs étant considérés homogènes (comme on l'a vu plus haut, et ceci permettant la redistribution des flux directs en flux empreinte), **on n'a aucune distinction possible entre deux produits ayant le même prix provenant d'un même secteur**. Or, ces produits peuvent avoir émis des émissions bien différentes.
  - Par exemple, dans le secteur des médicaments, imaginons que l'on achète 1000 € d'un générique donné : on obtiendra sans doute un très grand nombre d'exemplaires du produit. Maintenant, si l'on achète pour 1000 € d'un médicament récent, cher, car à la pointe et encore protégé par un brevet d'exclusivité de production, on n'obtiendra peut-être qu'un seul exemplaire de ce produit.
  - Pourtant, si on utilisait le FE monétaire pour calculer les émissions de notre achat, comme dans les deux cas on aura dépensé le même montant d'argent, le calcul donnerait le même résultat en termes d'émissions... alors qu'il est probable que, dans la réalité, la production du très grand nombre de génériques ait été plus émissive que celle de l'unique exemplaire du médicament protégé par son brevet.

<sup>16</sup> Les valeurs ici sont arrondies.

- Les FE monétaires sont donc **utiles pour estimer les émissions entraînées par des flux macroscopiques, à l'échelle de secteur, moyennés, mais ne sont pas pertinents lorsque l'on veut aller au détail du produit**, où il faudra revenir à des méthodes plus classiques de type ACV (le bilan carbone d'un produit étant la composante GES de l'ACV).
- C'est pourquoi, afin d'agir plus efficacement sur la décarbonation des médicaments, **nous recommandons une approche plus physique se basant sur des bilans carbone « au produit », d'où la nécessité de conduire un plus grand nombre d'analyses de cycle de vie.**
- Par ailleurs, les FE monétaires correspondent directement aux secteurs du découpage de l'économie. Ainsi, **il n'y a pas forcément de FE monétaire correspondant à notre besoin, si le secteur en question n'existe pas dans le découpage.**
  - Par exemple, dans le cas des dispositifs médicaux, on ne trouve parfois pas de secteurs « Production de dispositifs médicaux » dans le TES utilisé (contrairement aux médicaments où les découpages isolent souvent un ou plusieurs secteurs de type « Industries pharmaceutiques »).
  - Cela oblige donc à faire des approximations et utiliser une combinaison de FE ne correspondant pas exactement au type de produit dont on veut mesurer les émissions.
- Les émissions capturées par les TES sont seulement les émissions qui ont entraîné un flux monétaire. Ainsi, **le travail non payé et les émissions directes des consommateurs ne sont pas pris en compte.**
  - Par exemple, pour une voiture produite par un secteur de « Production automobile », les émissions d'utilisation de la voiture émises par la combustion du carburant ne sont pas prises en compte et doivent donc être comptabilisées autrement si on veut les compter. Dans le cas du FE monétaire des médicaments, sont ainsi par exemple exclues les émissions des transports domicile-travail des employés d'industries pharmaceutiques (alors que ces émissions sont bien dues à la production des médicaments).
- Enfin, la constitution de ces FE monétaires et leur qualité sont bien entendu soumises à la disponibilité, à la qualité, à la fréquence de mise à jour des données économiques et physiques utilisées pour les constituer, et ceci pour chaque région géographique.

## 2. Reconstitution à partir de bilans carbone d'industries pharmaceutiques

En utilisant les données d'émissions reportées par les entreprises et leur chiffre d'affaires déclaré, il est possible de déduire un facteur d'émissions monétaire des médicaments (en calculant le ratio des deux). Un facteur d'émissions global peut ensuite être reconstitué en moyennant ces facteurs d'émissions d'entreprises (pondérés par les chiffres d'affaires).

Cette méthode prend donc en compte la recherche et le développement, le marketing, ou encore l'administration des entreprises, car ils sont inclus en théorie dans l'ensemble des émissions du bilan carbone. Cependant, cette approche présente certains inconvénients.

Les entreprises pharmaceutiques opèrent généralement à l'échelle mondiale et ne réalisent pas tout leur chiffre d'affaires dans un seul pays. Les prix des médicaments peuvent varier considérablement d'un pays à l'autre, et l'utilisation du chiffre d'affaires déclaré des entreprises ne prend pas en compte les spécificités monétaires (parité de pouvoir d'achat pour les produits de santé, systèmes de financement, etc.) de chaque pays. Pour cette raison, **l'utilisation de cette méthode pour connaître les émissions de GES associées aux consommations de médicaments dans un pays ne semble pas optimale.**

En outre, la répartition géographique des ventes peut varier considérablement d'une entreprise à l'autre, ainsi que les types de médicaments vendus. En effet, une entreprise peut par exemple vendre principalement un produit A sur le marché Asiatique quand une autre



entreprise vend principalement un produit B sur le marché Européen. Il peut de ce fait être **inadapté d'utiliser de tels chiffres afin de comparer les entreprises entre elles** et chercher de cette manière les entreprises les plus « vertueuses », car cela revient à comparer des choses pas directement comparables.

Enfin, les données d'émissions de GES des entreprises pharmaceutiques reposent sur les déclarations de celles-ci. Il peut donc y avoir un biais de remplissage des données. Aussi, plusieurs de ces déclarations peuvent être lacunaires et nécessitent d'être complétées en utilisant les données issues d'autres bilans carbone plus complets.

Par conséquent, il est important de prendre en compte ces limites lors de l'utilisation des données des bilans carbone pour estimer un facteur d'émissions des médicaments à associer aux achats de médicaments dans un pays.

### 3. Reconstitution à partir d'une décomposition par médicaments

Il est également possible de reconstituer un facteur d'émissions monétaires des médicaments à partir des données carbone obtenues à l'échelle du médicament, c'est-à-dire en utilisant une méthode *bottom-up*.

La méthode est simple. Elle consiste à estimer l'empreinte carbone d'un médicament sur son cycle de vie puis à diviser cette empreinte carbone par son prix de vente dans le pays étudié. Cela permet alors d'obtenir un FE monétaire à l'échelle du produit.

Cette méthode peut ensuite être complétée pour en déduire un FE monétaire applicable à l'ensemble des médicaments achetés par un système de santé. Cela peut par exemple se faire en réalisant l'analyse de cycle de vie des principaux médicaments consommés dans un pays puis en divisant les empreintes carbone estimées par les montants des ventes des produits associés, et en effectuant ensuite la moyenne pondérée.

Il est important de noter que, si c'est l'empreinte carbone sur tout le cycle de vie du médicament qui est utilisée, alors le périmètre de cette méthode est plus complet que pour les deux précédentes. En effet, les deux méthodologies précédentes permettent de connaître les émissions associées à la production des médicaments et, dans certains cas à leur transport. Mais elles ne permettent pas de connaître les émissions associées à l'utilisation et à la fin de vie des produits.

Aujourd'hui, il existe déjà de nombreuses analyses de cycles de vie (ACV) de médicaments ou de molécules. Ces analyses décrivent notamment les émissions induites par la fabrication des différents éléments composant le médicament.

Si aucune liste exhaustive des analyses de cycle de vie de tous les médicaments n'existe à ce jour, un nombre croissant d'études d'impact sont publiées. **La base HealthcareLCA<sup>17</sup>** répertorie notamment 1288 études d'impacts de produits et processus de soins de santé, et identifie une croissance exponentielle des études portant sur ce domaine<sup>18</sup>.

De nombreuses études composent ainsi cette colossale base de données, ou fournissent des méthodes de calculs lorsque certaines données ne sont pas accessibles. Parvatker A. et al. (2019)<sup>19</sup> donne par exemple une méthode de calcul des impacts carbone de molécules

<sup>17</sup> Drew J & Rizan C. (2022). *HealthcareLCA Database* [Online Database]. HealthcareLCA. Retrieved from: [healthcarelca.com/database](https://healthcarelca.com/database).

<sup>18</sup> Drew J., HealthcareLCA: an open-access living database of health-care environmental impact assessments, *The Lancet Planetary Health*, Volume 6, Issue 12, 2022. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00257-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00257-1).

<sup>19</sup> Parvatker A. et al. (2019). Cradle-to-Gate Greenhouse Gas Emissions for Twenty Anesthetic Active Pharmaceutical Ingredients Based on Process Scale-Up and Process Design Calculations. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b05473>

médicamenteuses ainsi que les impacts chiffrés de 20 médicaments anesthésiques injectables et plus de 100 produits chimiques intermédiaires.

**De telles études sont précieuses** pour permettre une **comparaison de l'intensité carbone des parcours de soin**. En outre, elles permettent d'identifier les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre le long de la chaîne de fabrication des médicaments, et donc **d'identifier les leviers de décarbonation de l'industrie des médicaments**.

Lorsque les émissions induites par certaines molécules ne sont pas connues, il est possible d'approcher celles-ci en utilisant des proxys. Toutefois le résultat restera alors une estimation : il apparaît donc **nécessaire d'encourager la publication de telles études**.

A partir des estimations des émissions de chaque élément constituant les achats de médicaments d'un pays, on peut alors reconstruire un facteur d'émission monétaire en utilisant le coût de ces achats.

Cependant, notons que ce passage en ratio monétaire n'est en fait pas vraiment nécessaire. Si l'on a à disposition des ACV, il est inutile de ramener à une unité monétaire, autant rester dans les unités de données d'activité plus physiques que proposent les analyses de cycle de vie : émissions par comprimé, flacon, ou encore masse par exemple. Le passage en facteur d'émissions monétaire que nous décrivons dans cette note peut cependant permettre de vérifier que l'on retrouve bien, quand on le reconstruit en bottom-up, l'ordre de grandeur que l'on trouve pour le facteur d'émissions des médicaments avec la méthode top-down des TES.

## **B. Comment interpréter des facteurs d'émissions monétaires de médicaments ?**

Lorsque l'on utilise un FE monétaire, il est primordial de comprendre avec quelle méthodologie il a été construit. Mais il est également important de comprendre comment deux FE construits avec une même méthodologie peuvent se différencier.

Repérer ces différences permet d'être conscient des limites associées aux données utilisées, et surtout de savoir dans quel cadre le FE peut être utilisé.

Nous présentons ici les différentes caractéristiques selon lesquelles un FE monétaire se définit<sup>20</sup>.

### **1. Le périmètre pharmaceutique couvert**

Deux FE monétaires construits avec une même méthodologie peuvent se différencier par les médicaments qu'ils couvrent.

*Aussi, la question à se poser est par exemple : concernent-ils les mêmes catégories de médicaments ?*

En effet, il est possible de trouver plusieurs FE faisant chacun référence à des "médicaments", mais avec l'un qui se concentre sur les médicaments chimiques, un autre sur les médicaments biologiques et un autre sur les médicaments chimiques et biologiques. On peut également trouver par exemple des FE qui couvrent les produits de diagnostic médical et la fabrication de substances radioactives pour le diagnostic in vivo et d'autres uniquement la production des substances actives (API) des médicaments.

<sup>20</sup> Les dénominations que nous utilisons pour nommer ces caractéristiques ne sont pas du vocabulaire technique officiel, mais nos dénominations

Dans le cas d'un FE construit à partir de tableaux entrées-sorties, ce périmètre va notamment dépendre du raffinement du TES : selon quels secteurs divise-t-il la société, et parmi ceux-là, lequel(s) concerne(nt) la production de médicaments ?

## 2. Le cadre géographique et temporel des FE

Deux FE monétaires peuvent également se différencier par leur cadre géographique et temporel.

*Les questions à se poser sont par exemple : leur construction repose-t-elle sur des données économiques de 2012 ou de 2018 ? Les données concernant les émissions sont-elles de la même année ou d'une année différente ? Dans quel pays est effectuée la consommation concernée par ce FE, et dans quel(s) pays est effectuée la production ? Quelles est la monnaie utilisée pour exprimer le FE monétaire ?*

Le cadre géographique et temporel va concerner les informations suivantes :

- Cadre temporel : De quelle **année** datent les données économiques sur lequel s'appuie le FE ? De quelle **année** datent les données environnementales qui permettent la construction du FE ?
- Cadre géographique : A quelle **zone/pays de consommation** le FE s'applique-t-il ? Quelles sont les **zones de provenance** des médicaments concernés ?
- Cadre géographique et temporel : En quelle **monnaie** est exprimé le FE monétaire ?

Un FE des médicaments est construit à partir de **données économiques** et **environnementales** datées. Il s'inscrit donc dans un **cadre temporel** d'utilisation donné. Or, ces données évoluent avec le temps car la structure de l'économie n'est pas figée : les données économiques changent au gré des réorganisations des échanges entre secteurs (il peut par exemple y avoir un nouveau pays fournisseur qui s'ajoute aux autres provenances et réorganise les flux); et les données environnementales changent car les industries renouvellent leurs méthodes et outils de production (par exemple des gains d'efficacité technologique peuvent amener le FE à diminuer).

Aussi, l'utilisation pour un calcul en 2023 d'un FE qui aurait été construit avec des données de 2010 manque ces évolutions, et donc déforme potentiellement le résultat qui serait trouvé avec des données plus à jour. Dans le cas des TES par exemple, il est important de noter que les données ne sont pas mises à jour régulièrement et souffrent donc d'une ancienneté des données assez importante.

Un FE des médicaments est également associé à une **zone de consommation** et à un ou des **zone(s) de provenance**. Il s'inscrit donc dans un **cadre géographique**. Par exemple, dans le cas hypothétique où la France aurait pour fournisseurs de médicaments : une production intérieure, une production importée d'Europe, une production importée de Chine et une production importée des Etats-Unis, le FE correspondant aurait pour zone de consommation la France et pour zones de provenance la France, l'Europe, la Chine et les Etats-Unis. Or, à chaque zone de provenance est associé un FE différent. En effet, en fonction du lieu où est produit le médicament, la chaîne de production sur laquelle il s'adosse, et les émissions de GES associées, ne seront pas les mêmes. Ainsi, le FE pour la consommation de médicaments en France sera la moyenne des FE par zone de provenance pondérée par les dépenses dans chacune de ces zones.

Ainsi, par exemple, utiliser en France un FE qui a été construit pour la consommation de médicaments au Japon peut fausser le résultat qui aurait été trouvé avec un FE spécifiquement français.

Enfin, le **cadre géographique et temporel** est également donné par la **monnaie** dans laquelle est exprimée le FE monétaire. Par « monnaie », on n'entend pas seulement la devise mais le triptyque suivant : **devise, année** de la monnaie, **pays** de la monnaie. Par exemple, pour un FE utilisé en France et construit pour l'année 2015, l'unité ne sera pas des kgCO<sub>2e</sub>/€ mais des kgCO<sub>2e</sub>/€<sub>français2014</sub>. Pourquoi tant de précisions ?

- Pour le **nom de la devise**, c'est évident : on ne peut pas comparer directement des valeurs exprimées en euros, dollars, yens ou encore en pounds. Il y a donc nécessité de **ramener à une même devise** pour pouvoir comparer.
- Pour ce qui est de **l'année**, cela répond au problème suivant : si l'on compare directement deux FE exprimés dans la même monnaie mais datant respectivement de 2005 et de 2015, alors on omet que la monnaie de 2005 n'est en fait pas exactement la même que celle de 2015 du fait de **l'inflation**. En fait, c'est finalement le même problème que pour le paragraphe précédent : on compare deux valeurs exprimées dans **des monnaies qui ne sont pas les mêmes**, même si elles ont ici le même nom. Il faut donc au moins **corriger de l'inflation** pour ramener à une même année de référence.
- Enfin, il y a le sujet du lieu de consommation des médicaments, dans notre cas un **pays**. En effet, **le prix des médicaments n'est pas le même partout**. Prenons par exemple le cas de deux pays européens, dont la devise est l'euro : pour un même médicament, on peut imaginer par exemple payer du simple au double en passant d'un pays à l'autre, parce que les mêmes médicaments seraient vendus deux fois plus chers dans le deuxième pays. Pourtant, dans les deux cas, le médicament aura émis la même quantité de GES. Aussi, le FE monétaire (exprimé dans un pays comme dans l'autre dans la même unité si on ne précise pas le pays, des kgCO<sub>2e</sub>/k€) dans le deuxième pays sera deux fois moins élevé, car pour la même quantité de GES, on divise par deux fois plus d'euros. On voit bien qu'on ne peut pas comparer directement ces deux FE, car la conclusion serait alors que le deuxième pays consomme des médicaments moins carbonés, alors que comme on l'a vu, autant d'émissions ont été émises dans un cas comme dans l'autre pour le même service rendu (le même médicament). Il y a donc nécessité de **corriger les FE avec des coefficients de parité de pouvoir d'achat** afin de les ramener à un même pays de consommation, pour pouvoir finalement comparer dans une même monnaie des FE provenant de pays de consommation différents.

### 3. Le périmètre « physique » couvert :

Deux FE utilisés peuvent se différencier par l'ensemble des activités et donc des émissions couvertes.

*Les questions à se poser sont par exemple : Prennent-ils en compte tout le cycle de vie du médicament, de l'extraction des matières premières à sa fin de vie ? Ou juste sa production ? Prennent-ils en compte la R&D des médicaments ? La publicité ? Intègrent-ils les émissions domicile-travail des employés travaillant dans l'usine de production ?*

Il est par exemple possible de trouver des FE qui ne s'intéressent qu'aux émissions des médicaments de l'extraction des matières premières à la sortie de l'usine des lots prêts à être vendus (la majorité des cas) quand d'autres prennent également en compte le transport de ces lots jusqu'aux lieux de vente ainsi que leur stockage.

Les FE monétaires de la base empreinte de l'ADEME intègrent par exemple les émissions de l'extraction des matières premières à la porte de l'usine. Ils ne prennent que partiellement en compte le fret des produits achetés. De plus, ils excluent de leur périmètre les émissions associées aux déplacements domicile-travail (par exemple des employés travaillant dans les

usines de production) et les émissions associées aux déplacements des visiteurs (visites d'usines, etc.).

Tout comme pour le périmètre pharmaceutique, dans le cas d'un FE construit à partir de tableaux entrées-sorties, ce périmètre « physique » va dépendre la façon dont a été construit le TES économique.

#### 4. Les coûts monétaires couverts

Deux FE peuvent différer par l'ensemble des données économiques à partir desquelles ils sont construits.

*Ici, la question à se poser est : les données monétaires sont-elles exprimées en prix de base ou en prix d'acquisition ?*

La différence entre prix de base et prix d'acquisition est définie ainsi d'après l'INSEE :

- Le **prix d'acquisition** représente le « montant effectif payé par l'acheteur par unité de bien ou de service acheté. Il comprend les impôts, la TVA ne comptant que pour sa partie non déductible, et les subventions sur les produits sont déduites. Il comprend aussi les frais de transport acquittés séparément par l'acheteur pour prendre possession des produits au moment et au lieu voulus. Il exclut les intérêts qui viennent s'ajouter en cas d'octroi d'un crédit. »<sup>21</sup>
- Le **prix de base** représente le « montant que le producteur reçoit de l'acheteur par unité de bien ou de service produit, diminué des impôts sur les produits et augmenté des subventions sur les produits. Le prix de base exclut les frais de transport facturés séparément.<sup>22</sup> »

Le prix d'acquisition est donc constitué du prix de base auquel s'ajoutent les marges de commerce et de transport, les impôts sur les produits, et se soustraient les subventions sur les produits.

Aussi, lorsqu'on réalise un bilan carbone à partir de FE monétaires, il ne faut pas utiliser les mêmes montants de « dépenses de médicaments » si les FE sont exprimés en prix de base ou en prix d'acquisition : à un FE en prix de base, on fait correspondre des dépenses en prix de base, à un FE en prix d'acquisition, des dépenses en prix d'acquisition. (Le FE en prix de base étant généralement plus important que le FE en prix d'acquisition, puisqu'à émissions égales d'un produit, son prix d'acquisition sera supérieur au prix de base).

#### 5. La qualité des données utilisées

Il est évident que deux FE construits avec une même méthodologie mais avec des données et hypothèses différentes seront différents.

*Ici, les questions à se poser sont par exemple : Quelles hypothèses ont dû être prises pour estimer la valeur des FE ? Les données environnementales sont-elles issues d'organismes faisant référence ? Est-ce que toutes les données environnementales ont la même qualité ?*

En effet, dans certains cas, la qualité et la disponibilité des données ne permettent pas de connaître exactement les émissions associés aux achats de médicaments. Un FE construit à partir de l'hypothèse de technologie domestique<sup>23</sup> n'a pas la même « qualité » qu'un FE

<sup>21</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1992>

<sup>22</sup> Lorsqu'il est sous-traité, le fret n'est donc pas pris en compte quand on utilise un facteur d'émissions monétaire. Les émissions liées à ce fret sont donc à ajouter a posteriori.

<sup>23</sup> Hypothèse qui suppose que les biens importés sont produits avec les mêmes technologies que celles utilisées sur le territoire (par exemple avec les mêmes besoins en matière première). Donc que produits importés engendrent les mêmes émissions par dollar que les produits du territoire.



construit avec une modélisation plus fine des émissions importées. De même certains FE intègrent l'ensemble des GES tandis que d'autres se concentrent uniquement sur le CO<sub>2</sub>.

## C. Comment comparer les différents facteurs d'émissions entre eux ?

### 1. Pourquoi convertir ?

Pas pour faire plus de fidèles : ici on parle de conversion entre devises. La majorité des FE monétaires étudiés ici sont exprimés dans une devise différente de l'euro et pour des années différentes. De plus, ils correspondent pour la plupart à des achats de médicaments par des pays autres que la France.

Comme expliqué dans la section III/B-2, ils ne peuvent donc pas être mis directement sur le même plan.

Dans cette note, nous avons donc cherché à exprimer tous les FE que nous avons collectés dans la même devise (euro), pour une même année (2018) et pour un même pays de consommation (France). Cela signifie par exemple que nous avons exprimé les FE monétaires issus des modèles américains en euros français de 2018. Comme expliqué ci-dessus, les exprimer pour une même année permet de prendre en compte l'inflation sur les prix.

### 2. Méthodologie suivie

Pour convertir l'ensemble des FE en kgCO<sub>2</sub>e/k€ français de 2018, nous avons utilisé les données sur les parités de pouvoir d'achat sectorialisées (c'est-à-dire exprimées secteur par secteur de l'économie) de l'OCDE pour passer d'une devise à l'autre. Puis, nous avons utilisé les données sur l'inflation des médicaments des pays pour obtenir des données en € de 2018.

Notez qu'il n'existe pas de parité de pouvoir d'achat spécifique aux achats de médicaments. Celles que nous avons prises concernent le secteur "santé" qui correspond donc à un périmètre plus large que le simple achat de médicaments. Cependant, nous ne sommes pas en mesure d'affirmer si les résultats seraient les mêmes en utilisant une parité de pouvoir d'achat spécifique aux médicaments.

Illustrons cette méthodologie à l'aide d'un exemple. Pour convertir le facteur d'émissions de 681 kgCO<sub>2</sub>e/kUS\$ de 2012 associé à la « Fabrication de produits médicaux et botaniques » en kgCO<sub>2</sub>e/€ français de 2018 nous les avons :

- Convertis en US\$ de 2011 à partir des données sur l'inflation<sup>24</sup> : 710 kgCO<sub>2</sub>e/kUS\$ de 2011. Cela nous permet ainsi d'exprimer le FE pour une année pour laquelle nous disposons de données sur la parité de pouvoir d'achat pour la santé.
- Puis, nous les avons convertis en euros français de 2011 à partir de la parité de pouvoir d'achat du secteur santé de l'OCDE : 1 050 kgCO<sub>2</sub>e/k€ français de 2011.
- Enfin, nous les avons convertis en euros français de 2018 à partir des données sur l'inflation des médicaments de l'INSEE<sup>25</sup> : 1 350 kgCO<sub>2</sub>e/k€<sup>26</sup> français de 2018. Il est important de noter qu'on observe en France une déflation des prix des médicaments : le facteur d'émissions augmente donc lorsque l'on convertit des euros de 2011 en euros de 2018.

<sup>24</sup> Bureau of Labor Statistic, Prescription drugs in U.S. city average, all urban consumers, seasonally adjusted

<sup>25</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277750?sommaire=4318291>

<sup>26</sup> Dans le cas des médicaments vendus en France, on observe une déflation. C'est pourquoi le FE monétaire augmente entre 2011 et 2018 si on corrige de la déflation.

### 3. Précautions d'interprétation des résultats

Attention : il faut bien garder en tête la chose suivante quand on compare ces FE ramenés en « euros de 2018 ».

Même si on exprime tous les FE pour une même année, en l'occurrence 2018, et un même pays, en l'occurrence la France, il faut bien toujours **resituer chaque FE dans son contexte**, que ce soit en termes de **géographie** ou d'**époque** !

Finalement, si on ramène à un même pays et une même année, c'est bien en fait pour pouvoir comparer, en les mettant sur le même plan, des FE de pays et d'années différentes.

Prenons un exemple concret : imaginons que l'on a converti un FE américain de 2007, exprimé en dollars, en euros de 2018. Alors les émissions que ce FE traduit correspondent aux émissions que la consommation de médicaments entraînerait s'ils étaient achetés avec des euros français de 2018 (c'est-à-dire **avec la monnaie française et avec le pouvoir d'achat français de 2018**) mais **en étant produits avec les industries qui fournissaient la consommation américaine en 2007** (c'est-à-dire, avec comme producteurs des médicaments achetés la même répartition que celle de 2007 des pays fournisseurs du marché américain de consommation des médicaments, et pour ces différentes industries de nationalité différente, avec pour chacune les technologies de production et le mix énergétique qui étaient ceux de 2007 dans leur pays respectif).

Aussi, il faut s'attendre à constater que plus les FE proviennent d'années anciennes, plus ils seront élevés, car n'ayant pas encore bénéficié des gains d'efficacité énergétique qui auront eu lieu depuis.

In fine, cette méthodologie de comparaison permet d'exprimer dans un même langage (langage = monnaie/année/pouvoir d'achat) des chiffres qui étaient exprimés dans des langages différents et donc non comparables en l'état, afin de pouvoir obtenir des ordres de grandeur des émissions de la consommation des médicaments selon différents contextes géographiques et temporels.

## IV. État des lieux des facteurs d'émissions monétaires disponibles

Dans cette partie, nous présentons une synthèse des différents FE que nous avons trouvés dans la littérature, leurs sources, et les grands enseignements et questionnements que l'on peut en tirer. Leur analyse détaillée est disponible en annexes.

Ces FE, même s'ils ne couvrent pas tous les mêmes périmètres géographiques, temporels et physiques, et ne sont donc pas directement comparables, permettent de se rendre compte de l'ordre de grandeur d'un bon FE monétaire des médicaments.

### A. Sources

Nous avons trouvé des valeurs de facteurs d'émissions monétaires dans de multiples sources.

Nous les avons regroupés en trois grands ensembles, le premier étant le plus fourni :

1. Les FE provenant de tableaux entrées-sorties à extensions environnementales ;
2. Les FE construits à partir de bilans carbone d'entreprises de l'industrie pharmaceutique et de leur chiffre d'affaires ;
3. Les FE reconstitués de manière bottom-up, c'est-à-dire à partir d'analyses de cycle de vie des médicaments.

Pour la première catégorie de sources, nous avons trouvé la plupart des FE concernés dans des publications établissant l'empreinte carbone de systèmes de santé nationaux. La liste de ces publications est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous adopterons par la suite la typographie suivante pour désigner ces publications : {Pays de l'empreinte Année de publication}. Par exemple, pour l'article établissant l'empreinte du système de santé chinois de 2012, qui a été publié en 2019, on utilisera la référence suivante : {Chine 2019}.

Désignation dans la note	Système de santé dont l'empreinte est calculée	Année de publication	Année pour laquelle l'empreinte est calculée	Titre de la publication	Lien où trouver la publication (dans le cas où celle-ci est disponible en ligne)	Auteurs
{NHS 2008}	NHS Angleterre	2008	2004	NHS England Carbon Emissions Carbon Footprinting Report - May 2008	La publication n'est plus disponible en ligne. Le document a pu nous être transféré.	Sustainable Development Commission, Stockholm Environment Institute
{NHS 2009}	NHS Angleterre	2009	1992-2004	NHS England Carbon Emissions Carbon Footprinting Report - September 2008 (Updated August 2009)	<a href="https://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/NHS_Carbon_Emissions_modelling%20report%20Update%20050809%20PB.pdf">https://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/NHS_Carbon_Emissions_modelling%20report%20Update%20050809%20PB.pdf</a>	Sustainable Development Unit, Stockholm Environment Institute
{Etats-Unis 2009}	Etats-Unis	2009	2007	Estimate of the carbon footprint of the US health care sector	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19903917/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19903917/</a>	Jeanette W Chung, David O Meltzer
{NHS 2014}	NHS Angleterre	Probablement 2014	Probablement 2012	NHS England Carbon Footprint 2012	Publication introuvable. Son existence est indiquée dans {Etats-Unis 2016} avec un lien qui ne fonctionne plus : <a href="http://www.sduhealth.org.uk/documents/publications/HCS_Carbon_Footprint_v5_Jan_2014.pdf">http://www.sduhealth.org.uk/documents/publications/HCS_Carbon_Footprint_v5_Jan_2014.pdf</a>	Sustainable Development Unit
{NHS 2016}	NHS Angleterre	Probablement 2016	Probablement 2015	Carbon update for the health and care sector in England 2015	Publication introuvable. Elle est citée dans {Chine 2019}.	Sustainable Development Unit
{Etats-Unis 2016}	Etats-Unis	2016	2003-2013	Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health	<a href="https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0157014">https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0157014</a>	Matthew J. Eckelman, Jodi Sherman
{Australie 2018}	Australie	2018	2014-2015 (année financière)	The carbon footprint of Australian health care	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519617301808">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519617301808</a>	Arunima Malik, Manfred Lenzen, Scott McAlister, Forbes McGain
{Canada 2018}	Canada	2018	2009-2015	Life cycle environmental emissions and health damages from the Canadian healthcare system: An economic -environmental-epidemiological analysis	<a href="https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002623">https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002623</a>	Matthew J. Eckelman, Jodi D. Sherman, Andrea J. MacNeill



{International 1 2019}	OECD + Chine + Inde	2019	2010-2014	International comparison of health care carbon footprints	<a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab19e1/meta">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab19e1/meta</a>	Peter-Paul Pichler, Ingram S Jaccard, Ulli Weisz, Helga Weisz
{Chine 2019}	Chine	2019	2012	The carbon footprint of the Chinese health-care system: an environmentally extended input–output and structural path analysis study	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519619301925">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519619301925</a>	Rui Wu
{International 2 2019}	Monde, et 43 pays en particulier	2019	2014	Health care’s climate footprint - How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action	<a href="https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/healthcares-climate-footprint">https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/healthcares-climate-footprint</a>	Health Care Without Harm, ARUP
{Japon 2020}	Japon	2020	2011-2015	Carbon footprint of Japanese health care services from 2011 to 2015	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919304318">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919304318</a>	Keisuke Nansaia, Jacob Fryb, Arunima Malikb, Wataru Takayanagia, Naoki Kondoc
{Monde 2020}	Monde, et 189 pays en particulier	2020	2000-2015	The environmental footprint of health care: a global assessment	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519620301212">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519620301212</a>	Manfred Lenzen, Arunima Malik, Mengyu Li, Jacob Fry, Helga Weisz, Peter-Paul Pichler, Leonardo Suveges Moreira Chaves, Anthony Capon, David Pencheon
{Autriche 2020}	Autriche	2020	2005,2010,2014-2015	Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301828">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301828</a>	Ulli Weisz, Peter-Paul Pichlerb, Ingram S. Jaccardb, Willi Haasa, Sarah Mateja, Florian Bachnerc, Peter Nowakc, Helga Weisz
{NHS 2021}	NHS Angleterre 1990-2019	2021	2021	Health care’s response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519620302710">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519620302710</a>	Imogen Tennison, Sonia Roschnik, Ben Ashby, Richard Boyd, Ian Hamilton, Tadj Oreszczyn, Anne Owen, Marina Romanello, Paul Ruysevelt, Jodi D Sherman, Andrew Z P Smith, Kristian Steele, Nicholas Watts, Matthew J Eckelman
{Pays-Bas 2022}	Pays-Bas	2022	Probablement 2016	The environmental impact of the Dutch health-care sector beyond climate change: an input–output analysis	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519622002443">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519622002443</a>	Michelle A Steenmeijer, João F D Rodrigues, Michiel C Zijp, Susanne L Waaijers-van der Loop

L'autre partie des FE monétaires des médicaments obtenus à partir de tableaux entrées-sorties concerne des publications établissant l'empreinte carbone de pays (qui incluent donc indirectement l'empreinte carbone des systèmes de santé) ou des publications à destination d'industriels souhaitant estimer l'empreinte carbone de leurs achats. La liste de ces publications est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous utiliserons la même typographie que précédemment pour les désigner : {Pays de l'empreinte Année de publication}.

Désignation dans la note	Système économique dont le FE est issu	Année de publication	Titre de la publication, du modèle ou du tableau entrées-sorties	Lien où trouver la publication (dans le cas où celle-ci est disponible en ligne)
{États-Unis 2022}	États-Unis	2022	USEEIO v2.0.1-411 <sup>27</sup>	<a href="https://catalog.data.gov/dataset/useeio-v2-0-1-411">https://catalog.data.gov/dataset/useeio-v2-0-1-411</a>
{États-Unis 2020}	États-Unis	2020	Supply Chain Greenhouse Gas Emission Factors for US Industries and Commodities	<a href="https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=349324&amp;Lab=CESER">https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=349324&amp;Lab=CESER</a>
{OCDE 2021}	OCDE	2021	Carbon dioxide emissions embodied in international trade (2021 ed.)	<a href="https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO_GHG_2021">https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO_GHG_2021</a>

La dernière partie des FE monétaires des médicaments sont obtenus à partir de bilans carbone d'entreprises pharmaceutiques ou à partir d'analyses de cycles de vie des médicaments. La liste des sources faisant mention de tels FE est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous utiliserons le même type de typographie que précédemment pour les désigner : {Auteurs ou Structure ayant réalisé l'étude Année de publication}.

Désignation dans la note	Auteurs ou structure ayant réalisé l'étude	Année de publication	Année pour laquelle le FE est calculé	Titre de la publication	Lien où trouver la publication (dans le cas où celle-ci est disponible en ligne)
{C4F 2021}	Carbone4 Finance	2021	2021	L'étude n'a pas été publiée.	La publication n'est pas disponible en ligne. Les informations nous ont été communiquées au cours d'entretiens avec Carbone4 Finance.
{Belkir 2019}	Lofti Belkir et Ahmed Elmeligi	2019	2015	Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336084">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336084</a>
{NHS 2011}	NHS	2017	2011	Identifying High Greenhouse Gas Intensity Procured Items for the NHS in England	La publication n'est plus disponible en ligne.

<sup>27</sup> Il s'agit du nom du modèle utilisé par les États-Unis. Ce modèle comprend un ensemble de données dont font partie les facteurs d'émissions.

## B. Synthèse des facteurs d'émissions monétaires analysés dans cette note

Comme détaillé dans la partie III, nous avons cherché à exprimer l'ensemble des FE analysés dans cette note en kgCO<sub>2</sub>e/k€ français de 2018 afin de pouvoir les comparer. Cela permet de se rendre compte des ordres de grandeurs des différents FE des médicaments qui sont utilisés en France ou à l'international.

La méthode suivie ici permet d'exprimer les FE sur une même année (2018) et pour le pouvoir d'achat de la France, tout en veillant à bien situer les FE dans leur contexte géographique et temporel comme expliqué précédemment.

Ces FE sont présentés dans les tableaux ci-après, les sources étant indiquées avec la typographie expliquée dans la section précédente et faisant référence aux sources données dans cette même section.

La lecture du premier tableau est la suivante :

- La « **source** » est indiquée avec la typographie expliquée dans la section précédente et fait référence aux sources données dans cette même section ;
- La « **région de consommation** » est le lieu où le médicament est consommé, et donc le lieu auquel est associé la monnaie d'achat et son pouvoir d'achat ;
- La « **région de provenance** » est le lieu où se situe l'industrie pharmaceutique à laquelle le médicament est acheté. Ce n'est pas forcément là que se situe *toute* la chaîne de production, il peut ne s'agir que de la dernière étape de production ; les caractéristiques (d'un point de vue carbone) de la chaîne de production sont cependant bien embarquées dans le FE final, en théorie. Quand la zone qui est indiquée est « Monde », c'est qu'il s'agit d'un FE moyen selon les différentes zones d'approvisionnement, pondéré par les dépenses dans chacune de ces zones ;
- Les « **caractéristiques** » sont des précisions apportées au FE permettant de comprendre quel est son contexte d'utilisation. Par exemple, est-il exprimé en prix d'acquisition ou en prix de base (et donc, doit-on le multiplier par des dépenses en prix d'acquisition ou en prix de base pour obtenir les émissions induites) ? Ou bien encore, de quel(s) gaz à effet de serre rend-il compte ?
- Le « **FE indiqué** » est le FE tel qu'il est donné dans la publication, c'est-à-dire exprimé dans sa monnaie (soit le nom de la devise, mais également l'année, ce qui induit également un pouvoir d'achat associé relativement à la zone de consommation) ;
- Le « **FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO<sub>2</sub>e/k€<sub>2018</sub> français)** » est la valeur que nous trouvons pour le FE une fois notre conversion effectuée. Cette conversion vise à rendre comparables les différents FE, en les exprimant dans des **euros de 2018** et **français** (pouvoir d'achat français en 2018). Par exemple, pour un FE exprimé à l'origine en pounds de 2004, la valeur en euros de 2018 signifie : "si on produisait les médicaments en question en 2018 en France mais avec exactement les mêmes caractéristiques techniques de production (i.e. la même structure des émissions à l'unité de médicament produit) que celles utilisées pour la production à destination britannique en 2004, alors le FE vaudrait tant".

### Méthode de reconstitution à partir de bilans carbone d'entreprises

Source	Région de consommation	Région de provenance	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur en équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
{NHS 2008}	Angleterre	A priori : monde, mais modélisation TES seulement du Royaume-Uni	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c.* GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , et d'autres GES (probablement CH <sub>4</sub> et N <sub>2</sub> O)	270 kgCO <sub>2e</sub> /k£ <sub>2004</sub>	268
{NHS 2009}	Angleterre	A priori : monde, mais modélisation TES seulement du Royaume-Uni	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. GES pris en compte : CO <sub>2</sub> uniquement a priori	560 kgCO <sub>2e</sub> /£ <sub>2004</sub>	557
{Etats-Unis 2009}	Etats-Unis	A priori : monde, mais modélisation TES seulement des Etats-Unis	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CFCs	374 kgCO <sub>2e</sub> /k\$ <sub>1997</sub>	554
{Etats-Unis 2016}	Etats-Unis	A priori : monde, mais modélisation TES seulement des Etats-Unis	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : prix d'acquisition GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , et a priori d'autres GES (non indiqués explicitement)	328 kgCO <sub>2e</sub> /k\$ <sub>2003</sub>	623

Source	Région de consommation	Région de provenance	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
{Australie 2018}	Australie	A priori : monde, mais modélisation TES seulement de l'Australie	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : prix d'acquisition GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , et a priori d'autres GES (non indiqués explicitement)	333 kgCO <sub>2e</sub> /kAUS\$ <sub>2014</sub>	827
{Canada 2018}	Canada	Monde	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	253 kgCO <sub>2e</sub> /kC\$ <sub>2009</sub>	551
{Chine 2019}	Chine	Chine	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	169 kgCO <sub>2e</sub> /kCNY <sub>2012</sub>	956
{Japon 2020}	Japon	Inconnue (Japon ou monde)	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> et NF <sub>3</sub>	1,19 kgCO <sub>2e</sub> /kJPY <sub>2011</sub>	180
{Autriche 2020}	Autriche	Monde	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c. (mais sans doute plutôt prix d'acquisition) GES pris en compte : CO <sub>2</sub> uniquement	310 kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>autrichiens2010</sub>	450
{NHS 2021}	Angleterre	Monde	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : n.c.	650 kgCO <sub>2e</sub> /k£ <sub>2016</sub>	720

Source	Région de consommation	Région de provenance	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
			GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , et d'autres GES non précisés		
{Pays-Bas 2022}	Pays-Bas	Monde	Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : prix de base GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub>	1299 kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>néerlandais2016</sub>	1826
			Expression en prix de base ou en prix d'acquisition : prix d'acquisition GES pris en compte : CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub>	871 kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>néerlandais2016</sub>	1224
{Etats-Unis 2020}	Etats-Unis	Monde, mais modélisation TES seulement des Etats-Unis et hypothèse de technologie domestique pour le reste du monde	Périmètre : Fabrication de produits pharmaceutiques Ensemble des GES Hypothèse de technologie domestique	68 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2018</sub>	133
			Périmètre : médicaments biologiques Prix d'acquisition Ensemble des GES Hypothèse de technologie domestique	52 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2018</sub>	102
			Périmètre : médicaments de diagnostic Prix d'acquisition Ensemble des GES	147 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2018</sub>	288



Source	Région de consommation	Région de provenance	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
			Hypothèse de technologie domestique		
{Etats-Unis 2022}	Etats-Unis	Monde, mais modélisation TES seulement des Etats-Unis et hypothèse de technologie domestique pour le reste du monde	Périmètre : Fabrication de produits pharmaceutiques Ensemble des GES Hypothèse de technologie domestique	223 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2012</sub>	442
			Périmètre : médicaments biologiques Prix de base Ensemble des GES Hypothèse de technologie domestique	96 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2012</sub>	190
			Périmètre : médicaments de diagnostic Prix de base Ensemble des GES Hypothèse de technologie domestique	176 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2012</sub>	349
{OCDE 2021} Importations	France	Monde et France	Prix de base CO <sub>2</sub> lié à la combustion d'énergie uniquement	222 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2018</sub>	262
{OCDE 2021} Exportations	Monde	France	Prix de base CO <sub>2</sub> lié à la combustion d'énergie uniquement	180 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2018</sub>	213

*n.c. : non communiqué					
------------------------	--	--	--	--	--

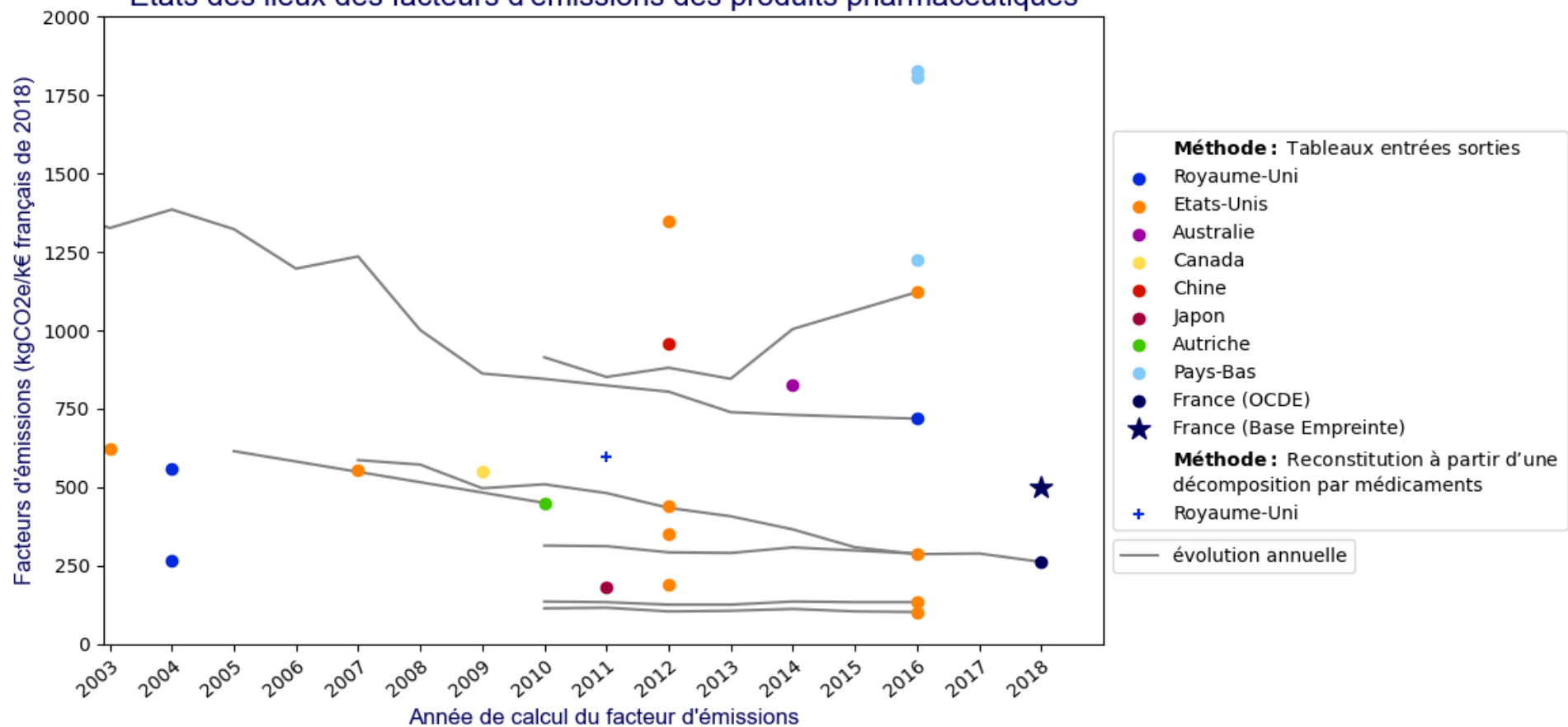
**Méthode de reconstitution à partir de bilans carbone d'entreprises pharmaceutiques**

Source	Périmètre considéré	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
{C4F 2021}	21 industries pharmaceutiques cotées en bourse Périmètre géographique de vente des entreprises (non applicable à un pays)	Sélection d'entreprises ayant correctement reporté leur scope 3.	Environ 155 kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2021</sub>	Non applicable tel quel pour des comparaisons avec FE nationaux
{Belkir 2019}	15 grandes entreprises pharmaceutiques Périmètre géographique de vente des entreprises (non applicable à un pays)	Ne prend en compte que les émissions des scopes 1 et 2 reportées par les entreprises	49 kgCO <sub>2e</sub> /kUS\$ <sub>2015</sub>	Non applicable tel quel pour des comparaisons avec FE nationaux

**Méthode de reconstitution à d'analyses de cycle de vie de médicaments**

Source	Périmètre considéré	Caractéristiques	FE indiqué	FE valeur équivalent euros français de 2018 (kgCO <sub>2e</sub> /k€ <sub>2018</sub> français)
{NHS 2011}	Périmètre de la base Prescription Cost Analysis, couvrant 80% des dépenses des médicaments prescrits.	Utilisation d'ACV issus de la littérature si ceux-ci existent, et dans le cas contraire utilisation d'approximations.	550 kgCO <sub>2e</sub> /k£ <sub>2011</sub> .	596

## Etats des lieux des facteurs d'émissions des produits pharmaceutiques



Nous avons ajouté sur ce schéma le FE de la Base Empreinte que nous utilisons pour nos calculs de l'empreinte carbone du secteur de la santé, à savoir 500 kgCO<sub>2e</sub>/k€. Nous l'avons indiqué pour 2018 car sa période d'utilisation court jusqu'à cette année sur la Base Empreinte. Il est toutefois important de souligner que ce FE n'avait pas été mis à jour depuis assez longtemps a priori, et donc serait certainement à replacer à une année antérieure.

## C. Analyse, enseignements, questionnements

Dans cette section, nous effectuons une **analyse générale** des FE monétaires que nous avons trouvés. Il s'agit de faire ressortir **les grands enseignements** que nous avons pu en tirer, mais également de mettre en évidence **les questionnements** que cela a suscités et qui n'ont pour le moment pas trouvé de réponse.

L'**analyse détaillée** de chaque FE **est reportée en annexes** pour ne pas alourdir notre propos. Pour plus de détails sur l'un ou l'autre de ces FE, se référer donc aux annexes.

**Trois méthodes de calcul de FE monétaires** ont été présentées.

- La première, la plus utilisée à ce jour, repose sur les **tableaux entrées-sorties à extension environnementale** ;
- La seconde utilise des **bilans carbone d'entreprises** de l'industrie pharmaceutique et leur chiffre d'affaires ;
- La dernière part d'**analyses de cycle de vie de produits pharmaceutiques**.

Nous avons converti tous les facteurs d'émissions trouvés dans une même unité, des kgCO<sub>2e</sub> par euros français de 2018. Cela permet de les comparer ; il faut bien se rappeler cependant, lors de telles comparaisons, que les FE sont toujours à replacer dans leur cadre physique d'origine, avec à médicament équivalent des technologies de production, un mix de fournisseurs et un mix énergétique associés.

Il en ressort que **nous trouvons des ordres de grandeur allant d'un peu moins de 150 kgCO<sub>2e</sub>/k€<sub>français2018</sub> à plus de 1500 kgCO<sub>2e</sub>/k€<sub>français2018</sub>**. La plage de valeurs est donc très large. Même pour une même zone de consommation, et avant utilisation de la parité de pouvoir d'achat (PPA), on peut trouver des valeurs assez différentes en fonction de la source : par exemple, dans le cas de la consommation de médicaments au Royaume-Uni en provenance de Chine, nous trouvons un FE d'environ 1150 kgCO<sub>2e</sub>/k£ avec la source {OCDE 2021} et d'environ 1700 kgCO<sub>2e</sub>/k£ avec la source {NHS 2021}. Comment expliquer de telles disparités ?

### Diversité des méthodologies et des données

De premières explications sont sans doute à chercher du côté de la **très grande diversité de méthodologies et de données utilisées**.

Les données proviennent de sources diverses, pas forcément concordantes à la base, et d'anciennetés variées. Il n'y a pas d'uniformisation de ces données selon tous les pays. Les FE sont parfois exprimés en prix de base, parfois en prix d'acquisition, et la plupart du temps ce n'est pas précisé (alors que le cas de la publication néerlandaise de 2022, qui donne à la fois en prix de base et en prix d'acquisition, nous montre que cela fait varier considérablement la valeur). Les méthodes de construction diffèrent entre TES, bilans carbone et ACV. Les tableaux entrées sorties, ainsi que leur extension environnementale sont également associés à des incertitudes liées aux différentes hypothèses nécessaires à leur construction.

Peut-être cette disparité s'explique-t-elle également par une faille dans notre méthodologie de conversion permettant de ramener tous les FE dans une même unité : nous n'avons pas trouvé cette méthodologie<sup>28</sup> dans la littérature, et avons dû la mettre au point nous-mêmes. Elle nous semble être cohérente et rigoureuse telle quelle, et cohérente avec notre expérience (des tableaux entrée/sortie notamment), mais **nous restons à l'écoute pour tout retour permettant une amélioration de cette méthodologie**.

---

<sup>28</sup> Expliquée en partie III/C.

## Deux des trois méthodologiques seulement adaptées à notre besoin

Notre besoin initial est le suivant : chiffrer les émissions de la consommation nationale de médicaments. Des trois grands types de méthodologies de construction de FE monétaires de médicaments étudiées, deux seulement nous semblent adaptées à ce besoin<sup>29</sup> : la méthode par TES et la méthode par ACV.

La méthode par bilans carbone des entreprises pharmaceutiques nous paraît inutilisable en l'état pour ce type de besoin, et à réserver à d'autres usages comme la décarbonation des industries dont elles font le bilan.

- En effet, les bilans carbone des entreprises pharmaceutiques n'étant pas répartis par pays, et ces entreprises étant internationales, **nous n'avons pas pu calculer des FE spécifiques à la consommation dans un pays donné**. Leurs lieux de production et de consommation sont agrégés dans un chiffre global : aussi, on ne peut pas les resituer dans un contexte de consommation précis.
- On peut cependant imaginer que ces bilans soient précisés ultérieurement par zones géographiques, et dans ce cas, la méthode de conversion pourrait être appliquée et les FE calculés seraient utilisables pour notre usage. En tous les cas, le calcul de tels bilans carbone est bien sûr utile pour les entreprises, afin qu'elles sachent **comment agir pour décarboner leurs activités**.

La méthode de reconstitution de FE monétaire avec des ACV paraît pour l'instant immature, car elle souffre du manque d'ACV publiés dans la littérature (pas assez d'ACV étant réalisés et encore beaucoup moins étant disponibles publiquement).

- Surtout, elle est à orienter plutôt vers une approche physique de calculs des émissions : si on a déjà les FE « physiques » calculés par les ACV, nul besoin de les ramener à des FE monétaires<sup>30</sup>.
- Ces FE permettent d'avoir accès à une connaissance beaucoup plus fine des émissions des médicaments étudiés qu'en se limitant au caractère moyen des FE TES. Ils sont donc **à privilégier pour aller plus loin dans la décarbonation** des émissions des médicaments (en raison des précisions qu'ils donnent sur les procédés de fabrication, sur l'origine des matières premières et machines utilisées etc.).

La méthode par TES a de son côté l'avantage de rendre possible l'obtention d'un facteur d'émissions moyen à partir d'un calcul simple, et il est possible par exemple de suivre son évolution dans le temps. De plus, et surtout, cette méthode permet de se référer spécifiquement aux achats de médicaments d'un pays.

## La méthode par Tableaux entrées-sorties (TES)

**Les FE TES sont cependant à manier avec précaution**. Notamment, au-delà des questions de périmètres, leur utilisation requiert de bien comprendre leur **domaine d'application**. En effet, ils sont produits pour une zone géographique de consommation donnée, avec son pouvoir d'achat associé, et à partir d'un ensemble de zones géographiques de provenance, et ils sont exprimés dans une certaine monnaie, pour une certaine année, en prix d'acquisition ou en prix de base. Se tromper sur leur domaine d'application peut mener à obtenir des résultats éloignés de la réalité.

On rappelle également que les FE TES **ne prennent en compte que les émissions associées à un flux monétaire**. Ils peuvent donc en négliger une partie. Par exemple, dans le cas des médicaments, les émissions des déplacements domicile-travail ayant lieu dans la chaîne de production (qui sont cependant probablement négligeables par rapport aux émissions totales, mais c'est à confirmer).

<sup>29</sup> C'est-à-dire le chiffrage des émissions de la consommation nationale de médicaments.

<sup>30</sup> A part pour vérifier que l'ordre de grandeur trouvé par ailleurs par les FE monétaires TES est bon, c'était bien le but du NHS dans sa publication.



Nous avons eu accès à quelques historiques d'évolution des FE sur les dernières décennies, présentés en annexes. **Ces historiques montrent des réductions parfois conséquentes** des FE des médicaments. Nous ne pouvons à ce jour pas en expliquer les causes, probablement partagées entre décarbonation des moyens de production et raisons strictement monétaires. On peut également se demander **si la décarbonation va/peut se poursuivre, et si oui comment ?**

L'analyse des différents FE trouvés, une fois ramenés en euros français de 2018, **confirme en tout cas un ordre de grandeur de plusieurs centaines de kgCO<sub>2e</sub>/k€ pour la consommation de médicaments en France.**

Cependant, la très grande disparité de ces FE, que nous ne savons pas départager à ce stade, nous a fait conclure que **nous ne sommes pas en mesure à ce jour de proposer nous-mêmes une valeur précise pour un FE des médicaments (ni une fourchette).**

### **A la fin, choisir une référence : la Base Empreinte de l'ADEME**

Notre approche pour calculer la mise à jour de l'empreinte carbone du secteur de la santé a été de choisir d'utiliser pour cela le facteur d'émissions de la Base Empreinte de l'ADEME, qui s'élève à 500 kgCO<sub>2e</sub>/k€, car **il s'agit du FE qui fait le plus référence à ce jour pour la consommation de médicaments en France.**

Cependant, à travers une discussion dans nos consultations portant spécifiquement sur ce FE de l'ADEME, il apparaît que ce chiffre n'aurait pas été mis à jour depuis longtemps, et que sa mise à jour risque d'entraîner une baisse.

Nous n'avons pas encore pu vérifier nous-mêmes cette affirmation. Mais celle-ci (ainsi que le fait d'observer certains FE trouvés dans nos recherches qui sont inférieurs au FE de l'ADEME) nous a amenés à refaire une deuxième fois, pour l'expérience, nos calculs de l'empreinte carbone du secteur de la santé. Pour ce deuxième calcul, nous avons pris une valeur plus basse du FE des médicaments, que nous avons fixée à 300 kgCO<sub>2e</sub>/k€ (le reste des calculs reste inchangé).

Cette valeur se situe dans les ordres de grandeur "bas" des FE que nous avons trouvés dans nos recherches, et **permet d'effectuer la vérification suivante** : si on baisse le FE des médicaments à cet ordre de grandeur, les conclusions de nos travaux, relativement à la place des médicaments dans le bilan carbone de la santé et à la façon de traiter leur décarbonation, sont-elles différentes ?

Or, même avec cette valeur, le poste des médicaments demeure prépondérant avec celui des dispositifs médicaux, et donc est une priorité de décarbonation pour le secteur. Ainsi, bien que les émissions totales du poste soient modifiées, nos conclusions demeurent les mêmes. Nous rappelons celles-ci dans la Conclusion de cette note.

## V. Conclusion

L'analyse réalisée sur les facteurs d'émissions monétaires met en évidence plusieurs éléments clés. Elle confirme notamment que :

- Un **ordre de grandeur de plusieurs centaines de kgCO<sub>2e</sub>/k€ pour la consommation de médicaments en France est correct**. Cela rappelle ainsi l'importance des émissions de GES associées aux achats de médicaments pour le système de santé français, donc l'importance à la fois de décarboner l'industrie pharmaceutique, et d'ajuster sans attendre la consommation de médicaments tant qu'une décarbonation suffisante à temps n'est pas certaine<sup>31</sup> ;
- Les facteurs d'émissions monétaires présentent de grandes incertitudes et il est important de comprendre comment ils sont construits pour bien les utiliser. Cela est notamment rappelé par la diversité des résultats obtenus (avec un facteur d'environ 10 entre le FE le plus bas et le FE le plus haut) ;
- L'utilisation de données économiques, et pas simplement physiques, apporte une variabilité supplémentaire aux résultats en fonction des conventions économiques choisies.

Finalement, **cette analyse renforce les conclusions du rapport « Décarboner la santé pour soigner durablement »**. Si les facteurs d'émissions monétaires sont très utiles pour obtenir rapidement un ordre de grandeur associés aux achats de médicaments par le système de santé français, **ils restent trop agrégés pour dépasser le simple constat**.

- En effet, avec un tel facteur d'émissions, il n'est pas possible de comprendre d'où proviennent spécifiquement les émissions de GES associées aux achats de médicaments. Proviennent-elles principalement de l'extraction des matières premières ? De la consommation d'énergie pour produire les API ? De l'utilisation de solvants ? Du packaging ?
- De plus, il n'est pas possible de comprendre quel type de médicaments est le plus émetteur. Il n'est pas non plus possible de différencier deux médicaments ou deux parcours de soins ayant le même bénéfice thérapeutique mais engendrant des émissions de GES différentes.
- Dit autrement, l'absence de données physiques publiquement disponibles par produit et type de produit sur leur cycle de vie oblige les acteurs à utiliser des facteurs d'émission monétaires. Ceux-ci sont pratiques pour établir des bilans carbone d'établissement ou de sous-secteurs de la santé (la photo) mais moins pour déterminer les bonnes politiques de décarbonation (le film). Pire, ceux-ci ne permettent pas de déterminer les marges et trajectoires physiquement possibles de décarbonation des industries, ils laissent pour seul horizon de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de résilience aux chocs énergétiques la réduction indifférenciée de la consommation de médicaments.

**Une double analyse des médicaments, par produit et sur leur cycle de vie, est donc clé pour guider les industriels, mais aussi les professionnels de santé vers une réduction des émissions de GES du système de santé français**. Pour favoriser l'émergence de telles connaissances, des mesures peuvent déjà être mises en place. Par exemple, nous proposons de rendre obligatoire la publication du contenu carbone des médicaments (et des dispositifs médicaux) pour obtenir ou renouveler l'autorisation de mise sur le marché (respectivement, le marquage CE) ou pour participer à des appels d'offres.

---

<sup>31</sup> Notamment en réduisant le gaspillage des médicaments, les médicaments non utilisés et la demande de soins en activant des leviers de prévention, promotion de la santé et juste soin.

Précisons également que pour faciliter la mise en place de telles mesures, nous souhaitons approfondir nos travaux sur les industries de santé (de médicaments et de dispositifs médicaux). Cela sera l'objet d'une partie de nos recherches en 2023 et 2024.

Rappelons néanmoins qu'il **n'est ni nécessaire d'attendre de pouvoir estimer les émissions des médicaments avec un plus faible niveau d'incertitude pour commencer à agir, ni raisonnable de le faire**. En effet, ni le changement climatique, ni les vulnérabilités de nos approvisionnements n'attendent la conclusion de nos études pour se manifester à nous de manière désagréable, et la plupart des leviers d'action sont connus.

Il n'est pas nécessaire de connaître les émissions exactes des médicaments sur tout leur cycle de vie pour savoir par exemple que réduire la consommation d'énergie fossile pour la production et le transport des médicaments, optimiser leur emballage ou encore limiter le gaspillage des médicaments non utilisés permettrait déjà de réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé, et limiterait sa vulnérabilité à des chocs énergétiques ou à des pénuries de matières.

Néanmoins, nous comptons sur les études à venir - les nôtres, celles que nous trouvons de plus en plus dans la littérature académique, celles que les industriels de la santé publieront et celles que commanderont les pouvoirs publics - pour éclairer les marges de manœuvres, la faisabilité des trajectoires de décarbonation et les décisions à prendre, et pour motiver les professionnels de santé et les décideurs à prendre en main la décarbonation de la Santé.

# Annexes

## A. Les facteurs d'émission exprimés à partir de Tableaux entrées-sorties

Dans toute cette section, les FE présentés ont été construits à partir de la méthodologie présentée partie III.

### 1. Les publications du NHS : 2008, 2009, 2021

#### a. Publication de 2008

##### Présentation du TES source

Le NHS England évalue pour la première fois en 2008 son empreinte carbone dans la source {NHS 2008}, en la calculant pour l'année 2004.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments est donné.

Il provient d'un TES pour lequel quelques détails sont précisés dans le document. Le TES est désigné par « **2004 UK input-output table** » et inclut une extension environnementale pour les émissions de CO<sub>2</sub> mais aussi d'autres GES qui ne sont pas clairement précisés (a priori CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O<sup>32</sup>). Le modèle a été mis au point par le « **SEI (Stockholm Environment Institute)** » pour le NHS, pour l'année 2004, et les données sur les émissions proviennent des « National Statistics Environmental Accounts ». Il divise l'économie en **178 secteurs**. Le TES est **a priori mono-régional**, mais ce n'est pas indiqué explicitement.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et **considérons donc par défaut que le FE prend en compte les émissions de l'extraction des matières premières à la sortie d'usine.**

Le FE médicaments est indiqué pour le secteur 68 du TES<sup>33</sup>. Il s'agit du secteur « **Pharmaceuticals, medicinal chemicals and botanical products** », qui n'est pas défini explicitement.

##### Résultats

Le FE est indiqué pour les émissions de CO<sub>2</sub> seulement puis tous GES confondus : **0,24 kgCO<sub>2</sub>/£** (attention CO<sub>2</sub> uniquement) et **0,27 kgCO<sub>2e</sub>/£<sup>34</sup>**.

Il s'agit de valeurs pour **2004**. Il n'est pas indiqué si le FE est exprimé en prix de base ou en prix d'acquisition.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **268 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

#### b. Publication de 2009

##### Présentation du TES source

Le NHS England fait une mise à jour de sa publication de 2008 en 2009 dans la source {NHS 2009}, cette fois-ci pour les années de 1992 à 2004.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments est donné.

<sup>32</sup> {NHS 2008}, p.3

<sup>33</sup> Ibid., Table 2 p. 21

<sup>34</sup> Ibid., Annexe 1 p. 23

Il provient d'un TES qui **semble être le même que celui utilisé en 2008**<sup>35</sup>. Il est également indiqué qu'un nouveau TES venait d'être produit lors de cette mise à jour<sup>36</sup>, passant du mono-régional au multirégional (c'est a priori ce modèle qui sera utilisé pour les publications ultérieures, notamment celle de 2021).

## Résultats

Des FE médicaments sont donnés à plusieurs endroits du document, a priori pour l'année **2004**, avec des valeurs différentes. Cette fois ci, l'unité utilisée semble n'inclure que du CO<sub>2</sub>.

- On peut trouver des valeurs pour quatre régions de provenance (UK, OECD Europe, Non-Europe OECD, Non OECD) et une moyenne à 0.56 kgCO<sub>2</sub>/£<sup>37</sup>.
- Il est également indiqué plus loin 0.54 kgCO<sub>2</sub>/£<sup>38</sup>.
- Des FE par région (UK, OECD Europe, Non-Europe OECD, Non OECD) sont également donnés provenant du TES multirégional, qui si on les moyenne en pondérant par les dépenses indiquées dans ce même tableau donnent une valeur de 0.92 kgCO<sub>2</sub>/£<sup>39</sup>.
- Enfin, on a des FE pour les années 1992 à 2004, dont la valeur pour 2004 est 0.54 ktCO<sub>2</sub>/M£<sup>40</sup>.

Si on prend la valeur de **0.56 kgCO<sub>2</sub>/£**, et qu'on la convertit en euros français de 2018, on obtient : **557 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

**Nous ne sommes pas en mesure d'expliquer pourquoi la valeur trouvée ici est si éloignée de celle qui était donnée en 2008**. On passe du simple au double alors que les publications se suivent d'un an seulement, il s'agit d'une valeur pour la même année (2004), et elle est a priori construite à partir du même modèle (sauf qu'en plus, ici, il ne semble plus s'agir que de CO<sub>2</sub>, alors qu'en 2008 il y avait aussi d'autres GES). Nous n'avons pas d'explication à cela.

Par ailleurs, il n'est pas indiqué explicitement si les valeurs sont en prix d'acquisition ou de base ; bien qu'on puisse trouver une référence à des "Expenditure at purchasers prices"<sup>41</sup>.

### c. Publication de 2021

#### Présentation du TES source

Le NHS England réévalue en 2021 son empreinte dans la source {NHS 2021}, en la calculant pour les années 1990 à 2019. Dans cette publication, ils utilisent des ratios monétaires issus de TES pour calculer les émissions des médicaments. Le TES utilisé est désigné par « **UK MRIO** ».

Ce TES est multirégional car il effectue une désagrégation géographique des flux monétaires en **quatre régions** : Royaume-Uni, Chine, Union européenne et Reste-du-monde, et divise l'économie en **106 secteurs**.

Si l'on se reporte à l'une des sources indiquées dans l'article en référence à ce modèle<sup>42</sup>, il y est indiqué que celui-ci a été construit par l'Université de Leeds à partir de données économiques du UK's Office of National Statistics pour les flux internes au Royaume-Uni, et du TES multirégional Eora de l'Université de Sydney pour les flux échangés avec l'étranger<sup>43</sup>.

<sup>35</sup> Ibid., p.60

<sup>36</sup> Ibid., p.80

<sup>37</sup> Ibid., p.14

<sup>38</sup> Ibid., p.68

<sup>39</sup> Ibid., tableau B2.11 p.80

<sup>40</sup> Ibid., p.81

<sup>41</sup> Ibid., p.87

<sup>42</sup> Owen A, Scott K, Barrett J. Identifying critical supply chains and final products: an input-output approach to exploring the energy-water-food nexus. Appl Energy 2018; 210: 632–42.

<sup>43</sup> {NHS 2021}, section 2.1.

Pour ce qui est de l'extension environnementale, la source indiquée est l'Agence Internationale de l'énergie<sup>44</sup> (du moins on le suppose : c'est ce qui se rapproche le plus d'une extension environnementale sur les GES, parmi les différents critères d'extension indiqués). Il est précisé que les données sur les **émissions incluent les autres GES que le CO<sub>2</sub>**<sup>45</sup>.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et **considérons donc par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**, du fait qu'il est fait quelques mentions à du « cradle-to-gate ».

Le secteur du TES qui est mis en correspondance des dépenses de médicaments est le secteur « **Basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations** ».

Nous ne sommes pas rentrés dans les détails de la fréquence de mise à jour de ce TES.

## Résultats

L'article donne en annexe les FE qu'il a utilisés, **pour les années 1997 à 2016 et pour quatre zones géographiques** de provenance des médicaments : Royaume-Uni, Union européenne, Chine et Reste-du-monde.

Il n'est pas précisé s'il s'agit de pounds courants ou constants ; on peut supposer par défaut qu'il s'agit de pounds constants. Il n'est pas non plus indiqué si les FE sont exprimés en prix de base ou en prix d'acquisition.

FE de la consommation du NHS England dans le secteur "Basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations" En kgCO <sub>2</sub> e/k£, selon quatre zones géographiques de provenance										
Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Royaume-Uni	2420	2270	1640	1660	1560	1420	1280	1390	1240	1080
Europe	640	640	650	680	640	600	540	570	550	520
Chine	7750	7620	7030	6160	5610	5760	6070	6140	5740	4990
Reste du monde	1880	1950	1820	1760	1720	1740	1700	1750	1570	1480
Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Royaume-Uni	1050	850	720	700	690	680	640	610	600	570
Europe	510	420	310	350	320	330	320	330	330	330
Chine	4560	3320	2830	2590	2280	2150	1940	1870	1780	1680
Reste du monde	1460	1300	1080	970	930	870	870	820	800	780

<sup>44</sup> Ibid., Table 1

<sup>45</sup> Ibid., section 2.1



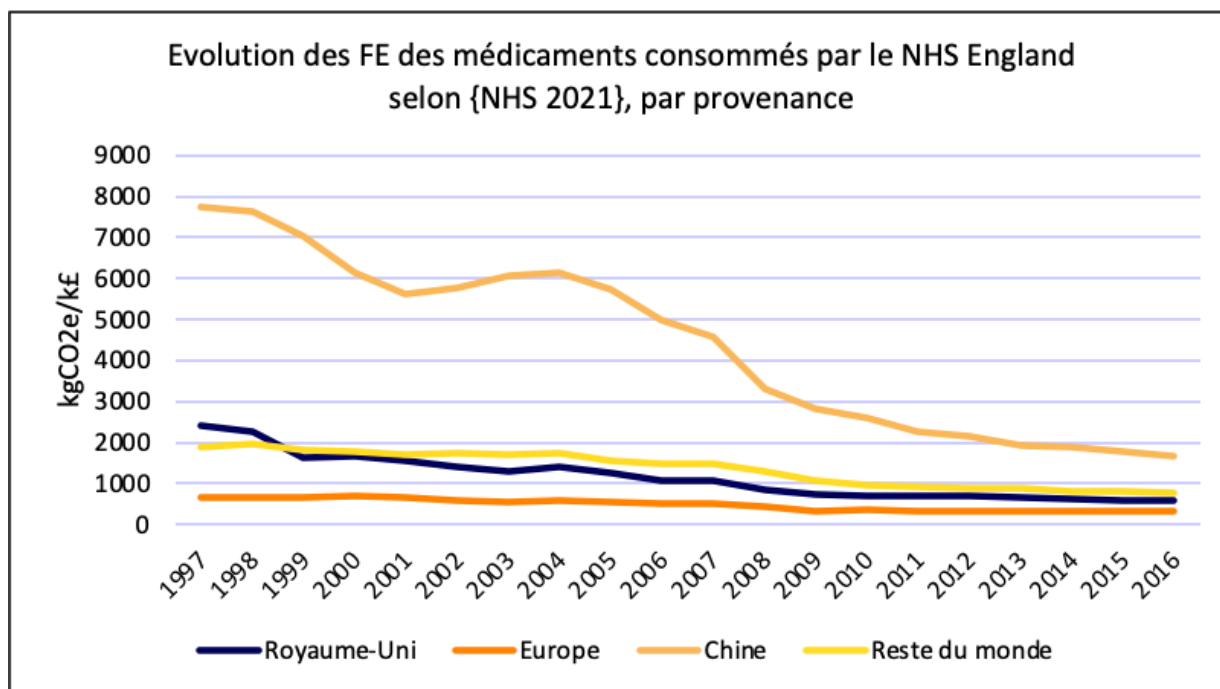


Figure 3 – Évolution des facteurs d'émissions des médicaments consommés par le NHS England par provenance

L'évolution de ces FE indique une forte baisse du FE des médicaments pour chaque zone au cours des deux décennies représentées – même pour l'Europe, dont la courbe est écrasée sur le graphique mais pour laquelle le facteur d'émissions divisé par presque deux. A ce stade, nous ne sommes pas en mesure d'expliquer les causes de ces baisses (cela peut par exemple être dû à une réelle décarbonation de l'intensité carbone de la production mais également à une hausse des prix des médicaments).

Il faut tout de même faire attention à ne pas mal interpréter les disparités régionales qui apparaissent en comparant ces courbes. La courbe Chine, par exemple, ne fait pas référence à des FE monétaires chinois, mais bien à des FE de consommation anglaise pour une provenance chinoise.

Ainsi, les valeurs très supérieures des FE estampillés Chine par rapport aux trois autres provenances ne signifient pas forcément que les médicaments chinois sont beaucoup plus carbonés que les autres (partie numérateur du FE). En effet, il faut aussi prendre en compte le coût des médicaments (partie dénominateur). Le NHS England n'achète sans doute pas aux mêmes prix ses médicaments selon leur provenance, et cela peut donc donner des valeurs différentes de FE pour un même médicament.

Par exemple, prenons le même médicament acheté par le Royaume-Uni deux fois. Une fois à l'UE et une à la Chine. Imaginons ensuite que ce médicament ait dans les deux cas été produit exactement de la même façon, en ayant émis la même quantité d'émissions. Faisons l'hypothèse que la Chine vend ce médicament au Royaume-Uni pour deux fois moins de pounds que ce qu'en demande l'UE. Ainsi, pour une même quantité d'émissions, on passe du simple (Chine) au double (UE) en termes de pounds, et donc si on prend le ratio pour calculer un FE monétaire, on passe du double (Chine) au simple (UE) en termes de FE.

Pourtant la production du médicament n'est pas plus carbonée pour le cas chinois, dans cet exemple : la différence de valeur vient du fait qu'avec la même quantité de pounds, on a accès à deux fois plus de médicaments en provenance de Chine qu'en provenance d'UE, et donc on émet deux fois plus d'émissions.

Il est possible que ce facteur joue dans les disparités régionales que l'on voit sur les courbes, et faute de plus de données, nous ne pouvons rendre compte des causes de ces différences.

Nous pouvons cependant calculer le FE anglais moyen, avec une provenance moyenne, en calculant la moyenne des FE régionaux pondérée par les dépenses qu'effectue le NHS England dans chacune des quatre régions. Ces dépenses sont également fournies par l'annexe de l'article<sup>46</sup>:

Dépenses du NHS England dans le secteur "Basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations" En M£, selon quatre zones géographiques de provenance										
Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Royaume-Uni	157	144	126	123	157	151	130	82,8	153	245
Europe	18,6	18,6	49,9	84,2	139	178	171	237	211	310
Chine	0,4	0,4	1,2	4,1	6,5	7,4	8,7	14,5	18,6	28,8
Reste du monde	43	31,8	79,4	165	332	286	252	356	427	500
Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Royaume-Uni	371	716	1087	1391	1364	1361	1540	1029	926	929
Europe	253	535	569	626	683	743	728	764	809	830
Chine	35,5	68,9	112	148	149	145	146	137	131	150
Reste du monde	579	810	860	945	1030	1119	1095	1148	1215	1395

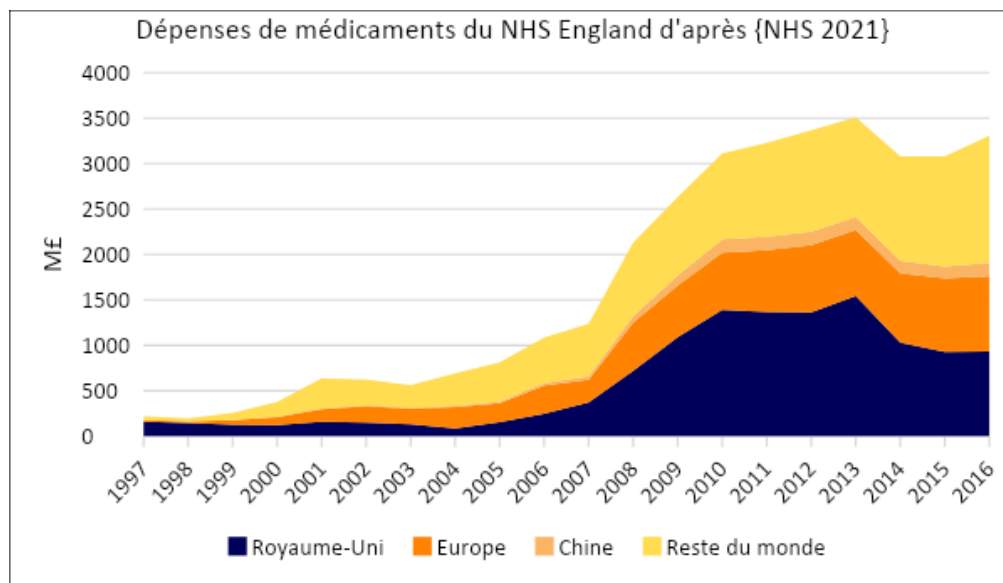


Figure 4 – Dépense de médicaments du NHS England

<sup>46</sup> Ibid., Table S5

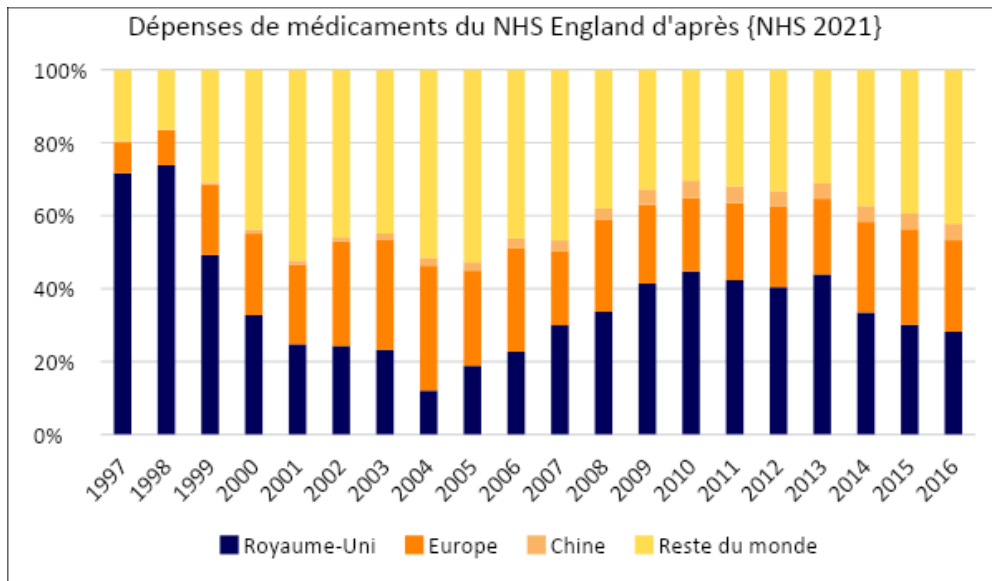


Figure 5 – Dépense de médicaments du NHS England

Quand on effectue la moyenne pondérée des FE, on obtient l'évolution suivante :

FE de la consommation du NHS England dans le secteur "Basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations" En kgCO <sub>2e</sub> /k£, provenance "moyenne"										
Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Provenance moyenne	2172	2073	1529	1534	1484	1384	1318	1394	1337	1209
Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Provenance moyenne	1232	993	839	801	762	729	700	675	658	649

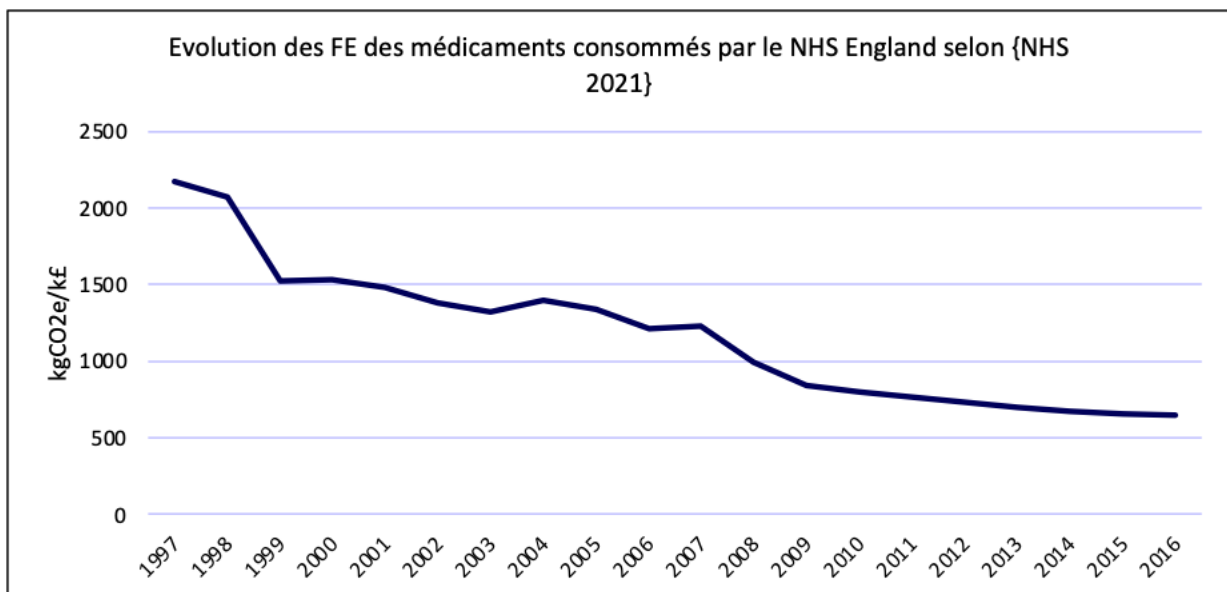


Figure 6 – Évolution des facteurs d'émissions des médicaments consommés par le NHS England

Enfin, on peut ramener ces FE annuels en pounds courantes à des FE en euros français de 2018 (en corrigeant de l'inflation et de la parité de pouvoir d'achat) :

FE de la consommation du NHS England dans le secteur "Basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations" En kgCO <sub>2e</sub> /k€ français de 2018, provenance "moyenne"										
Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Provenance moyenne	2080	2013	1503	1547	1510	1396	1327	1386	1323	1197
Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Provenance moyenne	1236	1001	863	845	825	805	739	731	724	719

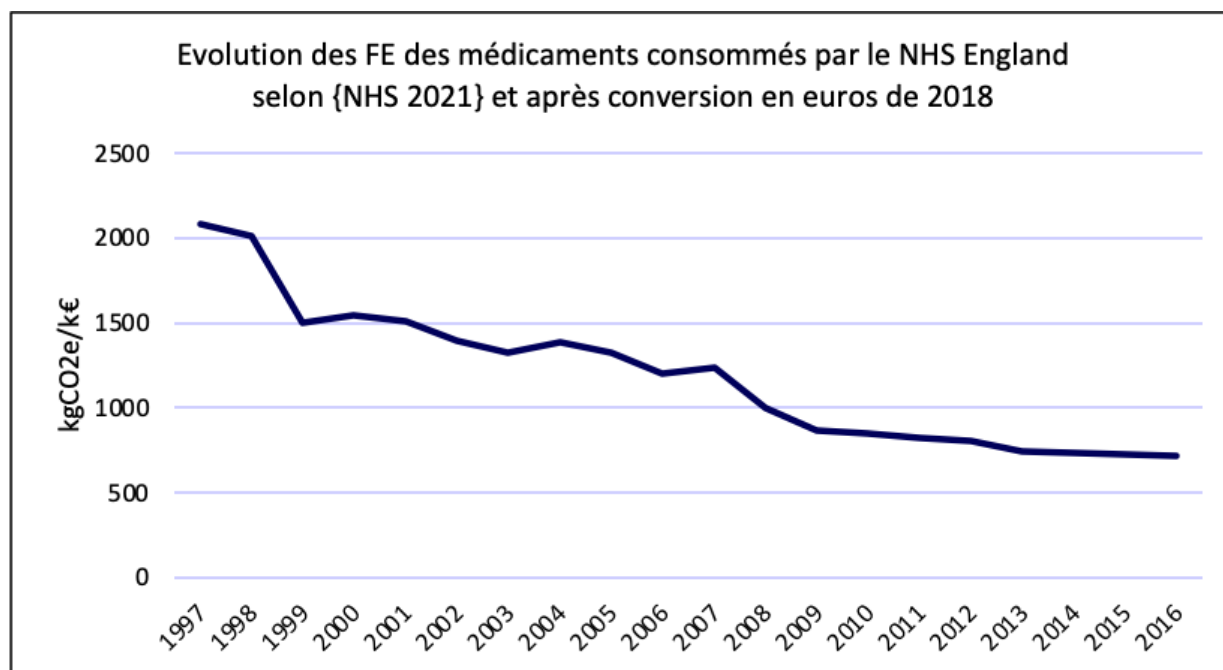


Figure 7 – Évolution des FE des médicaments consommés par le NHS England après conversion en euros français de 2018

On constate alors une division par trois du FE moyen sur les deux dernières décennies.

Malheureusement, à ce stade, nous ne sommes pas en mesure d'expliquer ce résultat, le changement de la répartition des fournisseurs étant peut-être une des explications.

## 2. Les publications Etats-Unis : 2009, 2016

### a. Publication de 2009

#### Présentation du TES source

L'empreinte carbone du système de santé américain est évaluée dans la source {Etats-Unis 2009}, pour l'année 2007.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments n'est pas explicitement donné, mais il est possible de le recalculer comme on le verra ci-dessous.

L'article, très court, donne quelques détails sur le TES à extension environnementale qu'il emploie. Le TES est nommé « **Environmental Input-Output Life-Cycle Assessment**

**(EIOLCA)** ». Les données environnementales à partir desquelles il est construit sont attribuées au « Carnegie Mellon University Green Design Institute ». Concernant les données économiques, elles proviennent du TES « Benchmark Producer Price input-output table » du « **US Bureau of Economic Analysis** ». Ces données datent de 1997, et donc, comme il est souligné en tant que limite, la structure industrielle avait potentiellement évolué en dix ans.

Les GES pris en compte sont les suivants : **CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et CFCs**<sup>47</sup>.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

## Résultats

Il n'y a pas de FE médicaments explicitement indiqué. Cependant, on retrouve dans l'article les **dépenses** en « Prescription drugs » considérées, et les **émissions associées**<sup>48</sup>. Aussi, en prenant le ratio émissions sur dépenses, on peut remonter au FE qui a dû être utilisé : **374.3 kgCO<sub>2e</sub>/k\$ de 1997**.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **554 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

Il n'est pas indiqué si on est en prix de base ou d'acquisition.

### b. Publication de 2016

#### Présentation du TES source

L'empreinte carbone du système de santé américain est évaluée une nouvelle fois dans la source {Etats-Unis 2016}, pour les années 2003 à 2013.

Tout comme la partie précédente un FE pour les médicaments n'est pas explicitement donné dans la publication, mais il est possible de le recalculer.

Le TES employé semble être le même que celui de la publication de 2009 : il est désigné par « **economic input-output life cycle assessment (EIOLCA)** ». De même, les données économiques viennent du « Bureau of Economic Analysis ». Les données d'émissions viennent quant à elles de la « Environmental Protection Agency (EPA) » et de l'« Energy Information Administration (EIA) ».

Les GES pris en compte ne sont pas indiqués mais l'unité des CO<sub>2e</sub> laisse entendre qu'il ne s'agit **pas que du CO<sub>2</sub>**.

Il est indiqué que les données du TES sont pour l'année 2002<sup>49</sup>, et les évaluations pour chaque année n'évoluent donc que parce que les dépenses de santé évoluent ; mais la structure de l'économie prise en compte reste la même.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

## Résultats

Il n'y a pas de FE médicaments explicitement indiqué.

Cependant, l'article indique les émissions des « Prescription Drugs »<sup>50</sup>; et il est également possible de remonter aux dépenses de santé utilisées<sup>51</sup>. Aussi, si on prend le ratio entre

---

<sup>47</sup> {Etats-Unis 2009}, p.2

<sup>48</sup> Ibid.

<sup>49</sup> {Etats-Unis 2016}, p.16

<sup>50</sup> Ibid., Table 1 p.5

<sup>51</sup> Ibid., p.3 indique que les dépenses de santé sont issues de l'article suivant :

Centers for Medicare & Medicaid Services. National Health Expenditure Data. Available:

<http://www.cms.gov/Research-Statistics-Data-and-Systems/Statistics-Trends-and-Reports/NationalHealthExpendData/index.html>.

Accessed 22 November 2015

On peut y télécharger les "NHE Tables (ZIP)", dans lesquelles on trouve la "Table 16 Retail Prescription Drugs Expenditures".

émissions et dépenses pour l'année 2003 (la plus proche de 2002), on trouve : **328 kgCO<sub>2e</sub>/k\$ de 2003**.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **623 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

Il est indiqué qu'il s'agit de **prix d'acquisition**<sup>52</sup>.

### **3. Article 2018 de l'empreinte santé Canada**

#### **Présentation du TES source**

L'empreinte carbone du système de santé canadien est évaluée dans la source {Canada 2018}, pour les années 2009 à 2015.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments est donné.

Il provient du TES « **Open IO Canada** »<sup>53</sup> dont la publication fournit une présentation<sup>54</sup>. Ce TES est à **extension environnementale**, et a été produit par le « **Centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG)** » de l'École Polytechnique de Montréal. Il divise l'économie en **112 secteurs**. Les données économiques tout comme les données sur les émissions proviennent de « **Statistics Canada** ». Le TES est **monorégional mais augmenté en multirégional**<sup>55</sup> en le liant au TES Exiobase pour ce qui est des régions étrangères au Canada.

Les GES pris en compte sont les suivants : **CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O**<sup>56</sup>.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

Les médicaments sont désignés dans l'article sous deux catégories : « Prescribed Drugs » et « Nonprescribed Drugs ». Ces catégories de dépenses sont mises en correspondance du secteur du TES « **Pharmaceutical and medicinal products** »<sup>57</sup>. Nous n'avons donc pas eu accès à une définition explicite de ce secteur.

#### **Résultats**

Le FE est le même pour les deux catégories (« Prescribed Drugs » et « Nonprescribed Drugs »).

Il est indiqué dans les limites de l'étude<sup>58</sup>, que la structure du TES date de 2009 : ainsi, dans l'article, les dépenses de santé évoluent de 2009 à 2015 pour calculer les empreintes annuelles successives, mais la structure de l'économie et les FE associés restent identiques à ceux de 2009. Le FE médicament est donc **un FE de 2009**.

Il n'est pas indiqué s'il est exprimé en prix de base ou en prix d'acquisition.

La publication donne donc un facteur d'émissions de **253 tCO<sub>2e</sub>/million C\$ de 2009**<sup>59</sup>.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **551 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

### **4. Article 2018 de l'empreinte santé Australie**

#### **Présentation du TES source**

<sup>52</sup> Ibid., p.3

<sup>53</sup> CIRAIG. Open IO-Canada. Montreal.

<sup>54</sup> {Canada 2018}, p.4-5

<sup>55</sup> Selon la documentation trouvée <https://github.com/CIRAIG/OpenIO-Canada>

<sup>56</sup> {Canada 2018}, p.6

<sup>57</sup> Ibid., Table 1 p. 5,

<sup>58</sup> Ibid., p.13

<sup>59</sup> Ibid. Table 2 p. 7



L’empreinte carbone du système de santé australien est évaluée dans la source {Australie 2018}, pour l’année financière 2014-2015.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments est donné.

Il provient d’un TES dont **l’extension environnementale a été produite par les auteurs**<sup>60</sup>. Les données économiques proviennent d’un TES économique produit par l’**Australian Bureau of Statistics**, divisant l’économie australienne en 1284 secteurs. Les auteurs ont utilisé un outil nommé « Australian Industrial Ecology Virtual Laboratory » pour agréger ces 1284 secteurs en **360 secteurs**. Les données sur les émissions proviennent quant à elles de deux sources, toutes les deux du « **Department of Climate Change and Energy Efficiency** » australien. L’article n’est pas explicite là-dessus, mais les sources indiquées laissent à penser que ce TES est **monorégional** : aussi, les émissions importées sont forcément traitées avec moins de précision que dans le cas d’un TES multirégional.

La liste des GES pris en compte n’est pas donnée, mais l’unité utilisée étant le CO<sub>2e</sub>, il ne s’agit **pas que du CO<sub>2</sub>**.

Nous n’avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu’il s’arrête en sortie d’usine**.

Les médicaments sont désignés dans l’article sous deux catégories : « Benefit-paid pharmaceuticals » et « All other medications ». Il s’agit simplement d’une distinction entre les médicaments dont l’achat est subventionné par le gouvernement australien ou non.

La méthodologie qui a été employée pour mettre en correspondance les dénominations des postes de dépenses de santé avec les secteurs du TES est expliquée, mais la correspondance elle-même n’a pas été publiée, c’est-à-dire qu’il n’y a pas de tableau indiquant pour chaque poste de dépense quel est le nom du secteur TES qui lui a été associé<sup>61</sup>. Nous n’avons donc pas eu accès à la définition explicite des médicaments pris en compte.

## Résultats

Le FE est le même pour les deux catégories (« Benefit-paid pharmaceuticals » et « All other medications »). Il est donné, pour l’année financière **2014-2015, en prix d’acquisition**<sup>62</sup>.

La publication donne donc un facteur d’émissions de **0.333 ktCO<sub>2e</sub>/million AUS\$**<sup>63</sup> (le FE en émissions directes est également donné : 0.136 ktCO<sub>2e</sub>/million AUS\$).

Si l’on convertit en euros français de 2018, on obtient : **827 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

## 5. Article 2019 de l’empreinte santé Chine

### Présentation du TES source

L’empreinte carbone du système de santé chinois est évaluée dans la source {Chine 2019}, pour l’année 2012.

Dans cette publication est présenté un FE pour les « **NHP pharmaceuticals** »<sup>64</sup>, c’est-à-dire correspondant à des dépenses de médicaments achetés hors des hôpitaux (« non-hospital purchased »).

Ce FE provient d’un TES mono-régional, qui ne modélise que l’économie chinoise et non les autres régions du monde. Le TES est issu des « Input-Output Tables of China » produites pour

<sup>60</sup> {Australie 2018}, La méthodologie est expliquée p. 3 de l’article et p. 7 de son annexe.

<sup>61</sup> Ibid. Annexe, section B4 p. 10

<sup>62</sup> Ibid. p.3

<sup>63</sup> Ibid., table 3 p.5

<sup>64</sup> {Chine 2019}, p.4

l'année 2012 par le National Bureau of Statistics of China, et divisant l'économie en **46 secteurs**.

Cependant, ce TES n'est pas à extension environnementale, et c'est l'auteur de l'article qui a réalisé lui-même l'extension. Il a pour cela utilisé le « China Energy Statistical Yearbook 2014 » du National Bureau of Statistics of China.

Les émissions considérées couvrent **les émissions de CO<sub>2</sub>, de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O**.

Pour les besoins de la publication, le périmètre géographique du TES a été coupé des importations : en effet, comme le TES ne modélise pas les économies étrangères, les émissions dues aux importations souffrent d'une grande incertitude. Or, l'auteur de l'article a fait l'hypothèse qu'il ne négligeait les émissions importées, qu'il estime à environ 6% des émissions du secteur. Aussi, les FE qui ont été utilisés, dont celui des médicaments, ne concernent qu'une production exclusivement chinoise.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

Nous n'avons pas trouvé à quel secteur du TES étaient reliées les dépenses de « NHP pharmaceuticals », mais les secteurs sont listés dans l'annexe et on peut supposer qu'il s'agit du secteur « Medical and pharmaceutical products ». Nous n'avons en revanche pas trouvé de définition détaillée de ce secteur.

## Résultats

L'article donne un FE, a priori pour **2012**, de **169 (142–195) tCO<sub>2e</sub>/millions de CNY**<sup>65</sup> (il met face à ce FE « empreinte » un FE « émissions directes » qui vaut quant à lui 15 (12–18) tCO<sub>2e</sub>/millions de CNY, soit environ dix fois moins).

Il n'est pas indiqué clairement si ce FE est exprimé en prix de base ou en prix d'acquisition (bien qu'en annexe, l'auteur fasse mention à des « basic prices », mais il s'agit alors d'une comparaison qu'il effectue avec un autre TES et il n'est pas certain qu'il ait usé de la même méthode dans son article).

Si l'on exprime le FE en euros français de 2018, cela nous donne un FE de **956 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

## 6. Article 2020 de l'empreinte santé Japon

### Présentation du TES source

L'empreinte carbone du système de santé japonais est évaluée dans la source {Japon 2020}, pour les années 2011 à 2015. Cette publication mentionne un facteur d'émissions pour les médicaments<sup>66</sup>.

Ce FE provient d'un TES désigné par « **2011 Japanese input-output tables** » dans la publication, produit par le Japanese Ministry of Internal Affairs and Communications en 2016. La source qui est indiquée pointe vers une documentation rédigée en japonais, nous n'avons donc pas pu récolter d'autres détails que ceux donnés directement dans l'article. Nous ne savons pas par exemple si le TES est mono- ou multirégional. Il divise l'économie en **397 secteurs**.

Sa dernière mise à jour à la date de publication est indiquée pour l'année 2011, aussi les données sur **les flux économiques de ce TES reflètent l'économie japonaise de 2011**, même si les auteurs les utilisent également pour les années suivantes.

---

<sup>65</sup> Ibid.

<sup>66</sup> {Japon 2020}, p.9

L'extension environnementale a été réalisée par les auteurs. Les GES pris en compte sont les suivants : **CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> et NF<sub>3</sub>**. Les données utilisées proviennent de deux sources : le « Japan National Report of GHGs Inventory » (le NRI remis à la CCNUCC par le Japon) et les « Energy Balance Table » produites par la Japanese Agency for Natural Resources and Energy. Les auteurs ont dû procéder à une allocation des émissions aux 397 secteurs car la désagrégation sectorielle des deux sources n'était pas la même que celle du TES.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

Nous n'avons pas trouvé à quel secteur du TES étaient reliées les dépenses de médicaments, et n'avons donc pas trouvé de définition détaillée de ce secteur.

## Résultats

L'article fait plusieurs mentions à des FE, a priori pour **2011**, liés à des médicaments.

La plus explicite est de **1.19 tCO<sub>2e</sub>/mJPY**<sup>67</sup>.

On en trouve également l'activité « Dispensing of pharmaceuticals at a pharmacy or dispensing pharmacy » qui correspond probablement à la vente de médicaments en pharmacies et est chiffrée à 1.22 tCO<sub>2e</sub>/mJPY<sup>68</sup> ; il y a également l'activité « Medicine purchased directly by households and offices » qui est chiffrée à 1.91 tCO<sub>2e</sub>/mJPY. Ces deux dernières activités n'étant pas clairement explicitées, on ne sait pas si leur périmètre s'étend au-delà des médicaments, et on retiendra le premier des trois chiffres.

Il n'est pas indiqué si ces FE sont exprimés en prix de base ou en prix d'acquisition.

Si on exprime le FE en euros français de 2018, cela nous donne un FE de **180 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

## 7. Article 2020 de l'empreinte santé Autriche

### Présentation du TES source

L'empreinte carbone du système de santé autrichien est évaluée dans la source {Autriche 2020}, pour les années 2005, 2010 et 2014.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments est donné dans l'annexe (non disponible en ligne, partagée par les auteurs).

Le TES utilisé est « Eora », qui est **multirégional** et à **extension environnementale** (190 pays, 15909 secteurs au total, ce qui fait environ **80 secteurs** par pays en moyenne).

Pour cette publication, **seul le CO<sub>2</sub>** est pris en compte, à l'exclusion des autres GES : ils indiquent que c'est pour éviter une forte incertitude en renvoyant à une autre publication<sup>69</sup> pour l'explication plus détaillée.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

Il semblerait que le FE médicaments ne soit pas mis en correspondance d'un unique secteur du TES, mais qu'il soit reconstruit par les auteurs à partir de plusieurs données du TES<sup>70</sup>.

<sup>67</sup> Ibid.

<sup>68</sup> Ibid., Table1 p.3

<sup>69</sup> Pichler, P.-P., Jaccard, I.S., Weisz, U., Weisz, H., 2019. International comparison of health care carbon footprints. Environmental Research Letters 14 (6), 064004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab19e1>.

<sup>70</sup> {Autriche 2020}, Annexe p.4-5

## Résultats

Le FE « pharmaceuticals » pour les années 2005 et 2010, vaut **0.40 kgCO<sub>2</sub>/€ autrichien en 2005** et **0.31 kgCO<sub>2</sub>/€ autrichien en 2010**<sup>71</sup>.

Il n'est pas complètement clair si les FE sont exprimés en prix d'acquisition ou en prix de base. Le plus probable est en prix d'acquisition, car comme les dépenses de santé qui ont été utilisées étaient en prix d'acquisition, il a fallu convertir les FE obtenus à partir d'Eora, qui étaient en prix de base, en prix d'acquisition<sup>72</sup>. Mais il n'est pas indiqué si les FE affichés sont ceux avant ou après conversion.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **615 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** (FE de 2005) et **450 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** (FE de 2010).

## 8. Article 2022 de l'empreinte santé Pays-Bas

### Présentation du TES source

L'empreinte carbone du système de santé néerlandais est évaluée dans la source {Pays-Bas 2022}, pour l'année 2016.

Dans cette publication, un FE pour les médicaments n'est pas explicitement donné, mais il est possible de le recalculer comme on le verra ci-dessous.

Les données proviennent du TES « **Exiobase (version 3.7)** » qui est un TES **multirégional** qui possède déjà une **extension environnementale** et divise l'économie en **plus de 150 secteurs**.

Les GES pris en compte sont les suivants : **CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>**<sup>73</sup>.

Nous n'avons pas trouvé une définition claire du périmètre « physique » et considérons donc **par défaut qu'il s'arrête en sortie d'usine**.

Les dépenses concernées sont des dépenses en « pharmaceuticals and chemical products » que les auteurs ont fait correspondre dans Exiobase au secteur « **Chemicals Not Elsewhere Classified** ».

Il est ainsi avancé la limite suivante : ce secteur est hétérogène et n'est pas spécifique aux médicaments, car il contient également d'autres types de produits chimiques. Ils ne détaillent pas les produits de ce secteur.

## Résultats

Il n'y a pas de FE médicaments explicitement indiqué. Cependant, l'article et son annexe donnent les **dépenses** en « Pharmaceuticals and chemical products » considérées, et les **émissions associées** : aussi, en prenant le ratio émissions sur dépenses, on peut remonter au FE qui a dû être utilisé.

On peut trouver les chiffres dans l'article et dans son annexe. Concernant les dépenses, elles sont converties des prix d'acquisition aux prix de base, et s'élèvent à 5639 M€ en prix d'acquisition, et 3778 M€ en prix de base<sup>74</sup>.

Les émissions en revanche ne sont pas reportées de manière cohérente entre l'article et l'annexe : on peut en effet relever la valeur de 4909 ktCO<sub>2e</sub><sup>75</sup>, mais également celle de 7239 ktCO<sub>2e</sub><sup>76</sup>.

<sup>71</sup> Ibid., Table S3 p. 5 de l'annexe

<sup>72</sup> Ibid., Annexe, p. 3

<sup>73</sup> {Pays-Bas 2022}, Annexe, p. 14 et 30

<sup>74</sup> Ibid., Table p.5

<sup>75</sup> Ibid., p.5

<sup>76</sup> Ibid., Annexe, table S8 p.23

On peut ainsi calculer les FE suivants (pour **2016**) :

Facteurs d'émissions (kgCO <sub>2e</sub> /k€ néerlandais de 2016)		Prix d'acquisition (M€)	Prix de base (M€)
		5639	3778
Emissions	4909	871	1299
(ktCO <sub>2e</sub> )	7239	1284	1916

Si l'on convertit en euros français de 2018 (les valeurs de dépenses apparaissent toujours en euros néerlandais de 2016 dans le tableau), on obtient :

Facteurs d'émissions (kgCO <sub>2e</sub> /k€ français de 2018)		Prix d'acquisition (M€)	Prix de base (M€)
		5639	3778
Emissions	4909	1224	1826
(ktCO <sub>2e</sub> )	7239	1805	2693

Ces résultats sont surprenants : ils sont **très élevés par rapport aux résultats qu'on trouve dans les autres études**, alors qu'ils correspondent en plus à des FE récents de 2016. Nous ne savons pas quelle en est l'explication.

L'article en avance une relative à la catégorisation non spécifique des dépenses en médicaments qu'ils ont dû faire dans Exiobase : comme dit précédemment, ils ont dû les faire, par défaut, correspondre à un secteur non spécifique (« Chemicals Not Elsewhere Classified »). Or, ils citent une étude<sup>77</sup> qui montrerait que les médicaments produits aux Pays-Bas sont trois fois moins carbonés que les autres produits rangés dans ce secteur. L'étude n'est pas disponible en ligne, sauf l'abstract qui semble quant à lui avancer une diminution de 11 % plutôt qu'une division par trois.

Il est donc possible qu'une partie au moins de l'explication vienne du caractère non-spécifique du FE utilisé, mais nous ne pouvons pas conclure faute d'avoir accès à plus de données.

## 9. Les publications internationales : 2019, 2019 et 2020

### a. Article 2019 empreinte santé International 1

La source {International 1 2019} établit l'empreinte carbone du système de santé des pays de l'OCDE ainsi que de l'Inde et de la Chine. Cette source ne donne pas de FE pour les médicaments.

### b. Article 2019 empreinte santé International 2

La source {International 2 2019} établit l'empreinte carbone du système de santé mondial, ainsi que de 43 pays en particulier. Cette source ne donne pas de FE pour les médicaments.

### c. Article 2020 empreinte santé Monde

La source {Monde 2020} établit, entre autres, l'empreinte carbone du système de santé mondial. Cette source ne donne pas de FE pour les médicaments.

## 10. Données des tableaux entrées-sorties

Les données de cette partie ont la particularité de se référer à des publications ou des modèles qui ne concernent pas directement les systèmes de santé.

<sup>77</sup> Hagedoorn RH. The carbon and material footprint of the Dutch consumption of pharmaceuticals. MSc thesis, Leiden University, 2022: 71.

## a. Référence 2022 empreinte États-Unis

### Présentation du TES source

La source {États-Unis 2022} permet depuis plusieurs années aux États-Unis d'estimer leur empreinte environnementale (Consommation d'énergie, impact sur la santé, impact sur la couche d'ozone, utilisation des sols, etc) associée à leurs activités. Elle sert d'outil d'aide à la décision et permet de connaître les biens et services ayant le plus faible impact environnemental suivant plusieurs critères. Mis à jour pour la dernière fois en 2022, le modèle sur lequel se base la source repose sur des tableaux entrées-sorties économiques de 2012, divise l'économie Américaine en 411 catégories et comporte une extension environnementale<sup>78</sup>.

Parmi les critères étudiés et pris en compte par ce modèle, il y a notamment les gaz à effet de serre.

Les données environnementales utilisées dans ces tableaux sont de 2016 et proviennent de l'EPA (Environmental Protection Agency). Elles prennent en compte l'ensemble des gaz à effet de serre (Dioxyde de carbone, méthane, etc)<sup>79</sup> et excluent le carbone biogénique et les émissions provenant de la biomasse.

Les données économiques prises proviennent de tableaux entrées-sorties et sont exprimées en prix de base en dollar de 2012.

Les FE monétaires sont donc exprimés en **prix de base**, en kgCO<sub>2</sub> équivalent par dollar de 2012.

Dans les 411 catégories de commodités, 4 entrent dans le périmètre de l'industrie pharmaceutique :

- « Medicinal and botanical manufacturing » avec le code NAICS : 325411 (il s'agit du code utilisé pour classer les industries américaines) ;
- « Pharmaceutical preparation manufacturing » avec le code NAICS : 325412
- « In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing » avec le code NAICS : 325413
- « Biological product (except diagnostic) manufacturing » avec le code NAICS : 325414

En regardant les descriptions de ces secteurs, on constate que :

- « Medicinal and botanical manufacturing » ne correspond pas directement aux médicaments tels qu'ils sont consommés. Il correspond plutôt aux produits chimiques médicamenteux brut qui permettent leur production<sup>80</sup>.
- « Pharmaceutical preparation manufacturing » correspond bien directement aux médicaments. Pour être plus précis, ce secteur correspond à « la fabrication de substances de diagnostic in vivo et de préparations pharmaceutiques (à l'exception des produits biologiques) destinées à la consommation interne et externe sous forme de doses, telles que des ampoules, des comprimés, des capsules, des flacons, des pommades, des poudres, des solutions et des suspensions »<sup>81</sup>.
- « In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing » correspond aux dispositifs de tests médicaux comme les tests de grossesse. Pour être plus précis, ce secteur correspond à « la fabrication de substances de diagnostic in vitro (c'est-à-dire non absorbées par voie interne), telles que les substances chimiques, biologiques ou radioactives. Ces substances sont utilisées pour des tests de diagnostic effectués dans des tubes à essai, des boîtes de Petri, des machines et d'autres dispositifs de type test de diagnostic. »<sup>82</sup>

<sup>78</sup> <https://www.nature.com/articles/s41597-022-01293-7#Equ4>

<sup>79</sup> [https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-01/documents/2018\\_complete\\_report.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-01/documents/2018_complete_report.pdf)

<sup>80</sup> <https://www.census.gov/naics/?input=325411&year=2022&details=325411>

<sup>81</sup> ibid

<sup>82</sup> ibid



- « Biological product (except diagnostic) manufacturing » correspond aux médicaments biologiques. Pour être plus précis, ce secteur correspond à « la fabrication de vaccins, d'anatoxines, de fractions sanguines et de milieux de culture d'origine végétale ou animale (à l'exception des diagnostics) »<sup>83</sup>.

Enfin, les émissions de GES prises en compte s'arrêtent à la production des produits. Leur transport, leur stockage et leur vente final ne sont pas pris en compte. Ainsi, de tels FE ne rendent notamment pas compte du Fret entre l'usine et le lieu de vente.

## Résultats

Les FE monétaires des 4 catégories sont :

- **681 kgCO<sub>2e</sub>/kUS\$** de 2012 pour « Medicinal and botanical manufacturing ».
- **223 kgCO<sub>2e</sub>/kUS\$** de 2012 pour « Pharmaceutical preparation manufacturing »
- **176 kgCO<sub>2e</sub>/kUS\$** de 2012 pour « In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing »
- **96 kgCO<sub>2e</sub>/kUS\$** de 2012 pour « Biological product (except diagnostic) manufacturing »

Si nous les convertissons en euros français de 2018, nous obtenons les résultats suivants :

- **1349 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** pour « Medicinal and botanical manufacturing ».
- **442 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** pour « Pharmaceutical preparation manufacturing »
- **349 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** pour « In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing »
- **190 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018** pour « Biological product (except diagnostic) manufacturing »

### b. Référence 2020 empreinte industrie des États-Unis

#### Présentation du TES source

Les FE monétaires analysés ici reposent également sur le modèle USEEIOv2.0.1. Tandis que les quatre FE monétaires présentés dans la partie précédente n'ont pas été construits pour être directement utilisés<sup>84</sup>, ceux présentés dans cette partie font partie d'une publication qui vise spécifiquement à aider les entreprises à estimer les émissions de leur chaîne d'approvisionnement (scope 3).

De plus, à la différence des FE précédents, ils sont disponibles pour les années entre 2010 et 2016, ils sont exprimés en **prix d'acquisition** en dollars de 2018 et leur **valeur est désagrégée par GES**. Toutes ces informations sont précieuses pour comprendre la part de chaque GES dans les émissions totales et pour comprendre leur évolution au cours du temps.

Enfin, leur valeur est désagrégée en :

- une valeur pour l'extraction, le prétraitement des matières premières et la production des médicaments. Cette valeur est appelée « FE sans marge » ;
- une valeur pour leur transport et leur stockage (au niveau de leur lieu de vente). Cette valeur est appelée : « FE avec marge ».<sup>85</sup>

Les utilisateurs finaux des produits (par exemple les patients) trouveront les FE avec marges plus appropriés à leur utilisation. Les organisations qui achètent des produits intermédiaires à la sortie de l'usine (par exemple les officines) trouveront les FE sans marge plus appropriés.

Les FE présentés sont donc une version plus complète et détaillée des FE décrits précédente.

<sup>83</sup> ibid

<sup>84</sup> Il s'agit de données construites et utilisées pour les tableaux entrée-sortie nationaux, par pour être utilisées directement par les industries ou les individus pour leur bilan carbone

<sup>85</sup> [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=349324](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=349324)

Ils sont toujours construits à partir de données environnementales de 2010 à 2016 de l'EPA (Environmental Protection Agency) qui prennent en compte l'ensemble des gaz à effet de serre (Dioxyde de carbone, méthane, etc)<sup>86</sup> et excluent le carbone biogénique et les émissions provenant de la biomasse.

Les données économiques proviennent des tableaux entrées-sorties du Bureau d'Analyse Économique (BEA, 2019a).

Leur calcul repose sur une hypothèse importante que l'on retrouve habituellement dans ce type d'étude (UN, 2018) : l'hypothèse technologique<sup>87</sup>. Cela signifie qu'ils supposent que les biens importés sont produits avec les mêmes technologies que celles utilisées sur le territoire (par exemple avec les mêmes besoins en matière première). Cette hypothèse sous-estime les émissions de GES lorsque les manières de produire un bien sur un territoire sont moins carbonées que les manières de la produire à l'international.

Les FE monétaires sont ensuite exprimés en **prix d'acquisition**, en kgCO<sub>2</sub> équivalent par dollar de 2018.

Les FE monétaires retenus dans cette partie de l'analyse sont les mêmes que précédemment :

- « Medicinal and botanical manufacturing » ;
- « Pharmaceutical preparation manufacturing » ;
- « In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing » ;
- « Biological product (except diagnostic) manufacturing ».

Cette fois-ci, ils concernent les années entre 2010 et 2016. Pour chacun de ces quatre FE monétaires, 2 valeurs sont disponibles. Une sans marge et une avec marge. Ces deux valeurs correspondent aux périmètres décrits sur la figure 8.

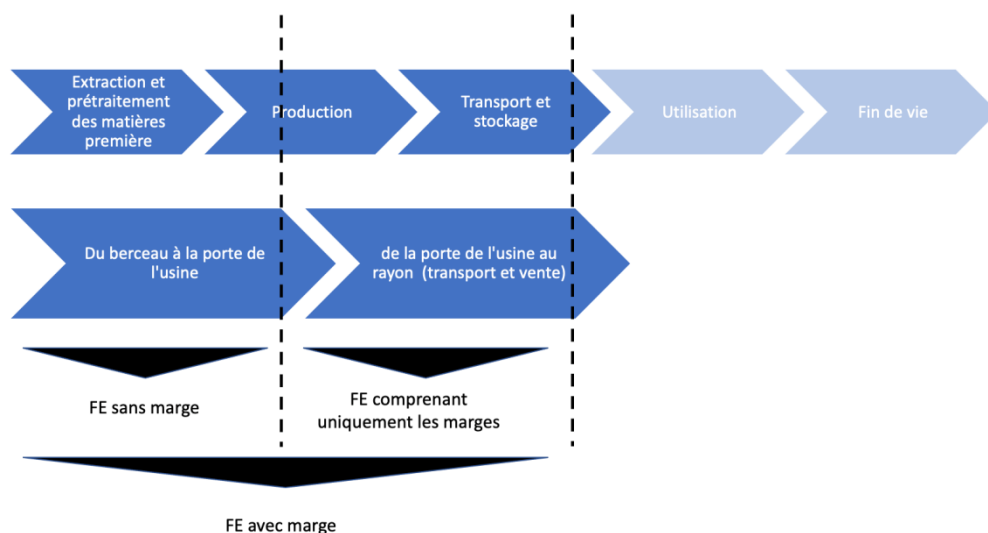


Figure 8 – Différence de périmètre entre les facteurs d'émissions avec marge et sans marge<sup>88</sup>

## Résultats

En prenant les PRG-100 des différents GES pris en compte pour les FE monétaires, nous sommes en mesure d'en déduire les valeurs des 4 FE monétaires en kgCO<sub>2e</sub>.

<sup>86</sup> [https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-01/documents/2018\\_complete\\_report.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-01/documents/2018_complete_report.pdf)

<sup>87</sup> industry-technology assumption

<sup>88</sup> [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=349324](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=349324)

Pour le cas des FE sans marge, qui prennent en compte les émissions de l'extraction des matières premières à la sortie des lots de l'usine, les valeurs sont détaillées figure 9.

kgCO2e/kUS\$ de 2018 en prix d'acquisition	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Medicinal and botanical manufacturing	466	434	449	431	512	542	572
Pharmaceutical preparation manufacturing	69	68	64	64	69	68	68
In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing	160	159	149	148	157	152	147
Biological product (except diagnostic) manufacturing	58	59	53	54	57	53	52

Figure 9 – Évolution entre 2010 et 2016 des facteurs d'émissions sans marge pour 4 catégories de médicaments

Pour le cas des FE avec marge, qui prennent en compte les émissions de l'extraction des matières premières à la vente des lots (en pharmacie par exemple), les valeurs sont détaillées figure 10.

kgCO2e/kUS\$ de 2018 en prix d'acquisition	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Medicinal and botanical manufacturing	483	451	464	446	529	558	587
Pharmaceutical preparation manufacturing	149	145	138	138	117	138	137
In-Vitro Diagnostic Substance Manufacturing	167	166	155	155	163	158	153
Biological product (except diagnostic) manufacturing	93	93	85	86	88	82	81

Figure 10 - Évolution entre 2010 et 2016 des facteurs d'émissions sans marge pour 4 catégories de médicaments

Que ce soit pour les FE sans marge (Figure 11, ou avec marge (figure 12, les GES émis sont principalement du CO<sub>2</sub>.

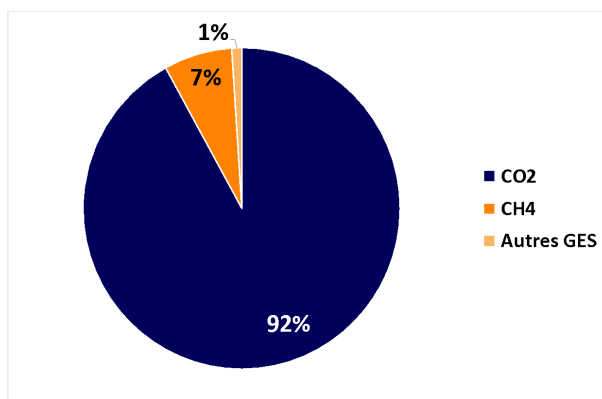


Figure 11 – Part moyenne des différents gaz à effet de serre dans les facteurs d'émissions des médicaments sans marge des États-Unis

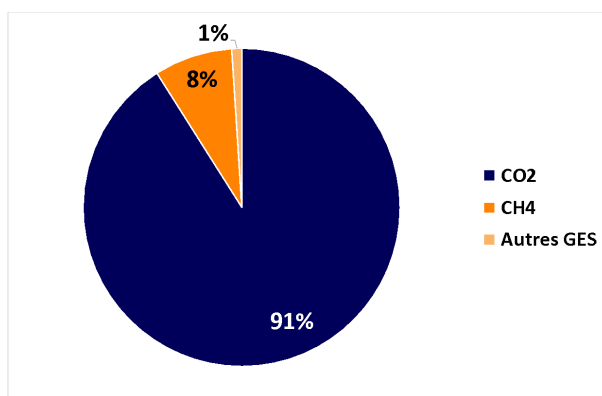


Figure 12 – Part moyenne des différents gaz à effet de serre dans les facteurs d'émissions des médicaments avec marge des États-Unis

## c. Référence 2021 empreinte OCDE

### Présentation du TES source

L'OCDE a produit des FE monétaires en réalisant l'étude {OCDE 2020}. Cette étude permet d'estimer les émissions de GES associées au commerce international et à la consommation de chaque économie (pays) étudiée.

En plus d'être multi-sectoriels, comme les tableaux entrées-sorties des États-Unis, les tableaux entrées-sorties de l'OCDE sont multirégionaux. Cela signifie qu'ils étudient les flux monétaires (et donc les flux environnementaux associés) entre plusieurs industries mais aussi entre plusieurs pays. Cela nous permet donc d'obtenir des FE monétaires pour 36 industries dans 65 pays différents et plus précisément d'obtenir un FE monétaire à associer aux médicaments<sup>89</sup>.

Ainsi, en plus d'avoir la particularité de donner des FE pour la France, les données de l'OCDE permettent de distinguer la production nationale des importations. Elle permet donc d'avoir un FE des médicaments produits en France et des médicaments importés par la France. Enfin, les données permettent d'avoir l'évolution de ces FE monétaires entre 1995 et 2018.

Les FE monétaires analysés ici ne prennent en compte **que les émissions de CO<sub>2</sub> associées à la combustion de ressources fossiles**. Les données proviennent majoritairement de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE)<sup>90</sup> et sont complétées à l'aide d'autres bases de données comme Eurostat.

Aussi, les FE monétaires obtenus à l'aide de ces données environnementales ne s'intéressent qu'à un seul gaz à effet de serre : **le CO<sub>2</sub>**. Ils ne prennent pas non plus en compte les émissions fugitives et les émissions de GES des procédés industriels. Dans le cas des médicaments où des réactions chimiques peuvent être nécessaires dans leur production, ne pas prendre en compte les émissions de GES liées aux procédés hors combustion de ressources fossiles peut entraîner une sous-estimation de leur impact climatique.

Les données économiques proviennent des tableaux entrées-sorties inter-pays de l'OCDE. Ces tableaux considèrent 65 économies (France, États-Unis, Japon, etc), 17 régions (OCDE, EU28, G20, etc.) et 36 industries différentes (Construction, télécommunication, produits chimiques, etc.).

Les données environnementales et économiques utilisées permettent d'obtenir des FE monétaires en prix de base, en kgCO<sub>2</sub> par dollar courant<sup>91</sup>.

La distinction des 36 industries entre elles repose sur la classification internationale des industries (The International Standard Industrial Classification of All Economic Activities).

Les FE monétaires qui nous intéressent concernent la division 21 de cette classification : « Production de produits pharmaceutiques, chimiques et botaniques à usage médicall. »<sup>92</sup>

La description de cette division nous permet de comprendre que ce FE inclue :

- La production des substances actives (API) des médicaments ;
- La transformation du sang ;
- La production de médicaments (vaccins, médicaments divers, y compris les préparations homéopathiques, etc.) ;
- La fabrication de produits chimiques contraceptifs à usage externe et de médicaments contraceptifs hormonaux :

<sup>89</sup>CO2 emissions embodied in international trade and domestic final demand: Methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO\\_GHG\\_2021](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO_GHG_2021)

<sup>90</sup> <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>

<sup>91</sup> <http://stats.oecd.org/wbos/fileview2.aspx?IDFile=927334dd-d497-4f58-bc5f-40b7cc9b0468>

<sup>92</sup> [https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm\\_4rev4e.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf)

- La fabrication de produits de diagnostic médical, y compris les tests de grossesse
- La fabrication de substances radioactives pour le diagnostic in vivo
- La fabrication de produits pharmaceutiques biotechnologiques.

Cette division inclue également

- La fabrication de sucres chimiquement purs ;
- La fabrication de ouate, gaze, bandages, pansements, etc. ;
- La préparation de produits botaniques à des fins pharmaceutiques

Enfin, cette division exclue :

- La fabrication d'infusions (menthe, verveine, camomille, etc.) ;
- La fabrication de plombages et de colles dentaires ;
- La fabrication de produits de reconstruction osseuse ;
- La vente en gros ou en détail de produits pharmaceutiques ;
- La recherche et le développement de produits pharmaceutiques et biotechnologiques ;
- Le conditionnement de produits pharmaceutiques.

Le FE monétaire comprend donc les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de ressources fossiles, de l'extraction des matières premières, à la sortie de l'usine des médicaments sans conditionnement.

Enfin, comme indiqué plus haut, deux versions de ce FE sont disponibles : un pour la production sur le territoire et un pour les importations.

## Résultats

Pour la France et l'année 2018, le FE monétaire des médicaments est de<sup>93</sup> :

- **222 kgCO<sub>2</sub>/kUS\$** courant pour ses importations ;
- **180 kgCO<sub>2</sub>/kUS\$** courant pour ses exportations.

Si nous les convertissons en euros français de 2018, nous obtenons :

- **262 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018.**
- **213 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018.**

Rappelons que ces facteurs d'émissions monétaires ne prennent en compte que les émissions de CO<sub>2</sub> associées à la combustion de ressources fossiles et excluent le conditionnement des médicaments, la recherche et développement, etc.

<sup>93</sup> [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO\\_GHG\\_2021](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IO_GHG_2021)

## **B. Les facteurs d'émission exprimés à partir de bilans carbone des entreprises pharmaceutiques**

### **1. Carbon4 Finance**

Carbon4 Finance est une entreprise qui se présente elle-même de la manière suivante :

La source {C4F 2021} "apporte au secteur financier l'expertise du cabinet de conseil Carbone 4, qui depuis 2007 propose des services de comptabilité carbone, d'analyse de scénarios et de conseil dans tous les secteurs économiques. Elle propose un ensemble complet de solutions de données climatiques couvrant à la fois le risque physique (méthodologie CRIS : Climate Risk Impact Screening) et le risque de transition (méthodologie CIA : Carbon Impact Analytics). Ces méthodologies reconnues permettent aux organisations financières de mesurer l'empreinte carbone de leur portefeuille, d'évaluer l'alignement avec un scénario compatible avec 2°C et de mesurer le niveau des risques qui découlent des événements liés au changement climatique. Carbon4 Finance applique une approche rigoureuse "bottom-up" basée sur la recherche, ce qui signifie que chaque actif est analysé individuellement et de manière discriminatoire."

Dans le cadre d'un projet conduit sur les industries de santé, Carbon4 Finance a rassemblé l'ensemble des bilans carbone publiés par les industries pharmaceutiques cotées en bourse ainsi que leurs chiffres d'affaires. Cela leur a alors permis d'en déduire un FE monétaire moyen à associer aux entreprises pharmaceutiques, dont la valeur nous a été transmise.

#### **Données et hypothèses**

Les données utilisées sont les données déclarées par les entreprises pharmaceutiques cotées en bourse pour l'année 2021.

Concernant les données environnementales : les données récoltées sont issues du bilan carbone des entreprises. Ces données sont réparties entre 3 « scopes » :

- Le scope 1 : les émissions directes des entreprises ;
- Le scope 2 : les émissions indirectes liées aux consommations d'électricité ou de chaleur et de froid ;
- Le scope 3 : les autres émissions indirectes (déplacements professionnels et domicile-travail, achats de biens et de services, immobilisations, etc.).

Une fois ces données récoltées, les émissions scope 1 et 2 de ces entreprises ont alors été vérifiées. Lorsque le scope 2 reposait sur des données « market based », ils ont pris le soin de corriger les données carbonées afin qu'elles correspondent à des données « location-based ». Concrètement, cela signifie que si les émissions de l'électricité réellement consommée étaient abaissées artificiellement par l'achat de garanties d'origine, ces émissions ont été réévaluées avec les facteurs d'émissions liés au mix électrique moyen du pays où se situe l'entreprise.

Un critère de pertinence sur le scope 3 déclaré a ensuite été mis en place afin de retirer de l'analyse les entreprises n'ayant pas convenablement estimé leurs émissions indirectes. Ce critère reposait sur 3 éléments :

- Le poste le plus significatif (achats de biens et de services, qui correspond notamment aux matières premières nécessaires aux synthèses de médicaments) est-il correctement reporté ?



- La méthodologie de calcul du scope 3 est-elle suffisamment transparente ? (Le périmètre concerne-t-il bien l'achat de biens et de services ? La méthodologie et les facteurs d'émissions utilisés sont-ils explicités ? etc.)
- L'ordre de grandeur de ce poste est-il acceptable ?

Enfin, les entreprises avec une activité liée à la vente de médicaments inférieure à 80 % de leur CA ont été exclues du périmètre considéré.

L'ensemble de ces critères leur ont permis de retenir les données de 21 entreprises différentes donc le chiffre d'affaires cumulé est de 300 Md€.

Enfin, pour ces 21 entreprises, les émissions scope 1 et 2 et les émissions du scope 3 des postes ont été sommées :

- Achats de biens et de services,
- Immobilisations,
- Amont de l'énergie,
- Fret amont,
- Déchets,
- Déplacements professionnels.

Ces valeurs ont alors été divisées par le chiffre d'affaires des 21 entreprises pour obtenir un FE monétaire.

La méthodologie utilisée est similaire à celle qui avait été utilisée pour cette publication concernant les industries chimiques<sup>94</sup>.

## Périmètre

Les 21 entreprises retenues sont cotées en bourse. Les pays d'implantations et de ventes de ces entreprises n'ont pas été pris en compte, faute de données.

Aussi, l'analyse réalisée par Carbon4 Finance permet de connaître un FE monétaire moyen associé aux entreprises pharmaceutiques, mais sans pouvoir le situer dans un contexte de consommation particulier, contrairement à ce que nous avons fait pour les FE issus de TES. Nous n'avons donc pas pu ramener ces FE à des euros français de 2018 comme nous l'avons fait ailleurs.

Pour pouvoir faire cela, il aurait fallu connaître la répartition géographique de la génération des CA, et les émissions associées à cette répartition, ce à quoi Carbon4 Finance n'avait pas accès.

## Résultats

Carbon4 Finance trouve un FE monétaire à associer aux entreprises pharmaceutiques de 154 kgCO<sub>2e</sub>/k€.

La part du scope 3 de ces entreprises est estimée à 85 %.

Enfin, l'étude permet de faire la distinction entre les entreprises produisant des médicaments biologiques de celles produisant des médicaments chimiques. Elle permet d'estimer que le FE monétaire des médicaments biologiques est environ 50 % plus important que le FE monétaire des médicaments chimiques. Il est important de rappeler que cette différence peut aussi bien s'expliquer par une différence dans les coûts environnementaux de production que par une différence dans les coûts monétaires : c'est-à-dire qu'elle pourrait aussi bien être due au fait que la production des médicaments biologiques est plus carbonée que celle des médicaments

<sup>94</sup> <https://www.carbon4finance.com/publication-chemistry-2022-2>

chimiques, qu'au fait que les matières premières d'origine biologique serait plus chère que celles d'origine chimiques. Nous n'avons pas de réponse à apporter à ce stade et cela doit être plus investigué.

Bien que la valeur de Carbon4 Finance soit basse par rapport aux valeurs trouvées dans les publications utilisant des TES, il faut faire attention à ne pas comparer ces valeurs en les mettant sur le même plan, car elles ne représentent pas la même chose.

En effet, comme expliqué plus haut, nous n'avons pas pu appliquer notre méthodologie de conversion permettant d'exprimer les FE en euros français de 2018, car les données reportées par les entreprises concernent seulement les chiffres d'affaires à l'échelle mondiale et les émissions totales des entreprises, et non leur répartition par régions de consommation et régions de provenance.

## **2. Lotfi Belkhir et al., « Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players »**

Dans la source {Belkhir 2019} publiée en 2019 dans « Journal of Cleaner Production », les auteurs Lotfi Belkhir et Ahmed Elmeligi analysent les émissions de gaz à effet de de 15 grandes industries pharmaceutiques ainsi que leurs chiffres d'affaires (CA). Cette analyse réalisée pour l'année 2015 leur permet alors d'estimer un FE monétaire à leur associer.

Il est important de noter que seules les émissions scope 1 et 2 des industries pharmaceutiques étudiées sont prises en compte. Aussi, les émissions scope 3 pouvant représenter jusqu'à 80% des émissions des entreprises, nous nous doutons que le FE proposé par cette étude sera sous-estimé.

### **Données et hypothèses**

Les données carbone et économiques utilisées proviennent de l'analyse de 2000 entreprises cotées par ET index Research (E. Index, 2017), ainsi que du Carbon Disclosure Project CDP (CDP, 2016) et de Google Finance (Google Finance, 2018). De plus, dans certains cas spécifiques, les auteurs de l'article ont dû consulter directement les rapports annuels des entreprises en question.

Ces sources de données leur permettent de connaître les émissions scope 1 et 2 et les CA des 15 principales industries pharmaceutiques pour l'année 2015.

Et, les auteurs font l'hypothèse que seules les émissions scope 1 et 2 sont à considérer pour éviter les doubles comptes associés à la prise en compte du scope 3.

### **Périmètre**

Le FE monétaire issu de ce papier concerne les 15 principales industries pharmaceutiques directement (Teva, Novartis, Pfizer, Sanofi, Roche, etc). Ce FE n'est donc pas spécifique à un pays en particulier mais plutôt à une entreprise dans son ensemble.

En temps normal, avec la méthode générale décrite dans l'article, le FE obtenu devrait prendre en compte le cycle de vie des produits et services proposés par l'industrie, jusqu'à sa vente. Or ici, seules les émissions des scope 1 et 2 sont considérées. Cela ne permet donc pas d'affirmer que tout le cycle de vie, jusqu'à la vente, est pris en compte.

Le périmètre est donc : les émissions scope 1 et 2 des industries pharmaceutiques.

### **Méthode**

La méthode est simple : les auteurs récupèrent les émissions de GES renseignées et les chiffres d'affaires des entreprises étudiées. Ils divisent ensuite les émissions par les chiffres d'affaires ce qui leur permet d'obtenir un FE monétaire en kgCO<sub>2e</sub>/US\$ de CA pour 2015.

## Résultats

Les auteurs de l'article estiment l'intensité des émissions de GES des 15 principales industries pharmaceutiques à 0,049 kgCO<sub>2e</sub>/US\$ 2015 (en chiffre d'affaires d'entreprises). Ce FE est un ordre de grandeur en dessous des autres FE présentés dans cette note. Cela s'explique par le fait que seules les émissions scope 1 et 2 des entreprises ont été prises en compte pour l'estimer.

Tout comme pour le FE obtenu par Carbon4 Finance, ce FE n'est pas directement comparable avec les données issus des TES.

## C. Les facteurs d'émission exprimés à partir d'une décomposition par médicaments

### 1. Calcul mené par le NHS

La source {NHS 2011} identifie la liste des prescriptions au Royaume-Uni pour l'année 2011 et calcul les émissions associées à chacun de ces médicaments en utilisant les données d'intensité carbone de la littérature ainsi que des approximations par des proxys.

L'article permet ainsi de calculer une estimation de l'intensité carbone moyenne des médicaments prescrits au Royaume-Uni, mais aussi d'identifier la liste des dix médicaments potentiellement à l'origine de la plus grande part des émissions de CO<sub>2</sub>.

### Données et hypothèses

La NHS utilise la liste des prescriptions de médicaments de l'année 2011, établie à partir des bases de données *2011 Prescription Cost Analysis (PCA)*<sup>95</sup> et *Hospital Prescribing – England, 2011*<sup>96</sup>.

La base PCA couvre 80% des dépenses des items prescrits (il manque notamment les prescriptions rédigées en Angleterre et délivrées dans d'autres pays, les articles fournis par les soins à domicile, et les articles ont été fournis dans des hôpitaux sans prescription). Pour les données manquantes, la NHS fait hypothèse d'une intensité carbone similaire aux médicaments de la base PCA.

Pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> associées à ces prescriptions, des données d'intensité carbone par médicaments ont été utilisées. Pour certains médicaments (par exemple, le paracétamol), les données d'intensité carbone de l'API étaient disponibles dans la littérature. Pour d'autres, cette donnée ne l'était pas : une intensité moyenne d'émissions de GES a alors été utilisée. Les formules de calcul d'intensité carbone de médicaments ont été fournies par des experts (notamment par l'entreprise GSK). Enfin, lorsque les API ne sont pas identifiés, l'expertise de l'entreprise *Environmental Resources Management* a été utilisée (par exemple pour les boissons protéinées ou le pain sans gluten).

<sup>95</sup> NHS England, 2012 Prescription Cost Analysis, <http://www.hscic.gov.uk/catalogue/PUB10610>

<sup>96</sup> Hospital Prescribing - England, 2011, <http://www.hscic.gov.uk/catalogue/PUB08354>

## Périmètre

Le périmètre retenu a été celui de la base Prescription Cost Analysis (PCA). Ces données décrivent la prescription d'articles rédigés par les médecins généralistes, et les prescripteurs non médicaux et distribués en Angleterre.

## Méthodologie

A partir de la base des médicaments prescrits, plusieurs méthodes sont utilisées selon les types de médicament :

- Lorsqu'une estimation de l'intensité carbone d'un médicament est disponible, celle-ci est multipliée par la quantité de ce médicament prescrit pour déterminer les émissions totales. On connaît par exemple l'intensité carbone des aérosols-doseurs (dont on sait que la majorité des émissions de GES du produit sont en cours d'utilisation), des boissons protéinées, du pain sans gluten, etc.
- Lorsqu'il n'existe pas d'estimation de l'intensité carbone du médicament dans la littérature, mais que des données sur la quantité d'API ont été calculées, la masse de l'API a été multipliée par une estimation de l'intensité carbone de cet API pour calculer les émissions de GES. Le résultat est donc sous-estimé (on ne calcule que les émissions induites par la fabrication de l'API).
- Lorsque l'on ne dispose ni d'une estimation de l'intensité carbone du médicament ni de données sur les API, une estimation de l'intensité carbone de l'article est calculée à partir des équations fournies par GSK pour les différentes catégories pharmaceutiques.

## Résultats

Le FE monétaire est estimé à 550 kgCO<sub>2e</sub>/k£<sub>2011</sub>. Le résultat exprimé est en prix de base.

Si l'on convertit en euros français de 2018, on obtient : **596 kgCO<sub>2e</sub>/k€ français de 2018**.

## 2. Autres

Si aucune liste exhaustive des analyses de cycle de vie des médicaments n'existe à ce jour, un nombre croissant d'études d'impact sont publiées. **La base HealthcareLCA**<sup>97</sup> répertorie notamment 1288 études d'impacts de produits et processus de soins de santé, et identifie une croissance exponentielle des études portant sur ce domaine<sup>98</sup>.

De nombreuses études composent ainsi cette colossale base de données, ou fournissent des méthodes de calculs lorsque certaines données ne sont pas accessibles. Parvatker A. et al. (2019)<sup>99</sup> donne par exemple une méthode de calcul des impacts carbone de molécules médicamenteuses ainsi que les impacts chiffrés de 20 médicaments anesthésiques injectables et plus de 100 produits chimiques intermédiaires.

**De telles études sont précieuses** pour permettre une **comparaison de l'intensité carbone des parcours de soin**. En outre, elles permettent d'identifier les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre le long de la fabrication des médicaments, et donc **d'identifier les leviers de décarbonation de l'industrie des médicaments**.

<sup>97</sup> Drew J & Rizan C. (2022). *HealthcareLCA Database* [Online Database]. HealthcareLCA. Retrieved from: [healthcarelca.com/database](https://healthcarelca.com/database).

<sup>98</sup> Drew J., HealthcareLCA: an open-access living database of health-care environmental impact assessments, *The Lancet Planetary Health*, Volume 6, Issue 12, 2022, [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00257-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00257-1).

<sup>99</sup> Parvatker A. et al. (2019). Cradle-to-Gate Greenhouse Gas Emissions for Twenty Anesthetic Active Pharmaceutical Ingredients Based on Process Scale-Up and Process Design Calculations. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b05473>

# Équipe du projet

## **Erwan Proto - Ingénieur référent chiffrage carbone**

Erwan Proto a rejoint le Shift pour travailler sur la prospective énergétique. Il travaille aujourd'hui sur plusieurs volets du Plan de transformation de l'économie française, notamment l'industrie, les déchets, le recyclage et la seconde vie, le bouclage énergétique intersectoriel et les bilans carbone sectoriels dont celui de la Santé. Diplômé de l'École Centrale Paris, spécialisé en énergie et systèmes électriques, il a rejoint le Shift Project après un stage en R&D à EDF et un autre dans un bureau d'études en photovoltaïque.

## **Mathis Egnell - Ingénieur chargé de programme santé**

Mathis Egnell est chargé de programme Santé au Shift, qu'il a rejoint pour travailler sur le volet santé du PTEF. Il pilote spécifiquement les travaux sur la branche autonomie. Il est en parallèle consultant pour l'OMS avec P4H, le réseau mondial consacré à la protection sociale en santé et aux systèmes de financement de la santé. Ingénieur des mines de Paris et diplômé d'un master en économie de l'environnement, il s'est intéressé au domaine de la santé à travers son option biotechnologies et son stage d'ingénieur en biomécanique à l'hôpital Pasteur de Nice. Passionné par les enjeux environnementaux, il a effectué un semestre de recherche en économie de l'environnement et il s'est engagé dans le collectif Pour un Réveil Écologique avant de rejoindre le Shift.

## **Baptiste Verneuil - Ingénieur chargé de projet santé**

Baptiste Verneuil a rejoint l'équipe du Shift en tant que chargé de projet pour travailler sur le système de santé, le climat et l'énergie. Ingénieur de l'École Polytechnique et diplômé d'un master en ingénierie de l'environnement de l'Université Technique de Munich, il est passionné par les enjeux environnementaux. Il a notamment eu l'opportunité d'étudier des modèles climatiques au sein du laboratoire de météorologie de Leipzig, ainsi que de créer des outils de modélisation d'inondations en milieu urbain pour une entreprise d'assurance.

## **Thomas Rambaud - Chef de projet adjoint**

Thomas Rambaud seconde Laurie Marraud dans les travaux du Shift sur le secteur de la santé, et particulièrement sur les données carbone. Il a également contribué aux travaux du Shift sur l'enseignement supérieur en France. Il est diplômé de Polytech Nantes et titulaire d'un MBA de l'Institut international de management (CNAM). En 25 ans de carrière, il a travaillé pour des grandes entreprises de service du secteur de la santé, d'abord dans l'IT puis en tant que manager dans l'excellence opérationnelle et enfin en tant que Directeur de programmes sur la conformité et la transparence des liens d'intérêts entre les professionnels de santé et l'industrie pharmaceutique.

## **Laurie Marraud - Cheffe de projet**

Laurie Marraud est cheffe de projet Santé au *Shift Project*. Elle a initié en 2019 les travaux sur le système de santé, le climat et l'énergie. Docteure en sciences de gestion Télécom ParisTech, elle a intégré le LGI de l'École Centrale de Paris et le CRG de l'École polytechnique avant de devenir Maîtresse de Conférences à l'École des Hautes Études en Santé Publique (EHESP) où elle axe ses recherches sur les conséquences de l'introduction des TIC en santé dans un contexte de transition épidémiologique, démographique et sociotechnique, ainsi que la résilience et la décarbonation du système de santé. Titulaire de la Chaire RESPECT – RÉSilience en Santé, Prévention, Environnement, Climat et Transition, elle est aussi experte santé durable à l'ANAP et conseillère scientifique du HCAAM.

*Avec Héloïse Lesimple (cheffe de projets affaires publiques) et Jean-Noël Geist (coordinateur du projet, nous remercions les nombreux contributeurs et relecteurs, et en particulier l'Association pour une transition Bas Carbone (ABC) et l'ADEME pour les échanges initiaux ayant permis cette note technique et les débats passionnants l'ayant nourrie.*