



SANTÉ, CLIMAT, RÉSILIENCE :

DÉCARBONONS LES INDUSTRIES DU MÉDICAMENT

RAPPORT INTERMÉDIAIRE - JANVIER 2025



DANS LE CADRE DU
PLAN DE TRANSFORMATION
DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE

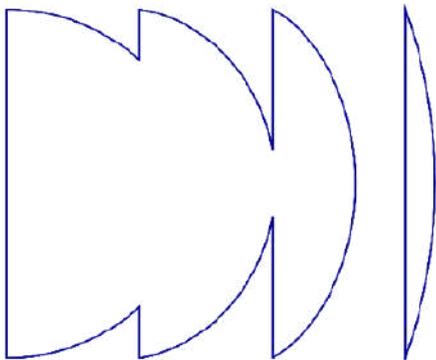
Chère relectrice, cher relecteur,

Vous pouvez lire ce rapport intermédiaires sous .pdf et nous faire vos retours par mail à indus-sante@theshiftproject.org, ou ici sous Google Docs, à coup de commentaires et de “Suggestions” directement dans le texte.

Notez qu’en faisant des commentaires et suggestions dans ce document Google Docs, vos propositions seront visibles par tout le monde. Si vous souhaitez faire des modifications directement dans le texte, ce que nous espérons, mais pas sur ce document public, vous pouvez télécharger directement ce document en version Word.

Oui, il se peut que certaines suggestions et certains commentaires soient désagréables : c’est le jeu du débat, de la contradiction et de l’ouverture. Nous comptons sur votre bienveillance, et nous nous efforcerons de veiller à ce que le document reste tout de même agréable à lire.

Au plaisir de débattre et d’avancer ensemble,
Les équipes Santé et Industrie du *Shift Project*



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



AVANT-PROPOS

Après avoir mené d'importants travaux sur la [décarbonation du système de santé français](#), puis sur la [décarbonation du secteur de l'autonomie](#) avec la CNSA et l'EN3S, *The Shift Project* s'attèle aux Industries de Santé. Ces travaux sont menés avec le soutien de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM) et du Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie (HCAAM) au sein de conventions de recherche.

L'objectif : préciser les émissions de gaz à effet de serre (GES) des industries de santé¹ et les voies de décarbonation et de résilience aux chocs énergétiques. Ces constats éclaireront les acteurs économiques et la puissance publique, en particulier sur les actions et les dispositifs susceptibles d'entraîner une décarbonation au bon rythme.

Nos travaux précédents² estiment les émissions de GES des dispositifs médicaux (DM) consommés en France à 10,2 millions de tonnes de CO₂ équivalent (MtCO₂e), et celles des médicaments à 14,5 MtCO₂e, soit respectivement 21 et 29 % des 49 MtCO₂ que représente le système de santé. Ces résultats, obtenus à l'aide de facteurs d'émissions monétaires, doivent être confirmés ou affinés par une analyse physique de la chaîne de valeur, qui permet de mieux déterminer le potentiel réel de décarbonation de leur production.

Les chaînes de valeur des industries de santé sont très mondialisées. En France, elles emploient plus de 200 000 personnes pour près de 95 milliards d'euros de chiffre d'affaires dont la moitié à l'export. Pour assurer sa consommation, la France importe pour près de 50 milliards d'euros, avec un solde légèrement positif pour les médicaments et négatif pour les DM. La France exporte principalement vers l'Union européenne (UE) et les États-Unis. En revanche, si la majorité des importations provient d'entreprises européennes et américaines, la production réelle des médicaments et des DM n'est pas forcément située dans les pays de cette zone. Par exemple, la majorité des sites produisant des principes actifs pour l'UE sont situés en Chine et en Inde³.

Ce travail consiste à décrire le secteur au travers de ses flux physiques (quantités produites, kWh d'électricité consommés pour la production, litres de diesel brûlés pour le transport, etc) pour ensuite mettre en place une méthodologie de traduction de ces flux en émissions de GES.

Pour les médicaments, la description en flux physiques consiste à compter des tonnes de principes actifs, des tonnes d'excipients, d'emballages, etc., et à localiser les sites de production. Vous trouverez dans ce rapport la description de nos résultats concernant ces flux physiques et une première estimation, encore incomplète, des émissions de gaz à effet de serre associées. **Le projet vise juin 2025 pour finaliser la quantification des émissions de GES et déterminer les leviers de décarbonation.** Des résultats similaires sur les dispositifs médicaux (DM) sont disponibles dans le [rapport dédié aux DM](#) qui accompagne cette publication.

- **Appel à contributions :** Nous sommes à la recherche de données et d'expertises pour finaliser nos travaux⁴. Le périmètre couvert est encore incomplet, principalement en raison de la difficulté d'accès à des données précises. Cette publication est l'occasion de vous demander de l'aide pour obtenir les bons contacts, accéder aux bonnes sources de données... La qualité de nos résultats finaux dépendra en partie des données ainsi obtenues.

¹ Production et transport des médicaments et dispositifs médicaux y compris diagnostic in vitro

² [Décarboner la Santé pour soigner durablement](#)

³ Voir la partie sur les [résultats](#)

⁴ Pour plus de précisions sur les données que nous cherchons voir les parties [ici](#) et [ici](#).



En effet, ce rapport se nourrit des contributions de tous les acteurs concernés et intéressés. Il constitue une nouvelle brique d'un projet de long terme, celui d'une transformation profonde du secteur de la santé dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française (PTEF). Notre espoir est de pouvoir éclairer les réflexions et les actions de tous les décideurs politiques et professionnels du secteur pour qu'elles tiennent compte des enjeux énergie-climat. Il s'agit, plus largement, d'informer tous les citoyens et citoyennes intéressés.

Toutes et tous devons prendre conscience que la décarbonation des Industries de Santé est un facteur de résilience du secteur et de notre société, un enjeu de souveraineté pour la France, un enjeu de santé publique et un impératif économique.

Ce travail encore imparfait et incomplet est présenté et discuté lors d'un événement dédié du Shift Project le 16 janvier 2025, selon notre méthode itérative usuelle. Toutes contributions et relectures sont donc les bienvenues : nous avons besoin de vous !



Les équipes Santé & Industrie du PTEF,
The Shift Project



A PROPOS

Clés de lecture pour lecteur plus ou moins pressé et/ou averti

Voici quelques indications pour lire ce rapport, qui est constitué des parties suivantes :

- **Une première partie introductive** : rappel des enjeux énergie-climat et de leurs liens avec les industries du médicament et présentation du présent projet au sein des travaux du Shift Project et notamment de son programme Santé.
- **Une deuxième partie présentant dans les grandes lignes notre méthodologie de travail**, *Pour les lecteurs souhaitant aller à l'essentiel* : Description du périmètre et des méthodologies suivies pour quantifier les volumes et les émissions carbone associées.
- **Une troisième partie présentant les principaux résultats de notre travail**, *Pour les lecteurs souhaitant aller à l'essentiel* : nous précisons le périmètre couvert par ce rapport intermédiaire et nous décrivons nos résultats sur l'estimation des masses de principes actifs, d'excipients, d'emballages et de médicaments produits ainsi que les émissions carbone associées.
- **Une quatrième partie présentant les résultats détaillés** : Cette partie reprend chaque étape de la chaîne de valeur des industries du médicament et décrit comment nous avons procédé pour estimer les émissions de gaz à effet de serre. La méthodologie et les résultats sont décrits plus précisément.
- **Une cinquième partie sur les limites de notre travail et les points sur lesquels nous sollicitons votre aide**
- **Un dernière partie sur les leviers de décarbonation** : cette partie est exploratoire et ne vise pas à présenter des conclusions.

Documents complémentaires

Ce rapport est accompagné de plusieurs documents :

- Un [rapport annexe avec plusieurs compléments](#).
- Un fichier excel détaillant les résultats obtenus sur les masses de productions de principes actifs pour répondre à la consommation française.
- Un [rapport similaire sur les dispositifs médicaux](#).



Pour des **raisons de confidentialité encadrant une partie des données utilisées**, nous ne sommes pour le moment pas en mesure de partager les bases de données construites pour ce travail. Pour le rapport final, nous tâcherons de l'adapter afin qu'elle soit diffusable et ainsi garantir une transparence maximale.



Table des matières

AVANT-PROPOS	3
A PROPOS	5
Clés de lecture pour lecteur plus ou moins pressé et/ou averti	5
Documents complémentaires	5
Table des matières	6
À propos du Plan de transformation de l'économie française	8
À propos du think tank The Shift Project	9
Remerciements	10
Votre participation aux travaux : relectures et contributions	12
1. Introduction	13
A) Pourquoi s'intéresser aux industries de santé ?	14
1) Un secteur essentiel	14
2) Un secteur qui contribue fortement au changement climatique	14
3) Les industries face à la double contrainte carbone	20
4) Les interactions avec les autres secteurs	32
B) Les initiatives en cours	33
1) Méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments développée par la DGE	34
2) Feuille de route de décarbonation de la filière des industries de santé, comité stratégique de filière (CSF) Industries et technologies de santé	36
3) Plan de décarbonation du Leem	38
4) Ecovamed	40
5) Outil Carebone de l'AP-HP	40
2. Méthodologie générale	43
A) Périmètre	45
1) Définition générale	45
2) Chaîne de valeur des industries du médicament	47
3) Produits analysés	49
B) Estimation des consommations en France	50
C) Evaluation énergie-carbone	55
1) Méthodologie générale : production des médicaments	56
2) Méthodologie générale : activités connexes	56
3) Périmètre d'évaluation	57
4) Sources de données	57
3. Résultats généraux	59
A) Périmètre couvert	60
B) Résultats généraux	61
1) Volumes	61
2) Émissions de gaz à effet de serre des industries des médicaments	64
4. Résultats détaillés	68
A) Estimation des quantités de médicaments produits pour répondre à la consommation française	69



1) Périmètre	70
2) Chiffres clés	70
3) Résultats détaillés	70
B) Principes actifs	73
1) Estimation des volumes de principes actifs produits	73
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	78
C) Excipients	85
1) Estimation du volume d'excipients	86
2) Émissions de gaz à effets de serre	94
D) Production des emballages	98
1) Estimation des volumes	98
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	106
E) Logistique	108
1) Périmètre	108
2) Chiffres clés	109
3) Résultats détaillés	110
F) Usage	117
1) Estimation du volume des gaz médicaux	117
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	119
G) Fin de vie	120
1) Estimation du volume des déchets	120
2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre	121
H) R&D et Études Cliniques	123
1) Les méthodologies d'évaluation de l'empreinte carbone des études cliniques	124
2) Émissions de gaz à effets de serre	131
C. Perspectives et limites	135
I) Déplacements professionnels	136
1) Déplacements congrès	136
5. Limites et besoins	143
A) Les données, un enjeu crucial et une difficulté majeure pour ce projet	144
B) Les principales limites de nos travaux	144
C) Appel à contribution	147
6. Leviers : des pistes de réflexion	150
A) Qu'est-ce qu'un levier de décarbonation ?	151
B) Quels leviers potentiels pour décarboner les industries des médicaments ?	151
1) Leviers potentiels pour décarboner les matières premières	152
2) Leviers potentiels pour décarboner la production	153
3) Leviers potentiels pour décarboner les transports	154
4) Leviers potentiels pour décarboner l'utilisation	154
5) Leviers potentiels pour décarboner les activités connexes	155
C) Méthodologie de travail pour le chiffrage du potentiel de décarbonation	155
Équipe du projet	157
Personnes référentes	158
Soutiens à l'équipe	159



À propos du Plan de transformation de l'économie française

Le Plan de transformation de l'économie française (PTEF) vise à proposer **des solutions pragmatiques pour décarboner l'économie, secteur par secteur**. Initié au début du premier confinement, il s'inscrit dans la perspective du « monde d'après » et a vocation à alimenter le débat public français. Il s'agit de concevoir à grande échelle un programme systémique destiné à libérer l'économie de sa dépendance aux énergies fossiles et de la rendre neutre en carbone à l'horizon 2050 et effectivement compatible avec la limite des 2 °C désormais communément prise pour objectif à l'horizon 2100.

L'élaboration du PTEF repose sur **quatre piliers** :

- Adopter une approche globale, systémique et cohérente du point de vue des lois de la physique et de la technique, et des flux économiques ;
- S'intéresser aux vraies ressources rares : les ressources physiques et les compétences, l'emploi étant au cœur du dispositif ;
- Faire des propositions pragmatiques, opérables dès à présent et sans regret, de façon à ouvrir un chemin de décarbonation réaliste et cohérent au sein d'une transformation de long terme qui impose un rythme de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'environ 5 % par an en moyenne dès aujourd'hui ;
- Ne pas reposer sur le pari de la croissance économique au sens du PIB (produit intérieur brut) (ce qui semble particulièrement adapté à la période actuelle).

Le PTEF est organisé selon **quatre catégories** :

- secteurs « usages » : mobilité quotidienne, mobilité longue distance, logement ;
- secteurs « services » : santé, autonomie, sport, culture, administration publique ;
- secteurs « amont » : agriculture-alimentation, énergie, fret, industrie lourde, industrie automobile ;
- et enfin chantiers transversaux : emploi, résilience des territoires, cohérence climatique et énergétique.

En 2020, tous les travaux sectoriels et transversaux ont été menés de front. En 2021 et 2022, les travaux de recherche ont continué, secteur par secteur, en consultant et en mobilisant le plus grand nombre d'acteurs possible, puis tous les rapports finaux ont été publiés. Le livre résumant le PTEF « Climat, crises : le Plan de transformation de l'économie française » (Odile Jacob, 2022), et s'est déjà vendu à plus de 100 000 exemplaires. Les rapports et vidéos de présentation sont disponibles ici : <https://ilnousfautunplan.fr/> et sur notre site www.theshiftproject.org.

À partir de 2023, certains travaux sectoriels ou thématiques seront approfondis, d'autres mis à jour ou précisés, et de nouveaux pourront être explorés.



À propos du think tank *The Shift Project*

Le *Shift Project* est un *think tank* qui œuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, sa mission est d'**éclairer et d'influencer** le débat sur la transition énergétique et climatique en Europe.

Le *Shift Project* constitue des **groupes de travail** autour des enjeux les plus décisifs de la transition, produit des **analyses** robustes et chiffrées sur ces enjeux et élabore des **propositions** rigoureuses et innovantes. Il mène des campagnes d'**influence** pour promouvoir les recommandations de ses groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques. Il organise également des **événements** qui favorisent les discussions entre parties prenantes et bâtit des **partenariats** avec des organisations professionnelles et académiques, en France et à l'étranger.

Le *Shift Project* a été fondé en 2010 par plusieurs personnalités du monde de l'entreprise ayant une expérience de l'associatif et du public. Il est soutenu par plusieurs **grandes entreprises** françaises et européennes ainsi que par des organismes publics, des associations d'entreprises et, depuis 2020, par des PME et des particuliers.

Depuis sa création, le *Shift Project* a initié **plus de 50 projets d'étude**, participé à l'émergence de deux manifestations internationales (*Business and Climate Summit*, *World Efficiency*) et organisé plusieurs centaines de colloques, forums, ateliers et conférences. Il a pu influencer significativement plusieurs débats publics et décisions politiques importantes pour la transition énergétique, en France et au sein de l'Union européenne.

L'ambition du *Shift Project* est de mobiliser les entreprises, les pouvoirs publics et les corps intermédiaires sur les risques, mais aussi et surtout sur les opportunités engendrées par la « double contrainte carbone » que représentent ensemble **les tensions sur l'approvisionnement énergétique et le changement climatique**. Sa démarche est marquée par un **prisme d'analyse particulier**, fondé sur la conviction que l'énergie est un facteur de développement de premier ordre : dès lors, les risques induits par le changement climatique, intimement liés à l'usage de l'énergie, relèvent d'une complexité systémique et transdisciplinaire particulière. Les enjeux climat-énergie conditionnent l'avenir de l'humanité ; il est donc nécessaire d'intégrer cette dimension le plus rapidement possible à notre modèle de société.

Il est épaulé par un réseau de dizaines de milliers de bénévoles regroupés au sein d'une association loi 1901 : **The Shifters**, créée en 2014 pour apporter un soutien bénévole au *Shift Project*. Initialement conçu comme une structure permettant d'accueillir toute personne souhaitant aider le *Shift* par un travail de recherche, de relais ou de soutien, les Shifters réalisent de plus en plus de travaux indépendants, mais toujours avec un objectif : contribuer efficacement à la sortie des énergies fossiles à l'échelle française et européenne.



Remerciements

Initié mi 2023 avec le soutien de la Caisse nationale de l'Assurance Maladie (CNAM) et mené également avec le soutien du Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie (HCAAM), ce travail a été conduit par **Mathis Egnell** (Ingénieur de projet au Shift Project, pilote du rapport), **Baptiste Verneuil** (Chargé de projet au *Shift Project* et pilote du rapport sur les dispositifs médicaux), **Erwan Proto** (ingénieur de projet au *Shift Project*), **Robin Henocque** (Pharmacien, Shifter et chargé de projet Décarbonation des industries de santé), **Clara Mourgues** (pharmacienne, anciennement chargée de projet au *Shift Project*), **Thomas Rambaud** (conseiller technique et copilote du projet Industries de Santé au *Shift Project*, consultant dans une entreprise de service en santé, membre des *Shifters*) et **David Grimaldi** (conseiller scientifique et copilote du projet Industries de Santé au *Shift Project*, réanimateur, membre des *Shifters*), avec le soutien sans faille de **Claire Traon** (Directrice de mission Transition écologique et santé environnementale, CNAM) et **Bertrand Paradis** (Responsable adjoint du Département des Produits de Santé, CNAM).

Ils ont également été soutenus par **Laurie Marraud** (initiatrice du Programme de recherche Santé-Climat-Résilience au *Shift Project*, maîtresse de conférence en santé publique à l'EHESP et titulaire de la Chaire RESPECT), **Jean-Noël Geist** (coordinateur du Programme de recherche Santé-Climat-Résilience au *Shift Project*), **Héloïse Lesimple** (cheffe de projets affaires publiques au *Shift Project*) et **Mona Poulain** (chargée de communication et événementiel au *Shift Project*).

Ce projet a aussi reçu le soutien de nombreux professionnels du secteur et plus largement de la santé qui ont contribué bénévolement. En acceptant de faire partie du groupe de travail autour de ce rapport, ils ont pris le temps de partager leur connaissance du secteur afin d'estimer au mieux son empreinte carbone et d'identifier les freins et les leviers à sa transition.

Aussi, nous tenons ici à remercier les membres du groupe de travail : **Catherine Perdereau** (Consultante indépendante, GalenXpert, membre des Shifters), **Patricia le Gonidec** (Pharmacienne), **Clémence Marque** (Pharmacienne, Présidente d'Adrastia), **Sébastien Taillemite** (Directeur, Ecovamed), **Caroline Rossigneux** (Directrice des affaires publiques, de la RSE, de la communication et des grands comptes, Merck ; membre des Shifters), **Marion Prud'homme** (Chef de Produit Marketing, Sophysa ; membre des Shifters), **Max Piffoux** (Interne en médecine, PhD, Hospices Civils de Lyon / Centre Léon Bérard), **Marie Kernec** (Directrice, EHESP International), **Charles Flahault** (Chargé de projet décarbonation des industries de santé, DGE), **Solenn Enoc** (Responsable RSE, Provepharm), **Denis Le Hazif** (Directeur HSE, Laboratoires Mayoly Spindler), **Ines de Maisoncelle** (Cheffe de projet empreinte carbone, AP-HP), **Cécile Klinguer** (Directrice du département Transformation écologique et Santé environnementale, AP-HP), **Eric Bourillot** (Professeur assistant, Université de Bourgogne), **Eric Finot** (Professeur, Université de Bourgogne), **Fouad Bounouidrate** (Directeur de projet Santenov, Dijon Métropole), **Paul-Adrien Mathon** (pharmacien, membre des Shifters), **Fabienne Chapalain-Gyomard** (responsable réglementaire chez Roche), **Mathilde Aury** (ingénieure R&D chez Astraveus, membre des Shifters), **Claire Stoeckle** (Senior Operational Excellence Analyst, Roche).

L'équipe remercie pareillement l'ensemble des membres du Cercle Thématique Santé des Shifters pour leur aide, leur expertise et leurs conseils dans l'élaboration de cette publication.

Nous remercions également les experts et organisations ayant bien voulu partager certaines données et expertises. Les données de terrain sont essentielles à l'élaboration de nos hypothèses et méthodes. Nous tenons ici à les remercier pour leur contribution et notamment :

- **ADELPHE**, éco-organisme Emballage Ménagers et Papiers Graphiques



- **Mathilde Aubret**, PhD, ingénieure R&D industries pharmaceutiques
- **Luc Besançon**, Délégué Général, NèrES
- **Catherine Bourrienne-Bautista**, Secrétaire Générale – FEFIS (Fédération Française des Industries de Santé)
- **Benjamin Crepe**, Docteur en Pharmacie, Expert en production pharmaceutique
- **Jérôme David**, Pharmacien, Expert en production pharmaceutique
- **Vincent Diebolt**, Directeur de F-CRIN (French Clinical Research Infrastructure Network)
- **Lucie Lewden**, Chef de projets sénior au pôle essais cliniques de la coordination F-CRIN
- **Pr Laura Richert**, Coordinatrice de la plateforme méthodologique EUCLID (European CLInical Trials Platform & Development)
- **Guillaume Delsart**, Président, DELSART REGULATORY CONSULTING
- **Adrien Delannoy**, coordinateur groupement de pharmacies 37dms & consultant en écologie et responsabilité sociétale dans le secteur de la santé
- **Paul-Henri Derrien**, France Biolead, Directeur Développement Industriel
- **Bastien Fernandez**, Directeur de Recherche, CNRS
- **Charlotte Lafont**, médecin de santé publique, Hôpital Henri Mondor (AP-HP)
- **Thierry Rigoine de Fougerolles**, Associate Partner à CVA
- **Nicolas Grélaud**, Directeur Général, OpenHealth Company
- **Dr. Hafsah Hachad**, Néphrologue (APHP) et Doctorante sur la Transition Environnementale en Dialyse (UTC-ITE)
- **Charline Jean**, doctorante en santé publique, Hôpital Henri Mondor (AP-HP)
- **Rodolphe Kessler**, Technicien chimiste expert analytique, 22 ans de travail en industries pharmaceutiques, 19 ans chez Les Laboratoires Servier à Gidy (45)
- **Dr. Thomas Lamarque**, médecin généraliste
- **Michelle Leemans**, data scientist, Inserm
- **Quentin Le Masne**, Cercle Thématique Santé des Shifters
- **Grégoire Mahieu**, Pharmacien hospitalier, cité sanitaire de St Nazaire
- **Dr. Arnaud Parenty**, Enseignant à la faculté d'ingénierie et de management de la santé – UFR 3S (Université de Lille)
- **Romain Rey**
- **Juliette Rohde**, Chargée de mission Transition écologique et santé environnementale chez Caisse nationale de l'Assurance Maladie
- **Arnaud Schweitzer-Chaput**, Pharmacien Hospitalier, Hôpital Necker-Enfants malades (AP-HP)
- **Justine Zampa**, pharmacienne au CHU de Toulouse
- **Théo Wittersheim**, Chargé d'édition scientifique et technique, The Shift Project

Nous remercions enfin le **Centre antipoison Est du CHRU de Nancy**, l'**Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP)**, l'**Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM)**, le **Syndicat National de l'Industrie des Technologies Médicales (SNITEM)**, la **Fédération Française des Industries de Santé (FEFIS)**, **NèrES** et **Randéa**. Nous remercions enfin notre partenaire académique la **Chaire RESPECT** (RÉSilience en Santé, Prévention, Environnement, Climat et Transition) de l'**EHESP** pour ses contributions, et nos partenaire sur l'ensemble du programme de recherche la **CNAM** (Caisse Nationale de l'Assurance Maladie) et le **HCAAM** (Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie).



Votre participation aux travaux : relectures et contributions

Ce rapport est un point d'étape intermédiaire : il vise à définir le cadre physique du problème afin de poser les bonnes questions. Bien qu'il soit déjà le fruit d'un travail collectif, il est encore un document de travail imparfait, incomplet et évolutif. Il sera suivi d'un **rapport final en juin 2025**.

Comme vous le constaterez, nous manquons encore largement de données sur de nombreux sujets. Toutes les sources de données que vous pourrez nous transmettre seront très utiles pour finaliser certains chiffrages. Nous invitons notamment les industriels de santé à nous contacter pour **toute collaboration ou partage de données envisageable** via l'adresse indus-sante@theshiftproject.org. Nous avons préparé une convention concernant le degré de confidentialité d'usage que vous nous permettrez : nous la tenons à votre disposition si vous le souhaitez.

Dans cette logique, nous vous prions d'**envoyer vos remarques, critiques et propositions à l'adresse indus-sante@theshiftproject.org** ou en direct sur sa version Google Docs, sans hésiter, au contraire, à commenter directement dans le document et à proposer en mode « corrections apparentes » des compléments, reformulations, etc.

Encore une fois, 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.

Enfin, tout au long de ce rapport intermédiaire, **vous trouverez des paragraphes surlignés en orange**. Il s'agit de passages dans lesquels nous exprimons un besoin en données, expertises et retours pour approfondir notre analyse. N'hésitez pas à parcourir ces paragraphes et à les transférer aux personnes que vous jugerez compétentes.

Nous avons besoin de vous !





01

INTRODUCTION

A) Pourquoi s'intéresser aux industries de santé ?

1) Un secteur essentiel

En 2023, les dépenses en biens médicaux s'élevaient à 802 euros par an et par habitant, dont 60 % pour les médicaments et 40 % pour les dispositifs médicaux (hors ceux utilisés en établissements de santé)⁵.

La production de ces produits de santé repose sur les **industries de santé**, impliquées à chaque étape du cycle de vie des produits, incluant la recherche, le développement, la production, le conditionnement, la mise sur le marché, le marketing. En France, ces industries jouent un rôle économique majeur, avec plus de 200 000 emplois générés et un chiffre d'affaires supérieur à 100 milliards d'euros, dont 43% proviennent des exportations⁶ ⁷. **Les industries pharmaceutiques** représentent en particulier près de 100 000 emplois directs et indirects en France. Le secteur est présent sur la totalité du territoire français à travers 271 sites de production, dont 32 de bioproduction⁸.

La production des médicaments repose sur une **chaîne de valeur complexe et diversifiée**, impliquant une multitude d'acteurs, de métiers et d'étapes : production, logistique, réglementaire, médical, etc. Si cette chaîne de valeur repose en partie sur des sous-traitants français, **elle dépend in fine le plus souvent d'importations étrangères**. Par exemple, les emballages en plastique sont indirectement issus du pétrole, une ressource majoritairement importée soulignant la dépendance de ces industries aux marchés internationaux.

2) Un secteur qui contribue fortement au changement climatique

a) Les industries de santé : principales sources d'émissions de gaz à effet de serre du système de santé français

S'il y a des secteurs que l'on associe naturellement aux enjeux climatiques et à la nécessité de se décarboner, le secteur de la santé n'en fait pas intuitivement partie.

Pourtant, pour fonctionner 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, le système de santé français consomme de grandes quantités de ressources, notamment énergétiques⁹ : du charbon pour produire nos principes actifs en Asie, du pétrole pour transporter les patients à l'hôpital ou encore, du gaz pour chauffer les cabinets médicaux.

Or, en plus d'induire des émissions de gaz à effet de serre, ces activités traduisent une forte dépendance du système de santé aux approvisionnements en ces ressources. De cette dépendance découle une grande vulnérabilité du secteur en cas de perturbation sur leurs

⁵ INSEE, Dépenses de santé, 2024. *Insee Références*. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/8242387?sommaire=8242421>

⁶ LEEM, L'industrie pharmaceutique : portrait d'un secteur stratégique pour la France. 2024.

<https://www.leem.org/sites/default/files/2024-10/Portrait%20d%27un%20secteur.pdf>

⁷ SNITEM, Panorama et analyse qualitative de la filière des dispositifs médicaux en France, 2024.

<https://www.snitem.fr/wp-content/uploads/2024/02/Snitem-Panorama-chiffre-des-DM-2023.pdf>

⁸ LEEM

⁹ Andrieu et al, The lancet planetary health, 2023



chaînes d'approvisionnement. En témoignent les effets de la crise énergétique de 2022 qui s'est traduite par une forte augmentation des importations, des pénuries de certains produits et une augmentation des factures énergétiques pour le secteur.

Ainsi, le fonctionnement actuel du système de santé produit un cercle vicieux où les conséquences sanitaires du changement climatique augmentent la pression sur le soin qui, en réponse, augmente sa consommation de ressources et donc sa contribution au dérèglement climatique et sa vulnérabilité. Cette vulnérabilité est d'autant plus importante que le vieillissement de la population et l'augmentation des maladies chroniques entraînent par ailleurs une hausse de la demande de soins.

Fort de ce constat, The Shift Project travaille depuis 2021 sur un vaste **programme de travail Santé, Climat, Résilience**, visant à comprendre ce que le secteur de la santé peut et doit faire pour sortir de sa dépendance aux énergies fossiles et baisser ses émissions de gaz à effet de serre.

Rappelons que l'objectif prioritaire fixé par l'Accord de Paris¹⁰ est de maintenir « □ l'augmentation de la température moyenne mondiale **bien en dessous de +2°C** par rapport aux niveaux préindustriels » et de poursuivre les efforts « pour **limiter l'augmentation de la température à 1,5°C** au-dessus des niveaux préindustriels ». et que la Loi européenne sur le climat¹¹ vise l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050 pour tous les secteurs d'activité.

Le premier rapport du Shift Project de ce programme santé, intitulé [Décarboner la Santé pour soigner durablement \(2023\)](#) a été publié en 2021 et mis à jour en 2023. Il avait pour objectif de mesurer l'empreinte carbone du secteur de la santé français et d'établir une trajectoire de décarbonation.

Dans ce rapport, l'empreinte est évaluée à plus de 49 millions de tonnes équivalent CO₂ (tCO₂eq), soit 8 % de l'empreinte carbone nationale. Ce calcul a permis, entre autres, de mettre en évidence **l'importance prépondérante des émissions liées aux achats de médicaments (29 %) et de dispositifs médicaux au sein du secteur (21 %) (Figure 1)**. Il a également permis de montrer que les émissions générées par le secteur de la santé sont significatives et qu'il est urgent de planifier et d'engager une transformation écologique majeure pour ce secteur.



¹⁰ Adopté par 195 nations le 12 décembre à Paris le 12 décembre 201525. <https://www.economie.gouv.fr/laccord-de-paris>

¹¹ La loi européenne sur le climat a été publiée dans le Journal officiel le 9 juillet 2021 et est entrée en vigueur le 29 juillet 2021

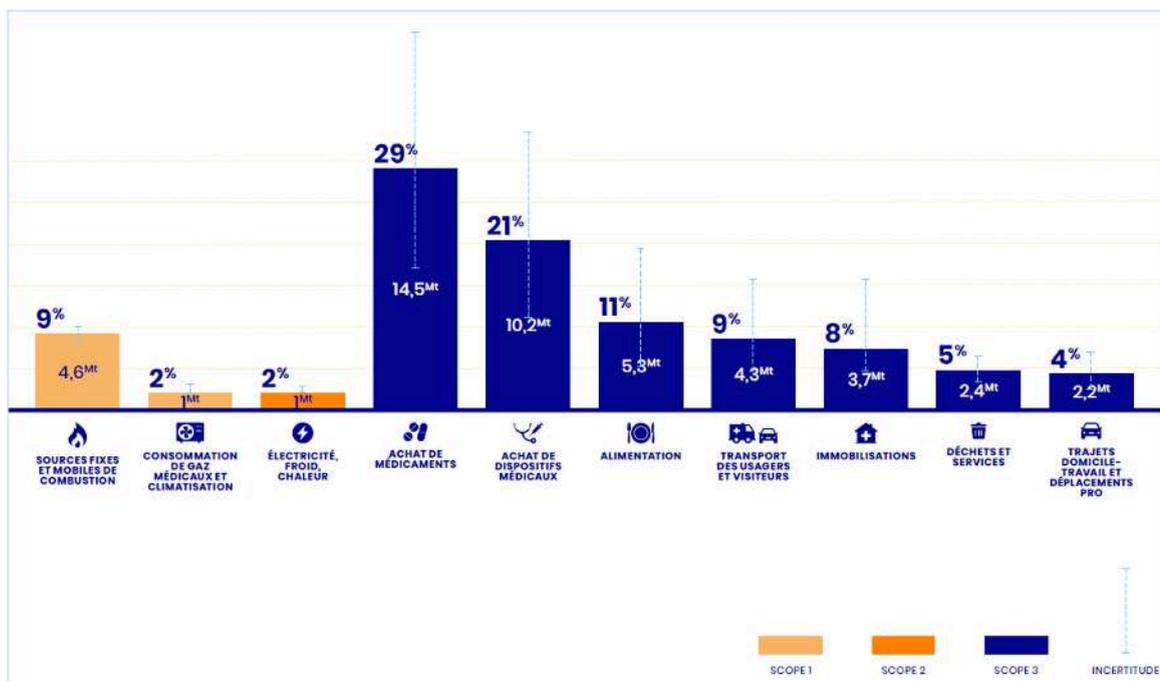


Figure 1 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé français (MtCO₂e)¹²
Source : Calculs The Shift Project 2023

Encadré 1 : ERRATUM - rectification de nos résultats de 2023 concernant l’empreinte carbone des dispositifs médicaux

Dans notre rapport publié en 2023, nous avons estimé les consommations françaises de dispositifs médicaux à **32,4 milliards d’euros**, sur la base de calculs détaillés dans notre rapport technique¹³. Toutefois, les travaux menés dans le cadre de la Feuille de Route Décarbonation de la filière Industries et Technologies de Santé¹⁴ ont pointé que ces consommations s’élèvent en réalité à **21 milliards d’euros pour notre année de référence**, 23,6 milliards d’euros aujourd’hui¹⁵.

Cette nouvelle estimation met en évidence une surestimation de notre part : nos calculs, basés sur des données monétaires de consommation, avaient conduit à une empreinte carbone évaluée à **10,2 millions de tonnes équivalent CO₂ (MtCO₂e)**. En appliquant le même facteur d’émissions de l’ADEME¹⁶, cette empreinte carbone révisée serait désormais de **6,6 MtCO₂e**, soit une baisse de 35%.

Il convient de noter que cette rectification, bien qu’elle ajuste nos estimations quantitatives, **ne remet pas en cause les conclusions principales de notre étude**. Les enjeux et recommandations concernant la décarbonation des dispositifs médicaux restent pleinement pertinents et justifiés.

¹² Cela tient compte des hôpitaux qu’ils soient publics ou privés, de la médecine de ville, du médico-social et des industries de santé

¹³ The Shift Project, Décarboner la santé pour soigner durablement, rapport technique, 2023.

https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/04/Rapport-final_-Rapport-technique-v2-2023.pdf

¹⁴ DGE, Feuille de route des industries et technologies de santé – Volet 1 : Filière pharmaceutique. 2023.

<https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Actualites/2023/2023-12-feuille-de-route-decarbonation-pharma.pdf>

¹⁵ Le cabinet Randa en appui de la Feuille de route a identifié que nous avons comptabilisé deux fois le chiffre d’affaires relatif aux importations françaises de dispositifs médicaux, aboutissant ainsi à une surestimation du chiffre d’affaires total.

¹⁶ 315 kgCO₂e/k€ d’après ADEME, Guide sectoriel à la réalisation d’un bilan de gaz à effets de serre- santé, 2019.

<https://bilans-ges.ademe.fr/docutheque/Guide-Sectoriel-sante.ext>



Un deuxième rapport intitulé [“Décarbonons le secteur de l’Autonomie \(2024\)”](#) attribue 7 % des émissions du secteur aux achats de produits de santé et hospitalisations, sur les 1,5 % de l’empreinte carbone du pays que représente le secteur de l’autonomie.

Ainsi, le secteur de la santé contribue aux émissions de gaz à effet de serre et, **les émissions liées à la production des médicaments et des dispositifs médicaux** en représentent une part importante.

Ces résultats ne sont d’ailleurs pas spécifiques à la France et se retrouvent également dans les publications sur les systèmes de santé britannique¹⁷, chinois¹⁸, australien¹⁹ ou encore autrichien²⁰.

Enfin, les ordres de grandeur obtenus ont été confirmés en 2023 par l’organisation professionnelle des Entreprises du médicament (LEEM) qui estime à 18,8 MtCO₂e les émissions associées aux médicaments consommés en France²¹.



b) Un besoin d'approfondir l’empreinte carbone des industries de santé

Comment alors expliquer l’importance des émissions des industries de santé ?

La **première raison se trouve dans le volume**. Plus nous consommons, plus nous émettons. Or, en France, nous consommons beaucoup de médicaments et de dispositifs médicaux. Pour donner quelques chiffres : en 2023, les dépenses remboursées de médicaments par l’Assurance Maladie s’élèvent à 25,5 Mds €²². Certaines études montrent qu’une 80% des consultations se concluent par une ordonnance de médicaments. Un chiffre nettement inférieur à celui observé dans les pays européens voisins, (entre un tiers et près de la moitié)²³. La France était encore en 2022 au 5ème rang des pays européens en matière de consommation d’antibiotiques avec une utilisation de 30% supérieure à la moyenne européenne²⁴. Enfin, en 2023, 8 500 tonnes de médicaments non utilisés ont été récoltés par Cyclamed (autour de 3% de la masse des médicaments²⁵).

La **seconde raison se trouve dans l’intensité carbone de production**. Autrement dit, pour produire chaque médicament, on émet des gaz à effet de serre et, dans certains cas, on en émet beaucoup.

¹⁷ Tennison et al, Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7887664/>

¹⁸ Wu et al, The carbon footprint of the Chinese health-care system: an environmentally extended input–output and structural path analysis study, <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2819%2930192-5>

¹⁹ Malik et al, The carbon footprint of Australian health care <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2817%2930180-8>

²⁰Weisz et al, Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301828>

²¹ Etude EY pour le Leem "Accompagnement dans l’élaboration de l’empreinte carbone des entreprises du médicament", <https://www.leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

²² Dossier de presse – Assurance Maladie – Chiffres-clés du médicament – 14 novembre 2024

²³ Chiffres-clés du médicament en France : panorama global, CNAM, 2024

²⁴ Enquête européenne réalisée en 2005 à la demande de la Caisse d’Assurance Maladie des Travailleurs Salariés auprès de médecins généralistes

²⁵ Selon les chiffres qui vous seront présentés dans la suite du rapport. Nous avons ici fait le ratio de la masse récoltée par cyclamed avec la masse des principes actifs, des excipients et des emballages totaux que nous estimons.



À ce jour, nos travaux ne nous permettent pas d'expliquer d'où proviennent exactement ces émissions.

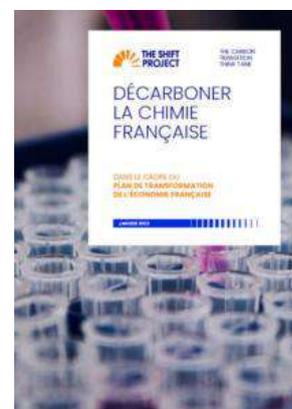
En effet, pour estimer les émissions de gaz à effet de serre associées à la consommation des médicaments et des dispositifs médicaux, des facteurs d'émissions monétaires de l'ADEME ont été utilisés. 500 gCO₂e par euro de médicaments achetés et 315 gCO₂e par euro de dispositifs médicaux. Si ces derniers ont l'avantage de produire une estimation rapide des émissions de GES à l'échelle macroscopique et ainsi d'obtenir un ordre de grandeur des émissions, ils présentent plusieurs limites. Une première limite est qu'ils **ne permettent pas d'obtenir une vision détaillée et désagrégée des émissions de GES des produits de santé**. Pour bien soigner un patient il est important de poser le bon diagnostic. On peut user d'un parallèle et simplifier en disant que pour définir les bons leviers de réduction de carbone il est nécessaire de bien diagnostiquer les causes.

Or, une rapide revue de la littérature permet de constater que les résultats sont variables. Prenons l'exemple des médicaments : certaines analyses de l'empreinte carbone sur le cycle de vie du médicament indiquent que la cause principale vient de la production du principe actif (ex : l'antiviral Tenofovir Disoproxil²⁶) d'autres, de la consommation du médicament (ex : gaz anesthésiants²⁷) et pour d'autres de l'emballage (ex : morphine²⁸). Lorsque les émissions sont issues majoritairement de la phase de production du principe actif, les origines varient : Dans certains cas, elles découlent de la consommation de solvants (ex : ibuprofène²⁹), parfois elles sont essentiellement liées à l'électricité directement consommée (ex : anticorps monoclonaux³⁰).

Une seconde limite liée aux facteurs d'émissions monétaires provient de **l'incertitude associée à leur usage. Selon l'ADEME, une incertitude de 80% est à associer à leur usage**³¹. The Shift Project y a consacré [une note méthodologique entière](#). Pour ce travail sur les industries de santé, The Shift Project s'appuie sur ses travaux de [décarbonation de l'industrie française en général et notamment de la chimie](#).

Il est donc nécessaire d'approfondir le chiffrage de l'empreinte carbone des industries de santé pour identifier leurs principales sources d'émissions et comprendre comment et jusqu'où elles pourront se décarboner.

De manière macroscopique, le rapport "[Décarboner la Santé pour soigner durablement](#)" identifiait logiquement deux façons de réduire les émissions des produits de santé : réduire leur intensité carbone et/ou diminuer les volumes de consommation. Sans information plus précise sur la production des médicaments et DM, nous avons fait plusieurs hypothèses sur leur capacité de décarbonation (baisse de l'intensité carbone des produits de santé de 0 %, 40 %, 60 % et



²⁶ Yanqiu et al, ACS Sustainable Chem, 2023,

²⁷ Sherman et al Anesth Analg, 2012

²⁸ McAlister et al, BMJ Open, 2016

²⁹ Ecovamed, Ibuprofen carbon footprint,

https://cdn.prod.website-files.com/6151b650ce4cd9198b1fd7e8/6176e0cb1ac57152bc572efd_Ibuprofen_Carbon_footprint_Ecovamed_May_2021.pdf

³⁰ Budzinski et al, Streamlined life cycle assessment of single use technologies in biopharmaceutical manufacture, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35007778/>

³¹ ADEME, Base Empreinte, Service/Produits pharmaceutiques, 2018. <https://base-empreinte.ademe.fr/>



80 %) et sur le potentiel de réduction des volumes produits (par l'optimisation des processus de production, la diminution du packaging et des pertes). Ces hypothèses nous ont permis d'en déduire les besoins de baisse des volumes via les leviers de la prévention, la promotion de la santé et le juste soin (PPJS) (Figures 2 et 3). Cette modélisation a révélé que même avec une décarbonation de 80 % des produits de santé et une légère baisse des volumes, la demande de soins³² devrait réduire de 30 % afin d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de 80 % d'ici à 2050 fixés par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) dans le but de respecter l'Accord de Paris.

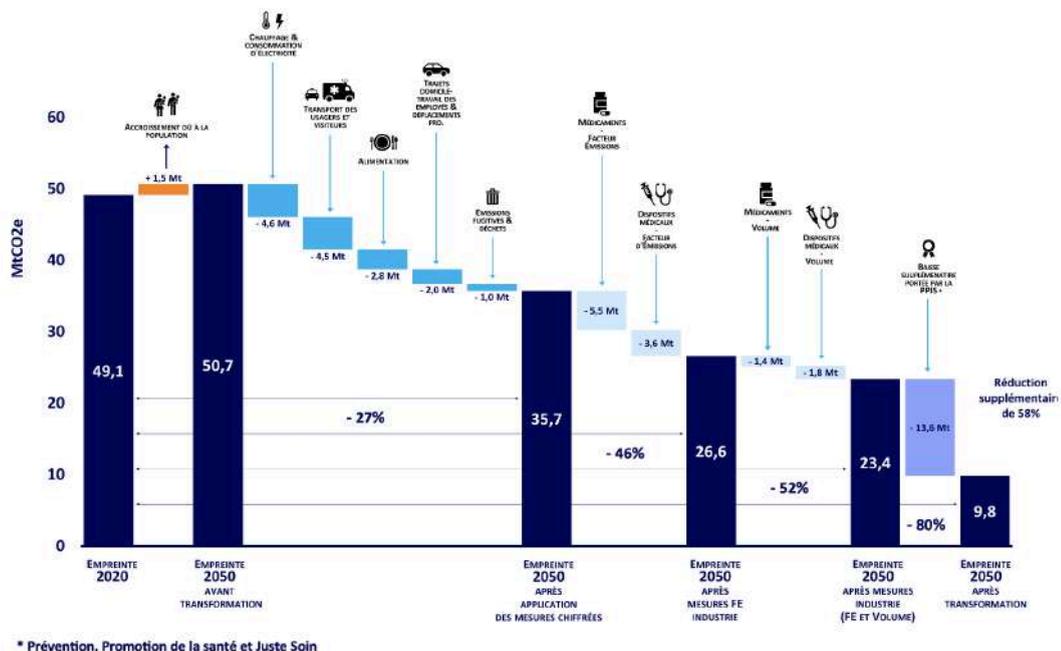


Figure 2 - Évolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé français entre 2020 et 2050 - Cas où les industries de santé baissent leurs émissions de 40% (MtCO₂e)
Source : Calculs The Shift Project 2023

³² Définie comme les sollicitations du système de soins par les individus



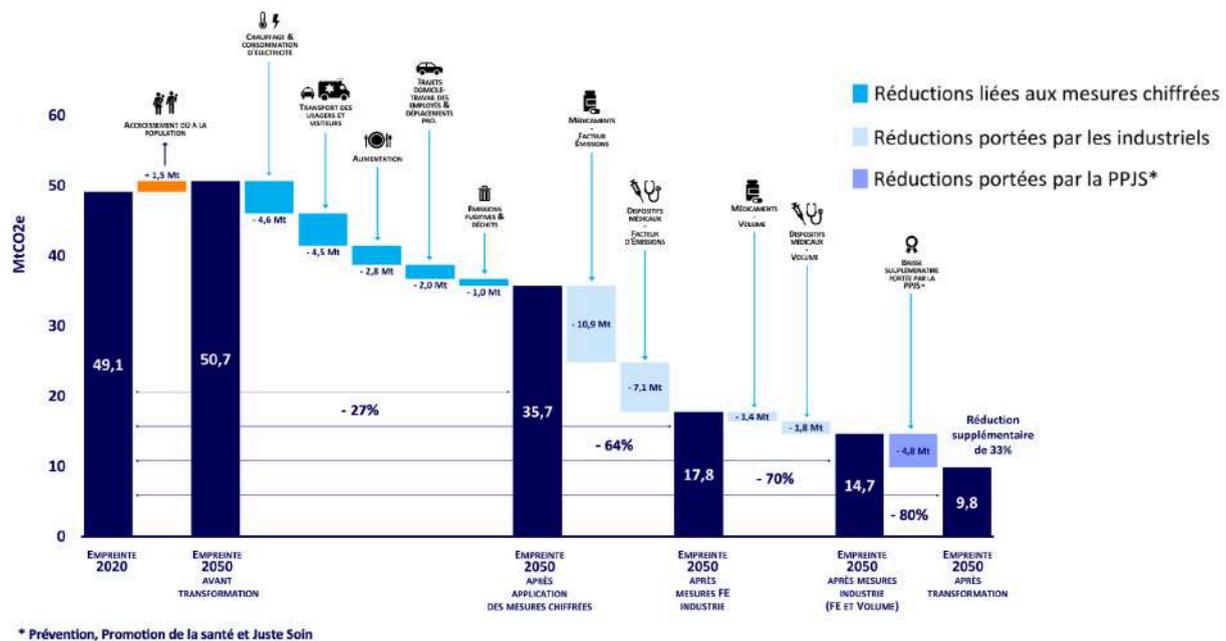


Figure 3 - Évolution des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé français entre 2020 et 2050 - Cas où les industries de santé baissent leurs émissions de 80% (MtCO₂e)
Source : Calculs The Shift Project 2023

Dans le travail actuel, nous souhaitons ainsi préciser les calculs des émissions de GES liées à la production des produits de santé sur la base de flux physiques, et objectiver les hypothèses de décarbonation des industries de santé. L'idée est de vérifier de quelle manière l'objectif de réduction de 80% des émissions de carbone du secteur de la santé (objectif proposé dans notre rapport "Décarboner la santé pour soigner durablement" pour une contribution du secteur à l'effort national de décarbonation) peut être atteint : à quel point les industries de santé peuvent-elles décarboner leurs activités ? Quelle part de cette décarbonation sera laissée à la sobriété des soins (prévention, la promotion de la santé et le juste soin) ? Il s'agit de :

- **Chiffrer** l'empreinte carbone des consommations de médicaments et de DM par l'utilisation de données physiques et non monétaires (masse de médicaments, distances pour la logistique, kWh d'électricité pour la production, etc) ;
- **Mettre en lumière les catégories de produits et les parties de la chaîne de valeur les plus carbonées**, pour aider l'industrie à prioriser son travail de décarbonation ;
- **Décrire et chiffrer le potentiel des différents leviers de décarbonation.**

3) Les industries face à la double contrainte carbone

Les produits issus des industries de santé revêtent une importance particulière, car ils sont souvent indispensables au maintien de la santé, voire à la survie de nombreuses personnes. Cette spécificité confère à ces industries une responsabilité fondamentale : garantir en toutes circonstances une réponse adéquate à la demande.



Cependant, ces dernières années, la production dans ce secteur a évolué vers des pratiques de flux tendu, entraînant une réduction significative des stocks³³. Si cette stratégie permet d'optimiser les coûts et d'accroître l'efficacité, elle fragilise la résilience du système en cas de fluctuations soudaines de la demande. Cette fragilité s'inscrit dans un cadre global où le changement climatique bouleverse les équilibres et impose de repenser les modèles industriels.

a) Qu'est-ce que la double contrainte carbone ?

La pandémie de Covid-19 nous a rappelé que « l'environnement » biologique, géologique, climatique, n'est pas extérieur aux sociétés humaines. **L'ensemble de la société est déjà soumis, et le sera encore davantage, à des contraintes** naturelles fortes avec lesquelles elle ne pourra prospérer qu'au prix de transformations profondes.

Parmi ces contraintes, celle que The Shift Project étudie principalement et a nommé « la **double contrainte carbone** » : en aval le changement climatique et en amont l'épuisement des énergies fossiles.

Le **changement climatique** est causé par des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine et fait peser sur la société et plus généralement sur le vivant des risques d'une ampleur inédite. Ces risques sont décrits et évalués depuis plus de trois décennies par le GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

L'**épuisement des énergies fossiles** (pétrole, charbon, gaz) nous expose à un risque sur leur approvisionnement, particulièrement pour le pétrole en Europe. Dans un contexte de forte dépendance aux hydrocarbures, une baisse de leur disponibilité menace le fonctionnement actuel de la plupart des sociétés humaines. Un risque d'approvisionnement existe également pour certains métaux et pour d'autres matières premières.

Enfin, d'**autres contraintes environnementales** pèsent sur les sociétés humaines et mettent en évidence tout autant de besoins de transformations majeures. Elles découlent de phénomènes tels que la perte de biodiversité, la fragilisation des écosystèmes et des services qu'ils nous rendent, la dégradation des sols, les crises sanitaires, etc. Sans compter les troubles géopolitiques que ces contraintes peuvent provoquer ou aggraver davantage. The Shift Project n'étudie pas directement ces enjeux mais s'intéresse aux moyens d'améliorer la résilience des sociétés et la robustesse de leurs transitions, qui visent à s'affranchir le plus largement et efficacement possible de ces contraintes.

a/ D'où vient le changement climatique ?

Depuis la révolution industrielle, **l'humanité a émis des quantités de gaz à effet de serre (GES) à un rythme sans précédent depuis des millions d'années**. Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal GES émis qui s'accumule dans l'atmosphère pour des dizaines de milliers d'années. Avant la révolution industrielle, la température moyenne à la surface de la Terre était relativement stable depuis plus de 15.000 ans, permettant la sédentarisation et le développement de l'agriculture. Dorénavant, les activités humaines amplifient l'effet de serre naturel, augmentant abruptement la température de la planète avec une modification significative de tout l'équilibre climatique (cycle de l'eau, etc.). L'accumulation des GES dans

³³ Rapport IGAS N°2021-058R, Les vulnérabilités d'approvisionnement en produits de santé, 2021. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cqe/produits-sante.pdf



l'atmosphère conduit à un réchauffement global estimé à 1,3 °C³⁴ en 2023 par rapport à l'époque pré-industrielle. A ce jour, les émissions mondiales de GES continuent de croître, menaçant d'un réchauffement planétaire de l'ordre de 1,5 °C d'ici au début de la décennie 2030³⁵ au plus tard.

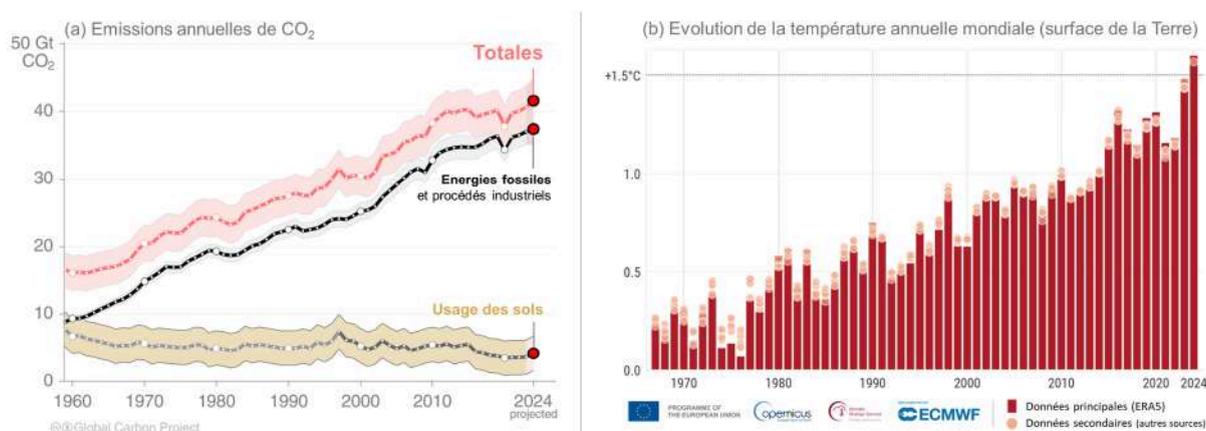


Figure 4 - Hausse des émissions de CO₂ (à gauche) et la température annuelle au niveau mondial à la surface de la Terre, par rapport à l'époque préindustrielle (à droite)

Source : Global Carbon Project 2024, Global Climate Highlight 2024, Copernicus, traductions par The Shift Project

Les émissions globales de CO₂ (principal gaz à effet de serre³⁶) se sont élevées en 2023 à un niveau record de 41 milliards de tonnes.³⁷ Elles peuvent être décomposées en deux catégories :

1. **Les émissions liées à l'utilisation d'énergies fossiles et aux procédés industriels.** Elles sont les plus importantes et représentent 37 milliards de tonnes de CO₂/an.³ Ces émissions proviennent principalement de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz ou charbon), par exemple dans les transports (avions, voitures thermiques), pour le chauffage des bâtiments (au fioul ou gaz) ou pour la production d'électricité dans de nombreux pays encore. Plus marginalement, ces émissions proviennent de procédés industriels, soit par "l'oxydation chimique" des énergies fossiles (par exemple pour le raffinage de l'aluminium), soit par "la décomposition des carbonates" (dans la production de ciment³⁸).
2. **Les émissions liées à l'usage des terres, au changement d'affectation des sols et à la foresterie.** Elles représentent près de 4 milliards de tonnes de CO₂/an.³ Ces émissions proviennent de l'agriculture, de la déforestation, de l'artificialisation, etc. Ces activités s'accompagnent d'émissions d'autres gaz à effet de serre comme le méthane, le protoxyde d'azote, etc.

³⁴ Forster et al. (2024). Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence. <https://doi.org/10.5194/essd-16-2625-2024>

³⁵ Le budget carbone restant pour une probabilité de 50 % de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C est de 235 GtCO₂ au début de 2025. Au rythme des émissions de 2024, ce budget sera consommé en 6 ans. Source : Friedlingstein et al. (2024). Global Carbon Budget 2024. <https://doi.org/10.5194/essd-2024-519>

³⁶ En 2019, les émissions de CO₂ représentaient 75 % des émissions de gaz à effet de serre. Source : IPCC (2022). Summary for Policymakers, Working Group III to the AR6. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>

³⁷ Friedlingstein et al. (2024). Global Carbon Budget 2024. <https://doi.org/10.5194/essd-2024-519>

³⁸ Inclus l'absorption de CO₂ provenant du processus de carbonatation du ciment.

b/ Les énergies fossiles, carburant de la croissance actuelle, s'épuisent

L'énergie, principalement d'origine fossile (à près de 80 % aujourd'hui), a été et demeure un facteur essentiel de développement des sociétés thermo-industrielles. L'ensemble de nos biens et services s'appuie (directement ou indirectement) sur de l'énergie pour extraire, déplacer et transformer des ressources dont dépendent tous les secteurs de l'économie (de l'agriculture à l'industrie, en passant par le transport). L'accès à l'énergie joue ainsi un rôle de premier ordre dans l'expansion économique, sociale et démographique des sociétés humaines actuelles, comme l'ont pu jouer l'accès à la santé, à l'eau, à l'éducation, etc.

Cependant, nous sommes entrés dans une nouvelle ère en matière de disponibilité des ressources énergétiques. L'approvisionnement en énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz) et en métaux (cuivre, lithium, nickel, cobalt, etc.) est contraint par leur disponibilité géologique et notre capacité technique et/ou économique à en exploiter les gisements. Bien que leur production soit pour le moment croissante, un pic dans leur extraction est attendu, à commencer par le pétrole, après quoi la quantité extraite chaque année se stabilise et/ou décroît. S'il est difficile d'anticiper avec précision quand chacun de ces pics adviendra, il est indéniable que la capacité d'approvisionnement du système économique est contrainte, à terme. Dans [un rapport publié en 2021](#), The Shift Project estime que **la production pétrolière totale des principaux fournisseurs actuels de l'Union européenne risque de s'établir dans le courant de la décennie 2030 à un niveau inférieur de 10 à 20 % à celui atteint en 2019.**

c/ Un futur incertain, des risques à fort impact potentiel

La poursuite au rythme actuel des émissions de gaz à effet de serre nous expose à des dommages croissants et irréversibles qui présentent des risques considérables. Pour les sociétés humaines, les enjeux énergie-climat se manifestent sous la forme de **risques de deux natures.**

i) Les risques « physiques »

Les risques physiques sont ceux associés aux **conséquences physiques du réchauffement climatique** : hausse de la fréquence et de l'intensité des extrêmes climatiques (canicules, incendies, inondations, sécheresses, tempêtes, etc.), élévation du niveau des mers, perturbation des pluies et des périodes de gel, etc. Parmi ces aléas, l'un des plus parlants est la sécheresse³⁹. Celle des sols va s'accroître, avec des températures moyennes en augmentation et des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes, y compris dès le printemps : de récents travaux indiquent que les épisodes intenses de sécheresse en Europe pourraient être dix fois plus fréquents et 70 % plus longs d'ici 2060⁴⁰. Au cours des quinze dernières années, la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine a diminué de l'ordre de 14 %.⁴¹

Pour réduire les risques physiques liés au changement climatique, il est essentiel d'un côté de s'adapter en réduisant l'exposition des populations et leur vulnérabilité, et de l'autre en

³⁹ Les risques liés à la sécheresse sont particulièrement bien caractérisés par le rapport Vers la résilience alimentaire. Faire face aux menaces globales à l'échelle des territoires. (Les Greniers d'Abondance (2020). Première édition, 175 pages) dont ce passage est tiré.

⁴⁰ Grillakis MG. (2019) Increase in severe and extreme soil moisture droughts for Europe under climate change. Science of The Total Environment. 660:1245-1255

⁴¹ Ministères de la Transition Ecologique (2024) Explore2 :

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publicques/explore2-impacts-du-changement-climatique-ressource-eau-horizon-2100>



minimisant l'ampleur des conséquences physiques par la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Chaque dixième de réchauffement additionnel aggravera ces risques en :

- menaçant la sécurité alimentaire planétaire (avec la baisse des rendements agricoles sur certaines cultures et zones géographiques)
- augmentant le stress thermique et hydrique (avec la multiplication de pénuries d'eau et des conflits d'usage), questionnant l'habitabilité de certaines régions et alimentant des déplacements massifs de populations et des instabilités géopolitiques et sociales
- menaçant la santé publique (avec la migration des vecteurs de maladies, menaçant l'homme et les animaux d'élevage, la hausse de l'incidence de maladies infectieuses, l'exposition croissante aux chaleurs extrêmes, la dégradation de la santé mentale)
- favoriser des risques humanitaires systémiques, liés à des famines de grande ampleur ou à la submersion de larges parties de littoraux
- perturber les activités économiques et leurs localisations, particulièrement les activités de production industrielle et agricole et les chaînes d'approvisionnement
- plus généralement, dégrader les conditions élémentaires de vie des populations.

Ces risques physiques liés au changement climatique **se distinguent de beaucoup d'autres risques** (juridiques, professionnels, technologiques, etc.), notamment par les aspects suivants :

- Leur **caractère global, parfois irréversible**, et donc **leur ampleur**, qui fait d'eux des risques potentiellement systémiques : ils affectent plus ou moins directement tous les secteurs de l'économie et sont donc en mesure de déstabiliser le secteur financier et celui des assurances.
- La méconnaissance concernant leur **temporalité**, la **manière de se manifester**, leur **combinaison**, bien que l'on soit tout à fait **capable d'évaluer l'ampleur de leurs impacts**. Deux exemples récents en témoignent : la faillite soudaine du fournisseur de gaz et d'électricité PG&E après les incendies en Californie en 2017-2018 et la baisse du niveau du Rhin en 2018, limitant fortement le transport de marchandises sur cet axe.
- La **fenêtre de tir, existante mais très fine**, pour limiter ce réchauffement par des actions soutenues de manière cohérente sur le long terme. The Shift Project défend une **planification de la décarbonation** des activités humaines, rendue possible par une connaissance optimale des émissions de gaz à effet de serre de chaque secteur.
- La **difficulté croissante à résoudre le problème** à mesure que s'allonge le retard. De nombreux facteurs complexifient la transition tant que le réchauffement continue : le coût financier croissant des dégâts à court-terme et la fragmentation géopolitique et sociale associée, le difficile passage à l'échelle de certaines technologies avec la limitation des ressources disponibles (énergies fossiles, minerais, ...), la limite des solutions fondées sur la nature comme la reforestation (par manque d'espace, etc.).
- L'**impossibilité de raisonner en silo**, au risque d'aggraver d'autres enjeux (comme préservation de la biodiversité) et d'aller vers de la « maladaptation » en adoptant des solutions contre-productives à plus long terme (comme la climatisation).

ii) Les risques de « transition » et opportunités

Les **risques de transition** recouvrent l'ensemble des risques associés à la restructuration de l'économie et des modes de vie pour se décarboner. Ils sont, entre autres, liés au



changement de notre système de **production**, de **consommation d'énergie** et à la réorganisation territoriale qui en découlerait.

Les industries et les modes de vie des sociétés humaines sont aujourd'hui largement dimensionnés pour l'usage d'hydrocarbures. Passer à un système consommant peu d'énergies fossiles et n'émettant plus de gaz à effet de serre implique donc des transformations profondes et cohérentes.

Pour les entreprises, de tels changements exposent notamment à :

- des risques liés à des mesures politiques (de tarification croissante des émissions de gaz à effet de serre, d'évolution des normes, d'obligations de baisse des émissions, etc.)
- des risques liés à une transition technologique (substituer les technologies actuelles par de nouvelles technologies décarbonées peut être très onéreux, si ce n'est impossible, etc.)
- des risques de réputation et de marché (liés au changement de comportement des consommateurs, au name and shame, etc.).

Pour les populations, un monde en transition est avant tout bénéfique. Il permet de réduire les risques physiques liés au changement climatique et leurs conséquences socio-économiques (impliquant chômage, diminution de revenus, appauvrissement patrimonial, insécurité sanitaire et alimentaire, entre autres), et plus généralement de tendre vers les objectifs de développement durable. La transition expose cependant à d'autres risques sociétaux liés, par exemple, à une transformation de l'aménagement du territoire (une désurbanisation des grandes métropoles, parfois à une densification, etc.) ou à la baisse de la demande. Cela représente aussi une opportunité, par exemple d'adopter de nouveaux modes de vie plus durables, favorisés par des infrastructures et des mesures politiques plus efficaces et favorisant la sobriété. Ou encore une opportunité de rééquilibrage : une répartition juste des efforts à tous les niveaux, individuel comme international, est l'une des conditions de l'acceptabilité sociale de cette transformation (par une prise en compte différenciée de la responsabilité et des capacités d'action). Pour amoindrir les risques qui lui sont associés, la transition requiert de laisser le temps aux concertations, d'apporter une attention aux conséquences et à leur inégale manifestation, des ressources et un engagement de la puissance publique considérables.

d/ Une transformation complexe à mettre en oeuvre

Les **transformations décrites jusque ici** (de système énergétique, agricole, productif, d'aménagement du territoire, etc.) sont par nature complexes à organiser, notamment car elles impliquent une multitude d'acteurs. Par ailleurs, elles nécessitent de questionner le recours aux énergies fossiles, qui ont permis jusqu'ici aux économies modernes de fonctionner et de se développer, et dont la quasi-totalité des pays (France compris) restent encore fortement dépendants. De tels changements affecteraient la plupart des flux d'énergie, de matières premières et transformées, de biens et de personnes. Ils concerneraient directement ou indirectement tous les secteurs de l'économie et auraient alors des conséquences sur l'emploi et les organisations.

Par ailleurs, la mise en oeuvre de telles transformations est davantage complexifiée par l'augmentation de la fréquence des crises liées au dérèglement climatique. Lorsqu'une crise survient, la priorité va naturellement à la gestion de l'urgence : préservation des personnes,



de la santé humaines et des biens, réparation des dégâts matériels directs puis rétablissement de l'économie à court terme. Il semble donc illusoire d'envisager que la décarbonation de notre économie soit plus facile à mener par l'avenir, en présence inéluctable de tensions croissantes.

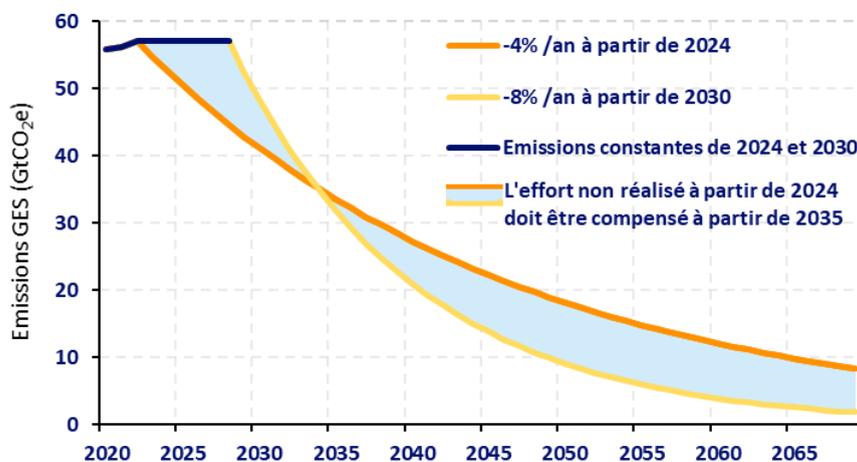


Figure 5 - Trajectoires d'émissions mondiales compatibles avec une hausse de température limitée à 2 °C.
 Source : Mise en forme par The Shift Project, données UNEP ⁴²

Après de longues années de négociation, un consensus international a émergé sur la nécessité de réduire les émissions de GES dans chaque pays, aboutissant en **2015** à la **signature de l'Accord de Paris par 194 pays**. Cet accord engage chaque pays à agir afin de **contenir le réchauffement planétaire bien en-deçà de 2°C** et de poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°C, par rapport à l'ère pré-industrielle.

A ce jour, les efforts des différents Etats en matière d'atténuation du changement climatique restent insuffisants pour respecter cet engagement. Les politiques actuelles ne permettraient de limiter la **hausse mondiale de la température qu'à 3,1 °C d'ici 2100⁴³**, bien loin de **l'objectif de l'Accord de Paris**.

Pour maintenir le réchauffement planétaire sous les 2 °C, les émissions mondiales devraient être réduites d'au moins 4 % par an à partir de 2024 (et d'au moins 7,5 % par an pour respecter rester sous les 1,5 °C).⁸ Par ailleurs, si la baisse des émissions ne débutait qu'en 2030, ce rythme de réduction annuel des émissions s'élèverait à -8 % par an pour rester sous les 2°C.⁸ Ainsi, d'un côté, plus vite la réduction des émissions mondiales est entamée, plus la transformation des activités pourra se faire graduellement. A contrario, plus nous attendons pour agir, plus les ruptures à venir seront violentes et plus les crises compliqueront la transition. Chaque opportunité ou objectif manqué conduit donc à un risque additionnel.

En France, l'Etat s'est doté d'une Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) pour planifier la réduction des émissions nationales. D'une part, elle fixe un « budget carbone » pour le pays, c'est-à-dire une quantité maximale de gaz à effet de serre qu'il est possible de continuer à émettre d'ici 2050. D'autre part, elle définit une trajectoire de réduction de nos émissions dans tous les secteurs, jusqu'à atteindre la neutralité carbone en 2050, point auquel les quelques émissions françaises résiduelles seraient compensées par les absorptions de nos

⁴² UNEP (2024). Emissions Gap Report 2024. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>

⁴³ Ibid.



puits de carbone (forêts, prairies, etc.). Cette stratégie pose ainsi un cadre pour la décarbonation nationale et pour être déclinée au niveau local.

b) Les industries de santé dépendantes à l’approvisionnement en énergie fossile

a/ Une dépendance forte au pétrole, au gaz et au charbon

Les ressources fossiles sont omniprésentes dans la chaîne de valeur des industries pharmaceutiques, à la fois à travers leurs consommations énergétiques et les matières premières utilisées.

- **Des produits de santé dérivés du pétrole**

On retrouve des dérivés du pétrole dans la **composition** même des produits de santé. En effet, des dérivés pétroliers, tels que les plastiques, sont omniprésents, notamment dans les dispositifs médicaux, les emballages⁴⁴ et comme matière première dans la chimie pharmaceutique⁴⁵⁻⁴⁶, comme nous le confirmerons plus loin dans notre rapport. L’ensemble des plastiques médicaux représentent environ 2% de la consommation totale de plastique mondiale⁴⁷.

Concernant les médicaments, de nombreux composés de base de la chimie organique sont dérivés du pétrole. Le craquage du pétrole permet d’obtenir des molécules simples comme l’éthylène, le propylène, le benzène, le toluène et le xylène, qui constituent les briques élémentaires de la chimie organique pour la synthèse de molécules plus complexes, notamment **pour la synthèse de nombreux principes actifs**⁴⁸.

De plus, dans la synthèse d’un principe actif, la réaction chimique nécessite un milieu réactionnel. **Les solvants industriels** comme l’acétone, le toluène et dichlorométhane **sont également issus de la pétrochimie**. Vous le verrez dans la suite du rapport, nous proposons une estimation des consommations de ressources fossiles à usage non énergétique utilisées dans la production des principes actifs.

- **Des procédés de transformation reposant sur la combustion d’énergie fossile**

Le pétrole, ainsi que les autres sources d’énergie fossiles, sont largement consommés dans certains procédés de transformations énergivores. Les usines de fabrication de principes actifs et d’excipients consomment de l’énergie fossile pour chauffer, refroidir, distiller, synthétiser, purifier et sécher les composés. La consommation d’énergie au cours de ces procédés industriels représente d’ailleurs dans certains cas la majeure partie de l’utilisation de ressources fossiles dans la fabrication des médicaments⁴⁹.

⁴⁴ Health Care Without Harm. Measuring and reducing plastics in the healthcare sector. 2021 Sep p. 72. <https://noharm-europe.org/>

⁴⁵ Hess J, Bednarz D, Bae J, Pierce J. Petroleum and Health Care: Evaluating and Managing Health Care’s Vulnerability to Petroleum Supply Shifts. Am J Public Health. 2011Sep;101(9):1568–79

⁴⁶ Références inspirées des travaux de Thomas Lamarque, Oil footprint of the French healthcare system : life cycle inventory by tiered hybrid analysis. Université de Strasbourg; 2023.

⁴⁷ Rizan C, Mortimer F, Stancliffe R, Bhutta MF. Plastics in healthcare: time for a re-evaluation. J R Soc Med. 2020 Feb;113(2):49–53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32031491/>

⁴⁸ Glenn DH. The hidden energy crisis: oil and gas raw materials in medicine. Tex Med. 1976. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1006556/>

⁴⁹ Wernet G, et al.. Life cycle assessment of fine chemical production: a case study of pharmaceutical synthesis. Int J Life Cycle Assess. 2010. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-010-0151-z>



- **Logistique et chaîne d'approvisionnement**

Comme nous le montrons dans nos deux rapports sur les industries de santé, les consommations françaises de produits de santé reposent en grande partie sur des importations. En effet, les produits dépendent d'une chaîne d'approvisionnement complexe. Il faut ainsi environ 70 kg de matières premières afin de produire un kg de principe actif⁵⁰. On compte plusieurs milliers de fournisseurs pour la production d'un IRM, et une entreprise comme *Siemens Healthineers* a recours à 40 000 fournisseurs, répartis sur 120 pays⁵¹.

Or ces produits intermédiaires doivent être déplacés entre les différents sites de production, à travers du fret routier, aérien ou maritime. **Quel que soit le mode de transport utilisé, celui-ci repose aujourd'hui majoritairement sur la consommation de pétrole.**

b/ Une vulnérabilité face aux crises d'approvisionnement en énergie fossile

Ainsi, la dépendance des produits de santé aux énergies fossiles se manifeste à tous les niveaux de leur production et distribution.

La vulnérabilité des produits de santé à l'égard du pétrole a d'ailleurs été identifiée dès 1973 à la suite du premier choc pétrolier⁵².

Or 99% du pétrole consommé en France est importé⁵³, un chiffre qui illustre la dépendance structurelle du pays envers les producteurs étrangers. Cette forte dépendance s'observe également au niveau du système de santé français⁵⁴. Cette réalité expose les industries de santé à une **double vulnérabilité**.

D'une part, toute fluctuation des prix du pétrole sur les marchés internationaux se répercute directement sur les coûts de production, notamment pour les dispositifs médicaux et les médicaments dont les chaînes de fabrication s'appuient fortement sur des dérivés pétroliers (par exemple les plastiques ou les solvants). La forte corrélation entre le prix de certaines matières premières et le prix du pétrole reflète leur dépendance étroite, comme le montre la Figure 6.

⁵⁰ Basé sur le calcul du PMI moyen à partir d'une étude calculant le PMI de 20 molécules en phase 3 ou en phase de commercialisation. Henderson et al., Lessons learned through measuring green chemistry performance The pharmaceutical experience, 2007.

<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/greenchemistry/industriainnovation/roundtable/lessons-learned-through-measuring-green-chemistry-performance-the-pharmaceutical-experience.pdf>

⁵¹ Siemens Healthineers, Sustainability Report, 2024. <https://www.siemens-healthineers.com/company/sustainability/report>

⁵² Clark GB, Kline B. Impact of oil shortage on plastic medical supplies. *Public Health Rep.* 1981. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1423862/>

⁵³ Ministère Aménagement du territoire et transition écologique, Ressources en hydrocarbures de la France, 2025. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/ressources-hydrocarbures-france>

⁵⁴ Andrieu et al, 2022, Health-care systems' resource footprints and their access and quality in 49 regions between 1995 and 2015: an input-output analysis





Figure 6 : évolution du prix du benzène et du baril de pétrole

Source : D'après données INSEE⁵⁵ et Statista⁵⁶

D'autre part, cette dépendance crée une **fragilité géopolitique** : en cas de tensions diplomatiques ou de crises entre la France et les pays exportateurs, l'approvisionnement en pétrole pourrait être compromis, perturbant ainsi l'ensemble de la chaîne de production industrielle en santé.

c/ Dépendance aux autres ressources

Les industries de santé reposent sur l'utilisation de nombreuses ressources naturelles qui, en raison de leur raréfaction progressive, exposent ces secteurs à des vulnérabilités croissantes. On peut citer, de manière non-exhaustive :

- **Le cuivre**, essentiel à la fabrication des composants électroniques, largement utilisé dans les dispositifs médicaux d'imagerie et les équipements biomédicaux. La demande croissante en cuivre pour les technologies numériques et les infrastructures vertes exacerbe la pression sur son approvisionnement⁵⁷, rendant les industries de santé particulièrement vulnérables à la volatilité des prix et aux pénuries.
- **Certaines terres rares**, par exemple le **gadolinium**, un composant indispensable des agents de contraste utilisés en imagerie par résonance magnétique. En 2024, le secteur des équipements médicaux domine l'utilisation du gadolinium, représentant 42,9 % de la demande globale⁵⁸. Cependant, la disponibilité de cette ressource est limitée et dépendante de quelques pays producteurs : en 2020, la Chine a été à l'origine de 97% de sa production⁵⁹.
- **L'hélium**, utilisé pour le refroidissement des aimants supraconducteurs dans les IRM, ressource non renouvelable dont les réserves mondiales sont en déclin. Les pénuries

⁵⁵ INSEE, Cours des matières premières importées - Pétrole brut Brent (Londres) - Prix au comptant en dollars US par baril, 2024. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/010002077>

⁵⁶ Statista, Price of benzene worldwide from 2017 to 2023, 2024.

<https://www.statista.com/statistics/1171072/price-benzene-forecast-globally/>

⁵⁷ IFPEN, Le cuivre dans la transition énergétique : un métal essentiel, structurel et géopolitique ! 2020.

<https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>

⁵⁸ Future Market Insight, Gadolinium Market Outlook from 2024 to 2034. 2024.

<https://www.futuremarketinsights.com/reports/gadolinium-market>

⁵⁹ Zhao G. et al., Assessing gadolinium resource efficiency and criticality in China. 2023.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103137>



d'hélium, déjà observées ces dernières années⁶⁰, mettent en péril la disponibilité des équipements d'imagerie médicale.

- **Le Cobalt-60**, un isotope radioactif du cobalt, utilisé pour la stérilisation gamma des dispositifs médicaux et des consommables utilisés dans la production des biomédicaments. Ce mode de stérilisation pourrait néanmoins connaître des difficultés d'approvisionnement, car la production mondiale de cobalt-60 risque d'être menacée⁶¹. En effet, une grande partie du cobalt 60 produit dans le monde est un coproduit de réacteurs nucléaires canadiens, les réacteurs CANDU, qui approchent de la fin de leur durée de vie⁶².

c) Les industries de santé subissent également les conséquences du changement climatique

a/ Les industries de santé se sont déjà montrées vulnérables face au dérèglement climatique

La fréquence et l'intensité des événements extrêmes ont augmenté de manière significative et indéniable depuis une vingtaine d'années, qu'il s'agisse de feux de forêt, inondations, ouragans, sécheresses et autres perturbations environnementales majeures.

Cette montée en puissance se traduit concrètement par un impact de plus en plus marqué sur les infrastructures clés de nombreux secteurs industriels, dont celui des industries de santé.

En 2017, le cyclone Maria a dévasté Porto-Rico coupant l'électricité pendant plusieurs semaines. Même si les laboratoires de l'île possèdent pour la plupart des groupes électrogènes, la production ne pouvait pas reprendre à cause du manque de main d'œuvre également touchée par les intempéries. Quatre usines de fabrication de *Medtronic* ont par exemple été mises hors ligne pendant près de deux semaines⁶³. Rappelons que l'île, particulièrement exposée aux dérèglements climatiques, abrite 116 sites de production dédiés aux industries de santé⁶⁴. Elle joue un rôle stratégique, assurant notamment la fabrication de 90 % des pacemakers utilisés dans le monde, ainsi que de 8 des 15 biomédicaments les plus vendus dans le monde⁶⁵.

Les sites de production en amont de la chaîne de valeur sont tout aussi vulnérables face au dérèglement climatique. En 2023, plusieurs sites indiens de production de principes actifs ont vu leurs activités être suspendues à la suite de différents événements climatiques^{66, 67}.

⁶⁰ DG Trésor, Le Qatar et l'hélium, 2023. <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2023/04/18/le-qatar-et-l-helium>

⁶¹ Aurora, <https://www.aurora-sterilisation.com/industries/>

⁶² Commission canadienne de sûreté nucléaire, 2017. <https://www.cnsccsnc.gc.ca/fra/resources/research/technical-papers-and-articles/2017/candu-reactors-long-term-operation-and-refurbishment/>

⁶³ Jim Hammerand, An even larger medtech supply chain shock looms beyond the pandemic, 2021. <https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/an-even-larger-medtech-supply-chain-shock-looms-beyond-the-pandemic/>

⁶⁴ Elizabeth Plaza, Top Entrepreneurial Sectors: Manufacturing and Pharmaceutical Sector. 2020. <https://camarapr.org/PRC2020/speakers/PP/14-PP-Elizabeth-Plaza.pdf>

⁶⁵ Invest Puerto Rico, BioScience Industry in Puerto Rico. 2021.

https://www.investor.org/wp-content/uploads/2021/11/IPR_BioscienceSectorProfile_11.20.2021_FINAL.pdf

⁶⁶ The Hindu Bureau, Flash floods disrupt operations at Alembic Pharma's Sikkim unit, 2023. <https://www.thehindu.com/business/flash-floods-disrupt-operations-at-alembic-pharmas-sikkim-unit/article67381024.ece>

⁶⁷ CNBCTV18.com, Chennai Floods: Natco Pharma temporarily shuts down API plant in Manali Industrial area, 2023. <https://www.cnbcvt18.com/business/chennai-floods-natco-pharma-temporarily-shuts-down-api-plant-in-manali-industrial-area-18512511.htm>



Ainsi, la **vulnérabilité des industries de santé est accentuée par la multiplicité des maillons de sa chaîne de valeur.**

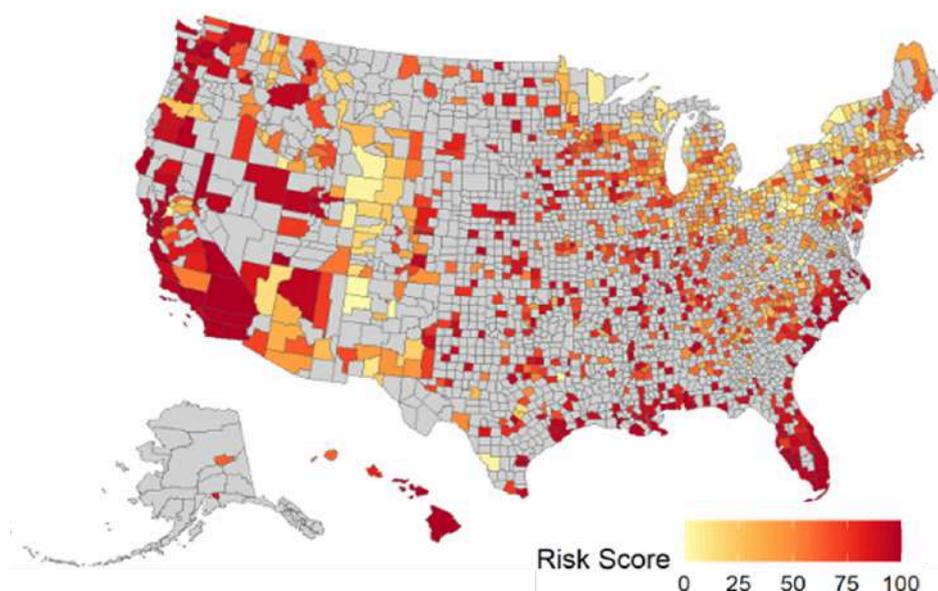
b/ Des tensions d’approvisionnement accrues en produits de santé

Les événements climatiques extrêmes viennent ainsi régulièrement fragiliser la chaîne d’approvisionnement. Les conséquences sont alors multiples : délais de livraison prolongés, rupture de stocks de médicaments, augmentation des coûts de production, et pour finir des difficultés pour les patients à accéder aux produits de santé dont ils ont besoin.

Près d’un an après le passage du cyclone Maria sur l’île de Porto Rico, on constatait toujours une **pénurie** de méthotrexate, les cinq producteurs du médicament avaient été impactés par la catastrophe⁶⁸. Plus récemment, l’ouragan Helene a touché le site de production de fluides intraveineux de Baxter en Caroline du Nord. Cette usine américaine fabrique 60 % des solutions intraveineuses et des solutions de dialyse péritonéale du pays. La catastrophe a entraîné des **pénuries dans plusieurs hôpitaux américains et le report de procédures chirurgicales** non urgentes dans tout le pays⁶⁹.

c/ Une vulnérabilité systématique et croissante

Si de nombreux exemples territoriaux semblent appuyer la vulnérabilité des industries de santé face aux événements climatiques, **cette vulnérabilité est globale** : ainsi, une étude américaine a montré que plus de **27% des sites de productions de dispositifs médicaux dans le monde étaient situés dans des zones à risque “très élevé” ou “relativement élevé” face aux catastrophes naturelles**⁷⁰. Ainsi, peu de régions semblent totalement épargnées par les événements climatiques.



⁶⁸ Nicole Kulaga, Drug Shortage Crisis – How Hurricane damage is impacting drugs in the United States. 2018. <https://www.mdchhs.com/2018/08/08/drug-shortage-crisis-how-hurricane-damage-is-impacting-drugs-in-the-united-states/>

⁶⁹ Chris Newmarker, Baxter among medtech companies affected by Hurricane Helene, 2024. <https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/baxter-among-medtech-companies-affected-by-hurricane-helene/>

⁷⁰ Kolbe, A and Beleche, T. Linking Medical Product Manufacturing Locations with Natural Hazard Risk: Implications for the Medical Product Supply Chain. Washington, DC: Office of the Assistant Secretary for Planning and Evaluation, 2024. <https://aspe.hhs.gov/sites/default/files/documents/d98ff2756322de8e3f3338d6a423642f/aspe-data-point-natural-hazards-manufacturing.pdf>

Figure 7 : Score d'exposition au risque climatique dans les différents comtés américains où sont situés des sites de production de médicaments (aucun site de production de médicaments n'est présent dans les comtés en gris)

Source : Kolbe, A. et al. (2024)

Comme le souligne cette étude, *“bien que les facteurs liés au climat ne semblent généralement pas influencer la décision de l'implantation des sites de fabrication, ces décisions peuvent avoir des impacts opérationnels sur les distributeurs, les fournisseurs de matières premières, les travailleurs, ainsi que sur les bénéficiaires du système de santé”*.

Les sites de production français sont également exposés aux risques climatiques. En 2023 les 15 tempêtes et les 14 inondations en France ont ainsi coûté aux assureurs 6,5 milliards d'euros⁷¹. Nous mènerons une analyse plus détaillée sur la vulnérabilité des sites de production français en vue de notre rapport final.

Avec la poursuite de la consommation de combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre, ces phénomènes extrêmes vont **s'intensifier au cours des prochaines décennies**. Ainsi, d'après *France Assureurs*, le coût assurantiel lié aux sécheresses pourrait être multiplié par trois d'ici 2050, tandis que celui induit par des inondations pourrait croître de 81% et celui des tempêtes de 46%⁷². **La vulnérabilité de l'approvisionnement en produits de santé, déjà réelle, sera amenée à s'accroître sans mesures d'adaptation concrètes.**

d/ Des industries de santé face aux conséquences indirectes du changement climatique

Les impacts du changement climatique ne se limitent pas seulement aux événements climatiques extrêmes ou aux perturbations directes des chaînes de production. Les industries de santé, en raison de leur **interdépendance avec de nombreux secteurs**, doivent également faire face à des répercussions indirectes majeures. En effet, l'intensification des phénomènes climatiques affecte les systèmes de transport, les infrastructures énergétiques, ainsi que les conditions sanitaires mondiales, ce qui a des répercussions considérables sur la chaîne de production, la distribution et l'accès aux produits de santé.

Les bouleversements climatiques aggravent la pression sur des **ressources** indispensables à la production des dispositifs médicaux et des médicaments. **Les pénuries d'eau**, exacerbées par des sécheresses prolongées, peuvent compromettre les procédés industriels nécessitant d'importants volumes d'eau pure, comme la fabrication de principes actifs ou le nettoyage des équipements.

Les impacts climatiques ont des conséquences sur les **infrastructures de transport** (routes, ports et voies ferroviaires). Par exemple, en Chine, le delta de la rivière des perles, hub logistique majeur, est extrêmement à risque face à la montée des eaux⁷³. Les inondations et tempêtes vont endommager les centres de stockage ou ralentir les

⁷¹ France Inter, "Un changement d'échelle" : les catastrophes climatiques ont coûté 6,5 milliards d'euros aux assureurs en 2023, <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/l-info-de-france-inter/l-info-de-france-inter-9890306>

⁷² France Assureurs, Dès les 30 prochaines années, le réchauffement de notre planète contribuerait pour un tiers à l'augmentation des sinistres climatiques en France, 2021. <https://www.franceassureurs.fr/espace-presse/les-communiqués-de-presse/des-les-30-prochaines-années-le-rechauffement-de-notre-planète-contribuerait-pour-un-tiers-a-l'augmentation-des-sinistres-climatiques-en-france/>

⁷³ Kulp, S.A., Strauss, B.H. New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. *Nat Commun* 10, 4844 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>



approvisionnement en matières premières, rendant les chaînes logistiques des industries de santé particulièrement vulnérables.

On peut également citer d'autres contraintes à la production:

- L'impact du changement climatique sur la **biodiversité**, qui peut potentiellement impacter la disponibilité des plantes médicinales et de certaines matières premières d'origine végétale ;
- Les crises **sociales** potentielles : migratoires, économiques ;
- **L'augmentation des maladies chroniques**⁷⁴, qui va impacter la demande en produits de santé ;
- Les vagues de chaleur qui impliquent notamment une baisse de productivité⁷⁵.

On peut également citer des conséquences entraînant **des changements brutaux de la demande** lors d'épidémie d'agents infectieux, de crises migratoires ou de décompensation de maladies chroniques causée par des crises climatiques (canicules, "asthme d'orage"^{76 77}, phénomène brutal qui provoque des centaines de crises d'asthme graves, déjà observé en Ile de France en Juin 2023).

Ces conséquences mettent en évidence la dépendance du secteur des industries de santé à un ensemble d'autres secteurs, comme nous allons le voir.

4) Les interactions avec les autres secteurs

La décarbonation des industries de santé dépend des autres secteurs et influence celle-ci en retour : cette section met en lumière l'interdépendance entre le secteur des industries de santé, du secteur de la santé plus largement et des autres secteurs économiques, soulignant ainsi l'importance d'une approche transversale et coopérative pour planifier la décarbonation.

D'un point de vue "carbone", le secteur des industries de santé ne peut pas être pensé isolément et dépend d'autres secteurs, qu'ils soient médicaux ou non. Il dépend par exemple des secteurs suivants :



Le secteur de la santé au sens large (établissements sanitaires, médecine de ville, pharmacies d'officine) qui consomme les produits mis sur le marché, par une délivrance spécifique : pour les médicaments uniquement à la pharmacie d'officine, ou à la pharmacie à usage intérieur, pour les DM par le biais des magasins de matériel médical ou en direct du fabricant.



Le secteur du bâtiment pour construire, entretenir et rénover les usines, les laboratoires de recherche et développement et les sièges sociaux.

⁷⁴ Hafsa Hachad et al., Impacts sanitaires du changement climatique : données récentes, éléments de réflexion, La Presse Médicale Formation, <https://doi.org/10.1016/j.lpmfor.2021.10.020>.

⁷⁵ I4CE, Vagues de chaleur : ce que l'on peut dire des coûts de l'adaptation des bâtiments. 2024. <https://www.i4ce.org/publication/vagues-chaleur-couts-adaptation-batiments-climat/>

⁷⁶ Phénomène qui provoque brutalement des centaines de crises d'asthme graves, déjà observé en Ile de France en Juin 2023. Atmo Hauts-de-France, Le risque d'asthme d'orage : comprendre et prévenir ce phénomène, 2024. <https://www.atmo-hdf.fr/actualite/le-risque-dasthme-dorage-comprendre-et-prevenir-ce-phenomene>

⁷⁷ Thien F, et al., The Melbourne epidemic thunderstorm asthma event 2016: an investigation of environmental triggers, effect on health services, and patient risk factors. Lancet Planet Health. 2018. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29880157/>





Le secteur des transports, qu'il s'agisse de la **mobilité quotidienne** qui permet les déplacements des professionnels du secteur, de leurs **déplacements internationaux** en train ou en avion ou du **fret aérien, maritime et routier** qui permet les déplacements amont et aval des marchandises par lesquels les industries de santé s'insèrent dans la **mondialisation**.



Le secteur de l'agriculture qui assure l'approvisionnement **d'une partie des matières premières** et intrants, mais aussi de l'alimentation qui nourrit les salariés du secteur.



Le secteur du numérique qui sous-tend l'ensemble des transformations numériques du secteur, tant sur le plan industriel qu'administratif. Il intègre également la partie numérique d'un nombre croissant de dispositifs.



Le secteur énergétique pour approvisionner en électricité, pétrole et gaz l'ensemble des machines, qu'elles soient dans les usines (chauffage, appareils, machines-outils, etc.) ou en dehors, mais aussi les voitures et camions permettant le déplacement des salariés ou des marchandises.



Le secteur de l'urbanisme qui influence les décisions de construction des sites de production et des centres logistiques.

B) Les initiatives en cours

Nous souhaitons évaluer plus finement les émissions de gaz à effet de serre des industries de santé, identifier et quantifier les actions à mettre en place pour les décarboner. Notre travail vient s'ajouter à un ensemble d'initiatives ayant vu le jour en France ces derniers mois et années. Bien qu'elle partage des points communs avec ces projets, notre démarche vise à être avant tout complémentaire. Nous ne cherchons pas à ignorer la valeur de ces travaux ni à repartir de zéro. Au contraire, vous le verrez, nous nous appuyons fréquemment sur leurs méthodes et leurs données pour parvenir à nos fins.

Aussi, dans cette partie, nous faisons un tour d'horizon d'initiatives en France ou à l'international ayant trait à la décarbonation des produits de santé. Il s'agit d'informer les acteurs qui nous lisent de ces différents projets, de leurs objectifs et de leurs complémentarités. Ce tour d'horizon se veut synthétique et plus de détails sont disponibles dans [le rapport annexe](#).

Depuis quelques années, les initiatives se multiplient dans le secteur de la santé. De nombreux acteurs prennent position sur cette question, comme la Haute Autorité de Santé (HAS)⁷⁸ qui, dans sa [feuille de route santé-environnement](#) publiée en 2023, intègre dans ses objectifs la volonté de renforcer dans ses méthodes d'évaluation les critères existants qui prennent en compte les aspects environnementaux et d'engager une réflexion quant à l'intégration de l'impact environnemental des technologies de santé dans son évaluation médico-économique⁷⁹.

⁷⁸La HAS est une autorité indépendante qui évalue les dispositifs médicaux et les technologies de santé, et qui conseille l'État sur la politique de santé. [Haute Autorité de Santé](#)

⁷⁹ [Feuille de route santé-environnement](#)



Nous n'avons pas pu obtenir des informations sur toutes les initiatives en cours, donc notre tour d'horizon reste incomplet. Nous sommes par exemple preneurs d'éclaircissements sur l'initiative portée par le SMI (Sustainable Market Initiatives) portant sur trois axes principaux : décarbonation de la chaîne de valeur, décarbonation du parcours patient et décarbonation des essais cliniques⁸⁰. Nous notons que, lancée en 2020, la Sustainable Markets Initiative (SMI) a mis en place la Health Systems Task Force, réunissant des leaders mondiaux de la santé comme AstraZeneca, Bupa, GSK, Novartis, Novo Nordisk, Merck Group, Reckitt, Roche, Samsung Biologics, Sanofi, ainsi que des partenaires comme l'OMS, l'UNICEF, le NHS, la Sustainable Healthcare Coalition, et l'University of Pavia. Cette task force se donne pour mission de décarboner les systèmes de santé en réduisant l'empreinte carbone des parcours de soins, en promouvant l'usage d'énergies renouvelables dans les chaînes d'approvisionnement et en développant des outils d'évaluation de cycle de vie pour les médicaments.

1) Méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments développée par la DGE

Cette partie a été rédigée par la DGE et relue par le Shift Project.

a) Nom de l'initiative

[Méthode d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments](#)

b) Acteurs

La méthode est développée par la DGE, avec l'appui d'une société spécialisée (Ecovamed). Le comité de pilotage est composé de représentants des parties prenantes de la sphère publique : DGE⁸¹, DGS⁸², DGOS⁸³, MTECT⁸⁴/CGDD⁸⁵, DGRI⁸⁶, DSS⁸⁷, CNAM⁸⁸, ADEME⁸⁹. Les parties prenantes (industriels et leurs représentants, acheteurs hospitaliers, syndicats de pharmaciens, ...) ont été consultées au lancement du projet et après chaque révision des livrables par le comité de pilotage.

c) Objectifs et timings

L'objectif de cette méthodologie est d'aboutir à une version harmonisée et commune à tous pour faire des analyses de cycle de vie simplifiées des médicaments.

Cette méthodologie reprend point par point le GHG protocol en précisant à chaque étape les méthodologies de calcul des catégories d'émissions concernées ou en fournissant des facteurs par défaut à attribuer directement.

⁸⁰ <https://www.sustainable-markets.org/health-systems-taskforce-whitepapers/>

⁸¹ Direction générale des entreprises

⁸² Direction générale de la Santé

⁸³ Direction générale de l'Offre de soins

⁸⁴ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

⁸⁵ Commissariat général au développement durable

⁸⁶ Direction générale de la recherche et de l'innovation

⁸⁷ Direction de la Sécurité sociale

⁸⁸ Caisse nationale de l'Assurance Maladie

⁸⁹ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie



Cette méthodologie a fait l'objet d'une consultation publique⁹⁰ sur le site de la DGE du 28 mai au 10 juillet 2024.

Un rapport final sera soumis à la validation collective à l'issue de la consultation publique pour commencer à systématiser les ACV de tous les médicaments, et ce afin de :

- Identifier les principaux postes d'émissions et prendre les mesures correctives les plus impactantes ;
- Valoriser les productions les plus vertueuses et les efforts fournis en matière de décarbonation ;
- Orienter le marché vers les médicaments les moins carbonés.

d) Structure

La méthode proposée prend la forme (i) d'un guide méthodologique et (ii) d'une matrice de calcul de l'empreinte carbone :

(i) L'objectif du guide méthodologique est de permettre aux laboratoires et exploitants pharmaceutiques de calculer de façon simple, robuste et opposable l'empreinte carbone des médicaments, sur l'ensemble de leur cycle de vie (de l'extraction des matières premières à la fin de vie du médicament) et avec une répartition de ces émissions selon les principaux postes. Le guide prend en compte les émissions liées aux immobilisations mais ne prend pas en compte les émissions corporatives (que nous appellerons "émissions connexes" dans la suite du rapport).

(ii) L'objectif de la matrice proposée est de permettre la réalisation des calculs de manière standardisée et de calculer différents scores d'impact carbone (production, distribution ou les deux).

e) Liens avec le projet du Shift Project

Ce projet comme celui du Shift ont pour similarité de vouloir mettre la lumière sur des catégories d'émissions amont concernant le médicament qui sont pour le moment traitées de manière indirecte.

La différence majeure entre les deux approches est l'échelle : le projet du Shift vise des conclusions "secteur" en traitant en même temps des grandes masses de produits, tandis que le projet présenté dans cette section s'intéresse aux émissions produit par produit. En outre, à la différence de cette méthode, le Shift souhaite tenir compte de l'ensemble des émissions de GES des industries de santé, y compris leurs émissions corporatives comme la R&D.

Par ailleurs, il s'agit ici de la production d'une méthodologie (qui sera ensuite utilisée par les industriels pour calculer les émissions de leurs produits), tandis que le projet du Shift vise à produire des données.

⁹⁰ Site de la consultation : <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/consultation-publique-evaluation-de-l-empreinte-carbone-des-medicaments>



2) Feuille de route de décarbonation de la filière des industries de santé, comité stratégique de filière (CSF) Industries et technologies de santé

Cette partie a été rédigée par le Shift Project, et relue par le CSF.

a) Nom de l'initiative

[Feuille de route décarbonation de la filière des industries de santé - volet 2.](#)

b) À l'initiative de qui ?

Le Comité Stratégique de Filière des Industries et Technologies de Santé (CSF ITS) en lien avec les Ministères chargés de l'Industrie et de la Santé, et la Fédération Française des Industries de Santé (FEFIS). Le projet est piloté par M. Etienne Tichit, Corporate Vice-Président et Directeur Général de Novo Nordisk France.

c) Objectifs et timings

L'objectif principal est d'**élaborer une feuille de route pour l'ensemble de la filière des industries de santé** qui identifie les moyens et les dispositifs à mettre en œuvre pour la décarbonation de la production et de la logistique des produits de santé.

La feuille de route a ainsi pour objectif de mobiliser l'ensemble des acteurs de la filière, de permettre un retour d'expérience technique, et de proposer des actions concrètes pour une accélération des efforts d'ici 2030 et jusqu'en 2050.

Il doit également **définir des instruments de mesure de cette décarbonation** afin d'apprécier le déploiement de cette démarche et le coût induit par celle-ci dans le cadre d'un secteur dont les prix sont administrés.

Cette feuille de route a ainsi pour objectif d'**identifier les différents gisements de gaz à effet de serre (GES), quantifier le potentiel de décarbonation atteignable** et, pour chacun des secteurs, les **leviers et les conditions collectives nécessaires à l'accélération de la décarbonation**.

d) Structure

L'initiative est divisée en deux volets :

- 1) **Volet 1 - Établissement de la Feuille de route de la filière pharmaceutique** (jusqu'à 2023) :
 - Réalisation d'une première enquête de filière à l'automne 2022 auprès de près de 300 entreprises de l'ensemble de la chaîne de valeur pharmaceutique opérant en France :
 - Entreprises de la chimie fine pharmaceutique,



- Entreprises de l'industrie pharmaceutique disposant de sites de production en France,
- Entreprises exploitantes de médicaments fabriqués à l'étranger,
- Grossistes-répartiteurs et dépositaires.
- Élaborer des recommandations pour accélérer la transition de la filière.

2) Volet 2 - Élargissement à l'ensemble de la filière des produits de santé, notamment aux dispositifs médicaux (2024-2025) :

Les travaux de la feuille de route se sont poursuivis en 2024 en les étendant à l'ensemble des produits de santé : **dispositifs médicaux, dispositifs de diagnostic in vitro, dispositifs pour la santé visuelle et pour la santé buccodentaire, implants, ainsi que les médicaments et diagnostics vétérinaires**. L'enquête auprès des filières du DM et du DIV est intervenue en avril 2024. La publication du volet 2 de la feuille de route est prévue pour le 1^{er} trimestre 2025.

e) Liens avec le projet du Shift Project

A l'instar du Shift, il s'agit d'un rapport **dédié aux industriels et aux institutions publiques**, visant à identifier les sources d'émissions de GES des industries de santé, et les leviers de décarbonation adaptés aux spécificités des industries de santé.

Toutefois, la feuille de route de décarbonation publiée par le CSF se différencie au niveau de la méthode et de l'objectif du rapport.

En effet, **la feuille de route du CSF collecte et agrège les données et les intentions des acteurs de la filière, quantitatives** pour les unes (via des bilans d'émissions de GES, des initiatives SBTi, ou d'autres métriques) **et qualitatives** pour d'autres, fondées sur les efforts réalisés ou prévus. Le Shift Project adopte une approche plus directement axée sur **l'analyse de données physiques** telles que les quantités impliquées dans la production, les distances parcourues ou les consommations énergétiques.

Ainsi, notre étude a pour objectif de **compléter les travaux précurseurs de la feuille de route**, en apportant :

- des **précisions sur les émissions spécifiques par produits, et tout au long de la chaîne de valeur** ;
- des potentiels de réduction des émissions **chiffrés** associés aux mesures de décarbonation.

3) Plan de décarbonation du Leem

Cette partie a été rédigée par le Shift Project et relue par le Leem.

a) Nom de l'initiative

[Plan de décarbonation du Leem \(Les Entreprises du Médicament\)](#)



b) À l'initiative de qui ?

Le Leem accompagné par le cabinet d'audit financier et de conseil EY dans l'élaboration de l'empreinte carbone des entreprises du médicament.

c) Objectifs et timings

En 2022, le Leem a réalisé une étude⁹¹ sur l'empreinte carbone :

- des **médicaments produits en France**,
- des **médicaments consommés en France**.

Cette évaluation a servi de base à la production du plan de décarbonation du secteur publiée fin janvier 2023⁹² et au plan de décarbonation du Leem publié en juillet 2023. L'Accord collectif du 17 octobre 2023 sur la transition écologique et la mobilité durable⁹³ orchestre la mise en œuvre de ce plan de décarbonation au sein des entreprises du secteur.

À travers ces deux documents, le Leem fixe des objectifs quantifiés de baisse des émissions de gaz à effet de serre des entreprises du médicament d'ici 2030 et propose un ensemble de leviers pour y parvenir. L'ensemble des objectifs annoncés s'alignent avec la SBTi⁹⁴ mais n'ont pas été certifiés SBTi⁹⁵ : 50 % de baisse des émissions scope 1 et 2 et 25 % de baisse pour le scope 3 entre 2021 et 2030.

Si, dans l'étude sur le plan de décarbonation, il ne semble pas y avoir de contraintes liées au respect ou non des objectifs pris, **l'accord de branche sur la transition écologique impose à toutes les entreprises adhérentes du Leem de faire un bilan carbone**.

En outre, le Leem propose l'accès gratuit à CarbonEM, une plateforme de réalisation d'un bilan carbone, un référentiel carbone pharmaceutique ainsi que des formations pour ses adhérents sous forme de vidéos déclinées en région. L'outil CarbonEM devrait alors lui permettre de suivre l'atteinte des objectifs sectoriels définis dans le plan de décarbonation. Une étude intermédiaire prévue pour 2026 devrait permettre au Leem de réajuster au besoin les objectifs fixés et d'approfondir encore un peu les leviers et leur périmètre d'action.

Enfin, les engagements carbone du Leem seront intégrés à la dernière version de la feuille de route de décarbonation de la filière travaillée initiée par le CSF (Comité Stratégique de filière), qui devrait être disponible fin d'année 2024.

d) Structure de l'initiative

Comme expliqué dans la partie précédente, nous identifions trois documents en lien avec l'initiative du Leem sur la décarbonation :

⁹¹ <https://www.Leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

⁹² Plan de décarbonation du Leem,

<https://www.leem.org/sites/default/files/2023-07/Plan%20de%20d%C3%A9carbonation%20du%20Leem.pdf>

⁹³ https://www.legifrance.gouv.fr/conv_coll/id/KALITEXT000048953805/?idConteneur=KALICONT000005635184

⁹⁴ Science Based Targets initiative. Principalement, afin d'être aligné avec un objectif 1,5°C, il est attendu des réductions de 4,2% par an sur les émissions les plus directes (scope 1+2) et une réduction de 2,5% par an sur les émissions indirectes (scope 3).

⁹⁵ <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action>



- L'**étude carbone** diligentée par le Leem sur l'impact carbone du secteur en France⁹⁶,
- Une **feuille de route de décarbonation**⁹⁷,
- Un **accord collectif**⁹⁸

e) Liens avec le projet du Shift

Cette étude se différencie de notre projet au niveau du périmètre, des leviers et des cibles du rapport.

Concernant le périmètre : Nous souhaitons identifier l'origine des émissions liées à la consommation des médicaments en incluant toutes les étapes liées à leur production et donc liées à la chaîne d'approvisionnement des industries là où, par exemple, le rapport du Leem ne détaille pas les émissions liées aux fournisseurs. Enfin, les leviers et leur quantification en termes de baisse des émissions portent sur la période 2021-2030 là où le projet du Shift cherchera à estimer l'évolution potentielle des émissions des industries de santé jusqu'en 2050.

Concernant les leviers et des cibles du rapport : Les leviers s'adressent aux industriels et indirectement aux fournisseurs en matières premières des industriels. Aussi, les leviers proposés pour décarboner sont des leviers sur comment inciter les fournisseurs à décarboner leur activité et non sur comment ces fournisseurs peuvent réellement la décarboner (à savoir : quels leviers physiques ils peuvent activer). Le projet conduit au Shift vise justement à identifier les leviers physiques de décarbonation sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de l'extraction des matières premières à la fin de vie des médicaments, en passant par leur production, leur transport, leur stockage et leur utilisation.

Notez cependant que nous avons pris connaissance un peu tardivement d'une nouvelle étude produite par le Leem avec le cabinet PwC intitulée « Agir pour se décarboner et économiser l'énergie ». Un site internet est dédiée à cette étude⁹⁹.

L'étude est à destination des sites industriels pharmaceutiques et vise à leur proposer des fiches technologiques applicables à leurs activités et portant sur les 5 grands postes d'émissions carbone identifiés, à savoir :

- Système chaleur
- Groupes froids
- Traitement de l'air
- Systèmes moteurs
- Purification de l'eau

Nous tâcherons de présenter plus dans le détail cette initiative dans le rapport final.

⁹⁶ <https://www.Leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

⁹⁷ <https://www.leem.org/publication/transition-ecologique-decarbonation-emballages-en-plastique-usage-unique-le-secteur>

⁹⁸ https://www.legifrance.gouv.fr/conv_coll/id/KALITEXT000048953805/?idConteneur=KALICONT000005635184

⁹⁹ <https://www.opti-energie-leem.org/>



4) Ecovamed

Cette partie a été rédigée par Ecovamed¹⁰⁰, qui a intégré les retours du Shift Project. Elle a ensuite été complétée par le Shift Project.

a) Nom de l'entreprise

[Ecovamed](#)

b) Objectifs

Ecovamed est une Jeune Entreprise Innovante (JEI) dont l'objectif est de contribuer activement à la réduction de l'empreinte environnementale du secteur de la santé, en apportant de nouveaux outils pour mieux mesurer les impacts environnementaux des produits de santé et des parcours de soins, et ainsi identifier les leviers d'actions pour réduire ces impacts.

Ecovamed a également produit une base de données de facteurs d'émissions¹⁰¹ de plusieurs milliers de médicaments sous forme orale solide. La méthodologie de calcul qui a permis la création de cette base est décrite dans le papier Piffoux et al (2024) "*Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment*" publié dans *Journal of cleaner production*.

c) Liens avec le projet du Shift Project

Ecovamed se focalise sur des analyses et l'identification de solutions liées à des produits, des organisations, des sites ou des parcours de soins, et a donc une approche complémentaire à celle du Shift Project, qui étudie les impacts à l'échelle d'un pays ou d'un système. L'objectif étant que les deux approches convergent en termes de résultats et d'action à entreprendre pour réduire l'impact environnemental de la santé.

5) Outil Carebone de l'AP-HP

Cette partie a été réalisée par le Shift Project, et a bénéficié des retours de l'AP-HP.

a) Nom de l'initiative

[« Carebone »](#)

b) À l'initiative de qui ?

AP-HP (Cécile Klinguer, Inès de Maisoncelle, Matthias Didier)¹⁰²

¹⁰⁰ Le dirigeant d'Ecovamed, Sébastien Taillemitte, est membre du groupe de travail du projet.

¹⁰¹ Database, <https://www.ecovamed.com/#pricing>

¹⁰² Inès de Maisoncelle et Cécile Klinguer sont membres du groupe de travail du projet



c) Objectifs et timings

En plus de son bilan carbone classique, qu'elle calcule et suit depuis 2019, l'AP-HP a voulu donner plus de clés aux soignants pour aider à la décarbonation de ses hôpitaux. Elle a créé un outil qui permet de faire des mesures "carbone" de parcours de soins.

Le but principal est que l'utilisateur puisse rentrer dans l'outil les caractéristiques de son parcours de soins, et obtenir en résultat les émissions induites.

Cet outil permet notamment de calculer les facteurs d'émissions (FE) d'éléments constituant ces parcours de soins : médicaments, dispositifs médicaux, actes médicaux. Ces FE sont ensuite agrégés dans une base de données de l'AP-HP pour une utilisation interne.

Cet outil est disponible en libre accès via [le site internet de l'AP-HP](#)¹⁰³. Il a vocation à évoluer pour s'améliorer de façon continue.

d) Structure de l'initiative

« Carebone » comporte les documents suivants :

- Un guide méthodologique (« Guide méthodologique_Carebone_v46 »)
- L'outil lui-même (tableau Excel à plusieurs dizaines d'onglets, « Outil empreinte carbone parcours patient v46 »)
- Plusieurs annexes (notamment des tableurs Excel de calculs et de fixation d'hypothèses)
- La base de facteurs d'émissions calculés

e) Liens avec le projet du Shift Project

Concernant les cibles et le périmètre :

L'outil de l'AP-HP est avant tout destiné aux professionnels de santé et non aux industriels directement. Là où nous cherchons à estimer les émissions de GES des industries de santé répondant à la consommation française, *Carebone* calcule des émissions à l'échelle de pratiques de soins.

Concernant les objectifs du rapport :

L'outil Carebone s'adresse avant tout aux professionnels de santé, et a donc pour objectif de mettre en avant des leviers de décarbonation actionnable directement par ces derniers (exemple : passage au réutilisable, changement de voies d'administration de médicament, juste prescription, utilisation de techniques moins invasives ...).

Cette approche est donc encore une fois complémentaire à celle que nous proposons : en identifiant les leviers physiques de décarbonation tout au long de la chaîne de valeur, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie des produits, et en proposant des leviers de décarbonation actionnables également par les acteurs de la production industrielle.

¹⁰³ <https://www.aphp.fr/professionnel-de-sante/careboner-un-outil-pour-decarboner-le-soin-mis-la-disposition-de-tous-les>





02

**MÉTHODOLOGIE
GÉNÉRALE**

Résumons les grandes étapes de notre projet en partant de l'objectif final. Nous souhaitons **évaluer le potentiel de décarbonation de la production des médicaments** consommés en France (Étape 3). Dit autrement, ce projet souhaite identifier les actions que peuvent mettre en place les industries du médicament pour décarboner toute la chaîne de valeur du médicament et leur potentiel d'alignement avec l'Accord de Paris (baisser leurs émissions de 80% d'ici 2050).

Pour y parvenir, nous devons dans un premier temps **comprendre plus précisément d'où viennent les émissions de gaz à effet de serre du secteur** (Étape 2). En effet, à titre d'exemple, si l'emballage des produits représente 3% ou 30% des émissions de carbone des industries, cela ne donne pas le même niveau de priorité quant aux leviers à actionner.

Pour réaliser cette analyse plus fine, nous étudions chaque étape du cycle de vie du médicament que nous complétons avec l'ensemble des activités annexes jouant un rôle plus ou moins direct dans sa production : R&D, analyse du médicament, déplacements professionnels, déplacements domicile travail, activités administratives, etc.

Aussi, la première étape de notre projet consiste à **estimer le volume de médicaments consommés en France** ainsi que l'ensemble des intrants nécessaires à cette production (Étape 1).

Ce rapport intermédiaire se concentre pour le moment sur le chiffrage des émissions des industries de santé (Étapes (1) et (2)).

Cette section présente en détail la méthodologie adoptée pour quantifier l'empreinte carbone associée aux industries des médicaments. Nous y exposons notamment :

- Le périmètre d'analyse retenu pour l'étude ;
- La méthode utilisée pour estimer les consommations annuelles de produits de santé en France ;
- L'approche employée pour convertir ces consommations en émissions de gaz à effet de serre.



A) Périmètre

1) Définition générale

Encadré 2 : Définition du médicament

L'article L.5111-1 du Code de la santé publique, en France, définit le médicament ainsi : *"Toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales. Par extension, un médicament comprend toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'être humain ou l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique¹⁰⁴, immunologique¹⁰⁵ ou métabolique¹⁰⁶".*

Un médicament est donc composé d'un ou plusieurs **principes actifs** formulés avec des **excipients**. Il est ensuite façonné sous une certaine **forme pharmaceutique** puis **conditionné**.

a) Le principe actif¹⁰⁷

La ou les substance(s) responsable(s) des propriétés curatives, préventives ou diagnostiques du médicament. Quand un médicament contient plusieurs principes actifs, on parle d'association.

b) Les excipients

L'excipient est un composant du médicament qui ne lui confère pas ses propriétés thérapeutiques ou préventives, mais qui peut jouer un rôle notamment dans l'absorption (assimilation) et la stabilité du médicament et conditionne son aspect, sa couleur et son goût¹⁰⁸.

¹⁰⁴ Ce terme se rapporte à l'action d'un médicament sur l'organisme. Il concerne les effets que les substances chimiques ont sur les processus biologiques.

¹⁰⁵ Le mécanisme d'action du médicament interagit avec le système immunitaire.

¹⁰⁶ Le mécanisme d'action du médicament influence alors le métabolisme, c'est-à-dire les processus chimiques qui se déroulent à l'intérieur des cellules pour maintenir la vie. Ces médicaments peuvent agir en modifiant les réactions chimiques qui décomposent les substances (métabolisme catabolique) ou qui construisent de nouvelles substances (métabolisme anabolique) dans le corps.

¹⁰⁷ On utilise souvent le terme d'API (active pharmaceutical ingredient) pour parler du principe actif.

¹⁰⁸ Les excipients ont plusieurs fonctions en entrant dans la composition des médicaments, notamment :

- Diluer le principe actif (souvent en faible quantité), ce qui permet d'obtenir une unité de prise de taille ou de volume adaptée aux patients visés. On peut par exemple citer les solvants pour les formes liquides (l'eau le plus souvent) ou les diluants pour les formes orales solides (par exemple le lactose ou la cellulose pour les comprimés et les gélules).
- Faciliter la production industrielle des médicaments : c'est le cas par exemple des agents d'écoulement (comme la silice colloïdale) ou des lubrifiants (comme le talc et le stéarate de magnésium) que l'on ajoute aux mélanges de poudres pour leur donner des propriétés les rendant aptes à être comprimés ou mises en gélules. C'est aussi le rôle des tensioactifs qui permettent la production d'émulsions (laits, crèmes).
- Améliorer l'aspect, le goût ou l'odeur du médicament et favoriser ainsi sa prise. Par exemple, les agents édulcorants et aromatisants permettent de corriger un goût ou une odeur désagréables. La présence d'un film d'enrobage sur un comprimé permet également de masquer un goût ou un aspect défavorables, mais aussi de différencier les médicaments entre eux.
- Permettre la mise à disposition du principe actif au bon endroit et au bon moment dans l'organisme : c'est le rôle par exemple de certains films d'enrobage des comprimés qui ne se dissolvent qu'à un endroit défini dans l'organisme. Mais il existe aussi des excipients, par exemple les excipients matriciels, qui, par des phénomènes physiques ou chimiques, permettent la libération progressive du principe actif (médicaments à libération prolongée) : cela permet de réduire le nombre de prises quotidiennes.



c) La forme pharmaceutique

Également appelée « forme médicamenteuse » ou « forme galénique », cela désigne la forme sous laquelle un médicament, qui contient les principes actif(s) et les excipients, est présenté (comprimé, gélule, sirop, collyre, crème, solution injectable, etc.). Elle est spécifiquement conçue pour correspondre à la voie d'administration prévue pour le médicament¹⁰⁹.

D'après une étude publiée dans le *British Journal of Anesthesia*¹¹⁰, la forme pharmaceutique influence significativement l'empreinte carbone finale du médicament. Cette étude compare l'impact carbone du paracétamol sous différentes formes pharmaceutiques et conclut que les formes injectables de paracétamol sont 8 à 16 fois plus émettrices que les formes orales, principalement en raison du conditionnement et du matériel d'administration associé.

d) Le conditionnement

On appelle conditionnement l'emballage du médicament. Il garantit son intégrité au cours du transport, permet sa conservation au cours du temps. Il est également un élément de l'identité du médicament, c'est-à-dire qu'il joue un rôle dans la différenciation entre les médicaments et dans la lutte contre les contrefaçons. On distingue :

a/ Le conditionnement primaire

Il s'agit des éléments en contact direct avec le médicament. Par exemple le blister pour les formes solides (comprimés, gélules, ovules), le flacon pour les formes liquides, les tubes pour les formes pâteuses ou encore les poches pour les formes injectables. Le matériau du conditionnement primaire est choisi pour son absence d'interaction avec le médicament et pour sa capacité de protection vis-à-vis de l'extérieur (par exemple, protection contre l'humidité/ la lumière ou protection contre les contaminations extérieures).

Différents types de matériaux sont utilisés pour le conditionnement primaire, notamment :

- **Les plastiques et les polymères** qui constituent la grande majorité des matériaux de conditionnement primaire. Il en existe une grande diversité (PVC, PVDC, PE, PCTFE, etc.)
- **Les métaux (aluminium principalement)** sont utilisés pour le scellage des blisters ou de certains flacons (opercule).
- **Le verre** est utilisé surtout pour les formes liquides (flacons, seringues pré-remplies).

b/ Le conditionnement secondaire

Il s'agit de tout ce qui fait partie de l'identité du médicament, mais n'est pas en contact direct avec lui. Dans la plupart des cas, il s'agit de boîte d'emballage ou cartonnnette, qui contient une ou plusieurs unités de conditionnement primaire (un ou plusieurs blisters, un ou plusieurs tubes), et la notice, placée dans l'étui. Il est essentiellement composé de **papier et de carton**.

● Permettre la conservation du médicament pendant toute la durée du traitement et jusqu'à sa date de péremption : c'est le rôle des stabilisants et conservateurs qui confèrent au médicament sa stabilité tant d'un point de vue chimique (en évitant ou en limitant la dégradation du principe actif) que microbiologique (en évitant la prolifération bactérienne).

¹⁰⁹ Ministère de la Santé, Soins et maladies, Médicaments, Glossaire, [Forme pharmaceutique](#)

¹¹⁰ Jessica F. Davies et al., [Environmental and financial impacts of perioperative paracetamol use: a multicentre international life-cycle analysis](#), British Journal of Anaesthesia, January 30, 2024



c/ Le conditionnement tertiaire ou emballage logistique

Il ne fait pas partie de l'identité du médicament. Son rôle est de regrouper les unités médicamenteuses afin de permettre leur stockage, leur transport et leur distribution. Le conditionnement tertiaire n'est pas spécifique au médicament : comme pour la plupart des marchandises, il utilise du carton, des matières plastiques (sous forme de films, de caisses ou de palettes) et du bois (palettes). Certains médicaments devant être stockés et transportés dans des conditions de température spécifiques, il pourra nécessiter des matériaux isolants.

e) La notice

La notice d'information d'un médicament est généralement en papier imprimé. Elle contient des indications qui sont citées à l'article R. 5143-5 du Code de la Santé Publique notamment des informations qui permettent l'identification du médicament, des indications thérapeutiques et des instructions nécessaires pour un bon usage. La présence d'une notice d'information est obligatoire, sauf si les informations réglementaires Figurent directement sur le conditionnement extérieur ou le conditionnement primaire¹¹¹.

2) Chaîne de valeur des industries du médicament

Le périmètre de notre étude se concentre sur l'ensemble des acteurs impliqués dans la production des médicaments **biologiques ou chimiques** destinés à **la consommation française sur une année**.

Par conséquent, dans notre quantification des émissions de gaz à effet de serre des industries de santé impliquées dans la consommation française, nous excluons les productions françaises destinées à l'exportation. En revanche, nous intégrons les productions et segments de chaînes de valeur issus d'autres pays dès lors qu'ils sont importés et consommés sur le territoire français.

Pour autant, cela ne signifie pas que les acteurs français impliqués dans l'exportation ne font pas partie des cibles de ce rapport. En effet, nos principales conclusions sur les sources d'émissions de gaz à effet de serre et sur les leviers à activer pour les décarboner pourront également s'appliquer aux industries impliquées sur d'autres marchés.

La chaîne de valeur des industries du médicament peut être résumée comme ceci :

¹¹¹ [Article R5143-4 - Code de la santé publique - Légifrance](#)



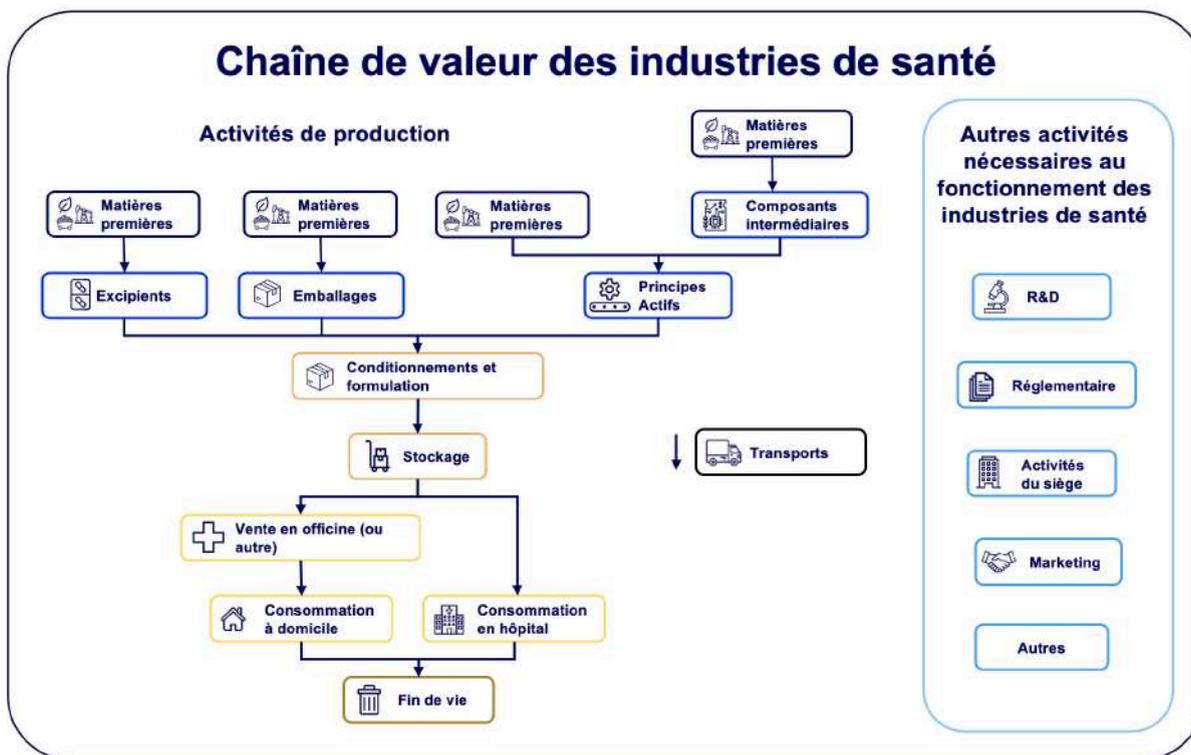


Figure 8 - schéma simplifié de la chaîne de valeur des industries du médicament.
 Source : The Shift Project

La production des médicaments débute par l'**extraction de ressources** naturelles (minérales, animales, végétales, etc). Ces matières premières sont ensuite transformées en produits finis (API, excipients et médicament formulé), à l'issue d'une série d'étapes de **transformation** en composants intermédiaires. Les produits finis sont alors **conditionnés**, puis acheminés jusqu'à leur lieu de consommation ou **d'utilisation**. Enfin, la dernière étape de la chaîne de valeur concerne la gestion de la **fin de vie**, incluant le traitement et l'élimination des produits. Une **logistique** dédiée assure le transport des produits entre les différents sites tout du long de la chaîne de valeur.

La chaîne de valeur décrite ci-dessus est simplifiée et générique. Par exemple, nous ne représentons pas le contrôle qualité des produits semi-finis ou finis. Les médicaments biologiques et les gaz médicaux présentent également des particularités spécifiques à leur conception et utilisation. En outre, la production des médicaments peut nécessiter des conditions de maîtrise de l'environnement de fabrication ou de production très strictes nécessitant l'utilisation de salles blanches¹¹² donnant alors lieu à un surplus d'émissions en raison des consommations énergétiques associées. Enfin, les étapes de production des principes actifs et des excipients sont des étapes extrêmement complexes, pouvant faire intervenir plusieurs centaines de composants intermédiaires.

Notez que cette diversité de produits et d'étapes complexifie la réalisation d'analyses de cycles de vie (ACV) précises sur l'ensemble des médicaments consommés en France (autour de 20 000 présentations pharmaceutiques différentes reposant sur un peu moins de 3000 principes actifs). En effet, cette méthode de travail, qui pourtant serait très précise dans

¹¹² Environnement à contamination contrôlée. L'objectif de la salle blanche est de fournir un environnement de travail qui limite la présence de particules à l'intérieur de celui-ci grâce à un système particulier de filtration de l'air.



le cadre de notre projet, nécessiterait d'avoir accès aux ACV des quelques 100 000 produits chimiques disponibles à la vente¹¹³ pour les médicaments chimiques.

Enfin, il est important de noter que les industries du médicament **s'appuient sur un écosystème d'activités connexes** qui jouent un rôle fondamental dans leur production et leur fonctionnement :

- La **recherche et développement** (R&D) occupe une place centrale en permettant l'innovation continue et l'amélioration des produits et des process. Ainsi, environ 10% du chiffre d'affaires des entreprises françaises du médicament est consacré à la R&D¹¹⁴.
- Les **fonctions de siège** englobent entre autres les **activités réglementaires**, qui garantissent la conformité et la sécurité des médicaments, les activités de promotion (visites médicales, stands à des congrès, flyers, etc) ou encore les **activités commerciales**. Notez par exemple que les industries de santé consacrent en moyenne un budget de 2.2% de leur chiffre d'affaires au marketing digital¹¹⁵.

Ces activités connexes **ne sont aujourd'hui que partiellement prises en compte dans notre évaluation de l'empreinte carbone**. Ces nombreuses activités pourraient pourtant représenter une part non négligeable de l'empreinte carbone des médicaments, comme l'a montré une étude récente pour les médicaments¹¹⁶ où les émissions induites par les activités "corporate" ont été estimées à 34,5% de l'empreinte carbone totale. Soit le premier poste d'émission. Nous incluerons l'ensemble des émissions induites par ces activités dans notre rapport final de juin 2025. Aussi, si vous disposez d'informations complémentaires n'hésitez pas à nous contacter à indus-santé@theshiftproject.org.

Ainsi, notre périmètre tient compte de l'ensemble des activités de production, de transport, de stockage et de transformation. Mais également des activités indirectement impliquées dans la production des médicaments mais nécessaires : R&D, réglementaire, commercial, contrôle qualité, déplacements professionnels, etc.

3) Produits analysés

Comme vu précédemment, afin d'estimer l'empreinte carbone de l'industrie des médicaments, il faut à la fois regarder les émissions induites par **les activités de production**, et les émissions induites par les **activités connexes** (R&D, activités corporatives, activités commerciales).

Pour étudier les émissions de GES tout au long de la chaîne de valeur des activités de production, nous tenons compte de l'ensemble des médicaments consommés en France sur une année, qu'il s'agisse de :

- Médicaments chimiques¹¹⁷,

¹¹³ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, Green Chem., 2014, 16, 3392

¹¹⁴ LEEM, Les dépenses de R&D représentent 9,8% du chiffre d'affaires des entreprises du médicament, 2017, <https://www.leem.org/les-depenses-de-rd-representent-98-du-chiffre-d-affaires-des-entreprises-du-medicament>

¹¹⁵ Gartner 2013

¹¹⁶ Piffoux et al., Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment, 2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624030257#sec3>

¹¹⁷ Les médicaments chimiques sont des médicaments dont les principes actifs sont généralement produits par synthèse chimique via des procédés de chimie organique industriels.



- Médicaments biologiques¹¹⁸,
- Autres (homéopathiques¹¹⁹ ou médicaments de phytothérapie¹²⁰)

B) Estimation des consommations en France

Comme détaillé dans la section précédente, notre étude se concentre sur les industries des médicaments destinés à la **consommation française**. Une première étape de notre projet a donc été d'estimer les consommations françaises de médicaments, que ce soit en milieu hospitalier ou en ville. Cela nous a amené à créer une base de données rassemblant l'ensemble des médicaments consommés en France par présentation pharmaceutique (par exemple "DOLIPRANE 100 mg, poudre pour solution buvable en sachet-dose" ou "IBUPROFENE ALMUS 200 mg, comprimé pelliculé")¹²¹, et les masses de principes actifs, d'excipients et d'emballages associés.

Les différentes sources de consommations intégrées à notre étude sont détaillées ci-dessous.

ces substances peuvent être produites de différentes manières : synthèse chimique totale, hémisynthèse, ou extraction directe de molécules d'origine végétale, animale ou minérale. De ce fait, quelle que soit la méthode de synthèse, des processus industriels qui nécessitent de grandes quantités d'eau, d'énergie et d'autres substances chimiques type solvants, sont nécessaires.

¹¹⁸ Les médicaments biologiques sont obtenus par un **procédé biotechnologique** qui implique une source biologique (protéines, cellules...). Les substances actives des médicaments biologiques sont généralement plus complexes que celles des médicaments chimiques. À cette définition, le droit européen ajoute les médicaments immunologiques et les médicaments dérivés du sang et du plasma humain.

¹¹⁹ Ils reposent sur l'idée qu'on peut traiter les causes d'une maladie en utilisant des substances qui provoquent des symptômes similaires, mais à des doses infinitésimales. En France, les médicaments homéopathiques ont été déremboursés progressivement de janvier 2020 à janvier 2021. Cette décision a été prise par les autorités de santé françaises, notamment suite à l'avis défavorable de l'HAS concernant le maintien du remboursement des médicaments homéopathiques en raison du manque de preuves scientifiques démontrant leur efficacité.

¹²⁰ Ce sont des médicaments dont les principes actifs proviennent exclusivement de substances végétales ou de préparations à base de plantes. Les plantes utilisées dans ces médicaments ont des indications reconnues. Cependant, contrairement aux médicaments conventionnels, l'obtention d'une AMM ne nécessite pas la réalisation d'essais cliniques prouvant leur efficacité. Par conséquent, les indications pour ces médicaments commencent par la phrase « traditionnellement utilisé dans... », ce qui indique que l'AMM est basée sur des pratiques historiques sans preuves scientifiques solides.

¹²¹ Une présentation est définie par les éléments suivants : sa dénomination, sa forme pharmaceutique, son dosage, son conditionnement et la contenance de son conditionnement



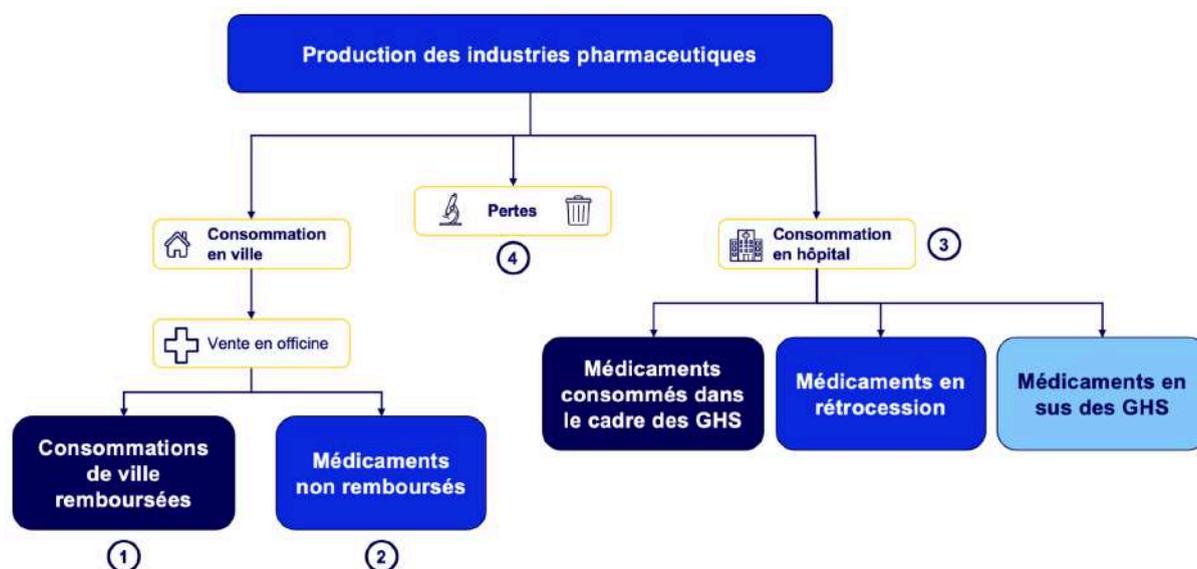


Figure 9 : les différents modes de consommation des médicaments en France
 Source : The Shift Project

Comme montré sur le schéma, on distingue plusieurs cas :

① Médicaments remboursés, vendus en officine.

Cette catégorie est relative aux médicaments vendus en officine (pharmacie de ville), achetés avec ordonnance et remboursés par l'assurance maladie. Ces médicaments représentaient en 2021 un chiffre d'affaires d'environ 21 milliards d'euros¹²². Les données détaillées du nombre de boîtes vendues en 2023 sont disponibles dans la base de données "Open Medic" de la CNAM¹²³. Nous avons utilisé cette base pour créer notre base de données relative à la consommation des médicaments.

② Médicaments non remboursés, vendus en officine (OTC).

Cette catégorie est relative aux médicaments vendus en officine mais non remboursés par l'assurance maladie. Ces médicaments représentaient en 2021 un chiffre d'affaire d'environ 1,7 milliards d'euros¹²⁴. Les données détaillées, en nombre de boîtes, de ventes de ces médicaments achetés sans ordonnance (et donc non remboursés) ont été fournies par l'association NèreS. Nous les avons utilisées pour compléter notre base de données relative à la consommation des médicaments.

Dans la suite du rapport, nous parlerons de médicaments OTC pour "Over The Counter" pour faire référence à ces médicaments en vente libre, ni remboursés ni prescrits par un médecin.

③ Médicaments consommés en milieu hospitalier

¹²² DREES, La structure des ventes de médicaments d'officine, <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-09/CNS2022%20Fiche%2012%20-%20La%20structure%20des%20ventes%20de%20m%C3%A9dicaments%20d%E2%80%99officine.pdf>

¹²³ CNAM, Open Medic : base complète sur les dépenses de médicaments - 2014 à 2023, <https://www.assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/open-medic-base-complete-depenses-medicaments>

¹²⁴ DREES, La structure des ventes de médicaments d'officine, <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-09/CNS2022%20Fiche%2012%20-%20La%20structure%20des%20ventes%20de%20m%C3%A9dicaments%20d%E2%80%99officine.pdf>



Cette catégorie comprend les médicaments dispensés à l'hôpital dans le cadre des GHS¹²⁵, au titre de la liste en sus¹²⁶ et les médicaments de rétrocession¹²⁷. Ces médicaments représentaient en 2018 un chiffre d'affaire d'environ 7,6 milliards d'euros¹²⁸. Les données détaillées du nombre de boîtes vendues en 2022 ont été estimées à l'aide de l'enquête "Achat et consommation de médicaments à l'hôpital - Edition 2022" de l'ATIH en extrapolant les données sur la base de la part des établissements de santé y ayant répondu. Nous les avons utilisées pour compléter notre base de données relative à la consommation des médicaments.

④ Les pertes

Cette catégorie est relative à l'ensemble des médicaments qui sont produits pour la consommation française mais qui n'apparaissent pas dans les données de consommation de la ville ou de l'hôpital. En effet, des entretiens menés avec des professionnels du secteur nous ont confirmé qu'une partie de la production des médicaments n'était pas libérée pour la consommation¹²⁹ et ce, pour de multiples raisons : production non conforme, échantillons réservés au contrôle de la qualité ou la mise en stabilité, péremption, etc.

Or, si nous souhaitons être exhaustifs dans notre analyse, **il ne faut pas regarder la consommation française de médicaments mais plutôt la production de médicaments qui permet de répondre à la consommation française**. Ainsi, on tient compte des médicaments qui ne sont pas vendus mais qui pour autant ont été fabriqués dans ce but à une étape du procédé.

Pour ce rapport intermédiaire, nous fixons une valeur arbitraire de 5% pour ces productions supplémentaires pour l'ensemble des boîtes de médicaments finis. Si des pertes sont occasionnées pour les produits finis, ce raisonnement s'applique également pour les produits et matières premières impliqués dans la production des médicaments. Ainsi, nous avons également fait l'hypothèse de pertes de 5% pour les principes actifs (issues d'entretiens auprès de professionnels du secteur). Pour le rapport final, nous souhaitons être plus précis sur ces estimations. Nous souhaiterions notamment une répartition des pertes par grandes catégories de médicaments (Peut-on prendre le même taux de pertes entre les anticorps monoclonaux, les antibiotiques et les cytotoxiques?). Nous souhaiterions également avoir une répartition des pertes par étape de la chaîne de valeur : quelles pertes au niveau du stockage dans les centres de distribution ? Chez les grossistes ? Au niveau de la logistique ?

¹²⁵ "Depuis la mise en place du système de financement des établissements de santé à l'activité (T2A), un tarif forfaitaire est affecté à chaque hospitalisation, en fonction du diagnostic principal défini par le médecin à votre entrée, des problèmes de santé ayant une influence sur votre prise en charge (appelés "comorbidités associées"), et de la durée de votre séjour. Ces informations font l'objet d'une nomenclature particulière : chaque prise en charge en hospitalisation correspond ainsi à un groupe homogène de malades (GHM), auquel un tarif forfaitaire est attribué (groupe homogène de séjours ou GHS)." <https://www.chu-nantes.fr/les-tarifs-nationaux-reglementes>

¹²⁶ Au sein des établissements de santé, la liste en sus permet la prise en charge par l'assurance maladie de spécialités pharmaceutiques, pour certaines de leurs indications thérapeutiques, en sus (c'est-à-dire en plus) des tarifs d'hospitalisation, lorsque ces indications présentent un caractère innovant. Plus précisément : les hôpitaux reçoivent un paiement forfaitaire global de l'assurance maladie pour chaque séjour de patients, incluant les médicaments administrés. Cependant, les médicaments innovants et coûteux ne sont pas inclus dans ce forfait moyen, et un financement dérogatoire est prévu. Leur caractère innovant est évalué par la HAS selon l'« amélioration du service médical rendu » (ASMR), classée en cinq niveaux (I à V). Les médicaments avec une ASMR majeure, importante, modérée ou mineure (en l'absence d'alternative) sont remboursés à 100 %, en plus du forfait standard. Ce dispositif, appelé « liste en sus », garantit un accès aux traitements innovants en le finançant pour les établissements.

¹²⁷ Les médicaments en "rétrocession" désignent des produits de santé délivrés par les pharmacies hospitalières directement aux patients en dehors de leur hospitalisation.

¹²⁸ DREES, Les dépenses de santé en 2018, édition 2019, <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-03/13-16.pdf>

¹²⁹ Donc était produite mais pas autorisée à être vendue



De la formulation ? etc. Si vous avez des documents ou des données de terrain nous permettant d'éclairer ces questions, n'hésitez pas à nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

Les étapes décrites précédemment nous permettent d'estimer le nombre de boîtes de médicaments produites sur une année pour répondre à la consommation française.

Nous précisons notre méthodologie dans le détail par la suite, mais, pour résumer, nous avons suivi la méthodologie illustrée en Figure 10 pour en déduire les masses d'excipients, d'API, d'emballages et de déchets produits et traités.

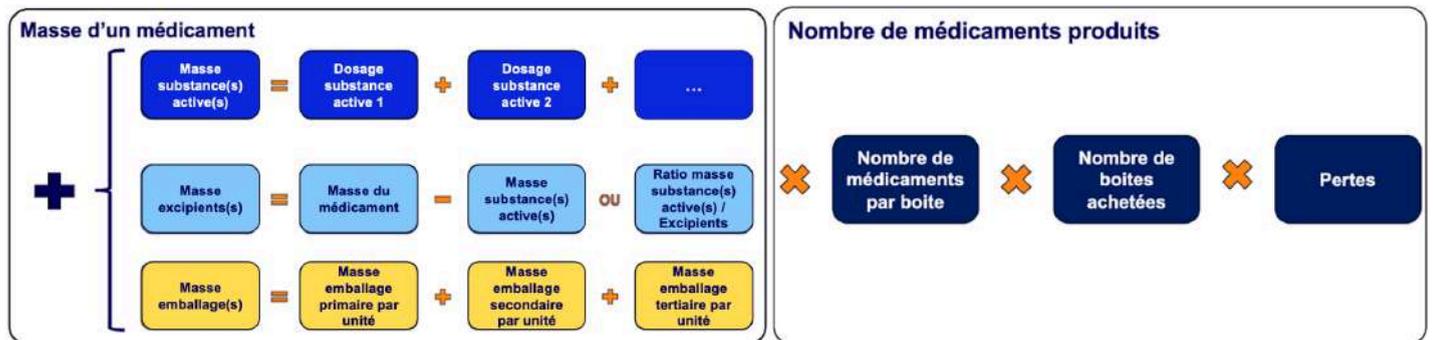
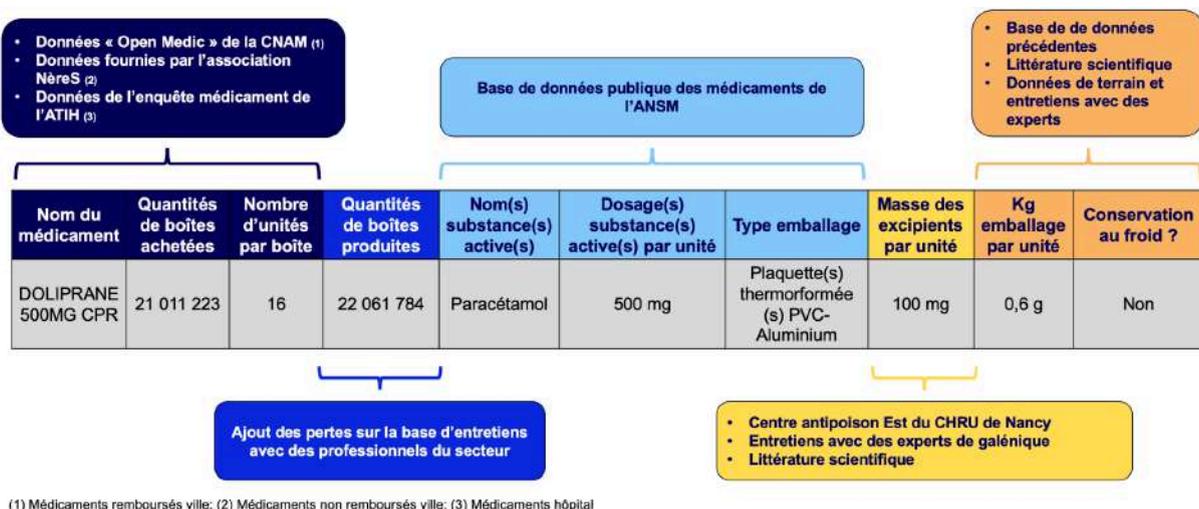


Figure 10 : Schéma simplifié de la méthodologie suivie pour estimer les masses de médicaments produits pour répondre à la consommation française
Source : The Shift Project

Enfin, les sources utilisées pour cette méthodologie et le format de la base de données sont décrits dans la Figure 11.



(1) Médicaments remboursés ville; (2) Médicaments non remboursés ville; (3) Médicaments hôpital

Figure 11 : Schéma simplifié des données essentielles structurées dans notre base de données et explication des sources principales permettant sa construction - illustration avec l'exemple du Doliprane 500 mg sous forme de comprimé¹³⁰
Source : The Shift Project

Pour des raisons de confidentialité encadrant les données utilisées pour ce rapport intermédiaire, nous ne sommes pour le moment pas en mesure de partager la base de

¹³⁰ "Emballage" fait ici référence aux emballages primaires et secondaires.



données en l'état. Pour le rapport final, nous tâcherons de l'adapter afin qu'elle soit diffusable et ainsi garantir la transparence de nos travaux.

Encadré 3 : Notions de nomenclature

Pour notre étude, nous avons utilisé diverses sources de données concernant les consommations de médicaments. Dans les bases de données utilisées, les médicaments et les principes actifs sont identifiés par des codes standardisés dont nous nous servons pour croiser les différentes sources de données.

Cet encadré vise à présenter les nomenclatures couramment utilisées pour les médicaments.

Spécialité pharmaceutique et Code CIS

Une spécialité pharmaceutique désigne un médicament spécifique qui a été développé, fabriqué et commercialisé par une société pharmaceutique. Il s'agit d'une préparation médicamenteuse particulière qui contient un ou plusieurs principes actifs, accompagnés d'excipients, chacun avec un certain dosage. Chaque spécialité pharmaceutique est généralement identifiée par un nom commercial ou une dénomination spécifique.

Autrement dit, une spécialité, c'est un (ou des) principe(s) actif(s) avec un dosage précis, mis en forme dans une forme galénique donnée par un fabricant.

Par exemple, le principe actif "ibuprofène" peut être commercialisé par différents laboratoires sous plusieurs noms de spécialités tels que Advil(r) 400 mg comprimé, Nurofen(r) 400 mg comprimé, etc. Chaque nom de spécialité peut avoir des formulations différentes (dosages, formes galéniques) même si le principe actif est le même.

Le code CIS, ou Code Identifiant de Spécialité, est un code numérique composé de huit chiffres qui sert à identifier un médicament (une spécialité pharmaceutique), indépendamment de sa présentation ou de son conditionnement¹³¹. Par exemple, la spécialité "Doliprane 500 mg, gélules" avec pour code CIS : 67119691.

"Présentation" et Code CIP

Une présentation est définie par les éléments suivants : sa dénomination, sa forme pharmaceutique, son dosage, son conditionnement et la contenance de son conditionnement¹³². Cela signifie qu'une même spécialité peut avoir, selon le conditionnement, plusieurs présentations.

Par exemple, la spécialité pharmaceutique Doliprane 500 mg, gélule, code CIS 67119691, a deux présentations, en plaquettes de 16 gélules, code CIP 13 3400 9 3450778 6 et en plaquettes 100 gélules, code CIP 13 3400 9 5608261 2¹³³.

Chaque présentation d'une spécialité pharmaceutique est actuellement identifiée par un "code CIP" (Code Identifiant de Présentation). Le code CIP7, utilisé à l'origine, a progressivement été remplacé par le code CIP13. Ce code est attribué à chaque médicament remboursable ayant reçu une AMM.

¹³¹ [Code CIS - Ministère du travail, de la santé et des solidarités](#)

¹³² [Codification et traçabilité des médicaments - ANSM](#)

¹³³ Bases de données ANSM : CIS_bdpm, CIS_CIP_bdpm, <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr>



Classification anatomique, thérapeutique et chimique (ATC)

La classification ATC est utilisée pour classer les médicaments selon un principe hiérarchique. Les médicaments sont divisés en différents groupes selon l'organe ou le système sur lequel ils agissent et/ou selon leurs caractéristiques thérapeutiques et chimiques¹³⁴ :

Considérons le médicament *Lisinopril*, un inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine utilisé pour traiter l'hypertension artérielle et d'autres conditions cardiovasculaires ou rénales.

Dans cet exemple :

- ATC1 indique le groupe principal anatomique, qui est le système cardiovasculaire : C,
- ATC2 spécifie le sous-groupe thérapeutique, ici les agents agissant sur le système rénine-angiotensine : C09.
- ATC3 identifie le sous-groupe pharmacologique, qui inclut les inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine : C09A.
- ATC4 précise le sous-groupe chimique, où *Lisinopril* appartient à la classe des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine : C09AA.
- ATC5 représente le sous-groupe substance chimique, avec *Lisinopril* comme exemple spécifique de cette classe : C09AA03. Le code ATC5 ne correspond pas exactement au principe actif même si c'est une notion proche : en effet, même si le code ATC5 désigne le principe actif d'un médicament, un même principe actif peut se retrouver dans plusieurs codes ATC5 (et donc plusieurs codes ATC) comme expliqué ci-dessous.

Cela montre comment le système ATC permet de classer les médicaments selon différents niveaux d'informations, allant de la classification large basée sur l'anatomie à des classifications plus spécifiques basées sur la thérapeutique, la pharmacologie et la composition chimique des médicaments.

Un même principe actif peut avoir plusieurs codes ATC en fonction de l'objectif du traitement, telle que la Betaméthasone qui peut être utilisée pour le système digestif (A07EA04), en dermatologie (D07AC01, D07XC01), ou encore en hormone systémique (H02AB01).

C) Evaluation énergie-carbone

Nous détaillons ci-dessous la méthodologie utilisée afin d'estimer l'empreinte carbone des processus de production des industries des médicaments ainsi que la méthodologie suivie pour les émissions induites par les activités connexes (R&D, activités du siège, promotion etc.). Nous distinguons ces deux sources d'émissions car la prise en compte de ces activités annexes nécessite une approche méthodologique spécifique.

¹³⁴ [Médicaments délivrés par les pharmacies de ville par classe ATC - Medic'AM - 2012 à 2024 \(série labellisée\) | L'Assurance Maladie](#)



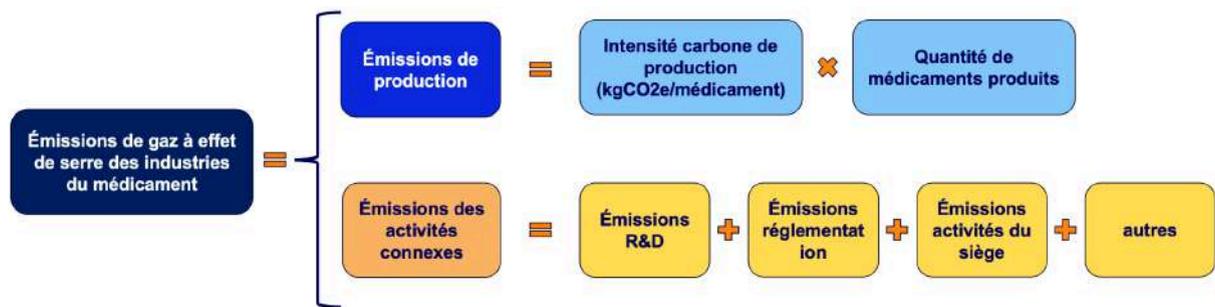


Figure 12 : schéma simplifié de la méthodologie suivie
Source : The Shift Project 2025

1) Méthodologie générale : production des médicaments

L'estimation de l'empreinte carbone repose sur une équation simple :



Les **données d'activités** se réfèrent aux quantités physiques (masses d'API, nombre de kilomètres parcourus pour la logistique, kWh consommés pour la production, etc) des processus impliqués tout au long de la chaîne de valeur des médicaments, tandis que les **facteurs d'émissions** permettent de convertir ces données en équivalents CO₂ sur la base notamment des quantités de combustibles fossiles consommés .

L'évaluation de l'empreinte carbone repose ainsi sur une analyse complète des flux physiques, et notamment :

- **Des ressources utilisées** : extraction, raffinage et transformation des matières premières entrant dans la composition des médicaments (API, excipients, emballages, etc).
- **Des consommations d'énergie, notamment fossiles** : pétrole, gaz et charbon nécessaires pour les processus de fabrication, d'emballage, de stérilisation, d'utilisation, et autres étapes intermédiaires.
- **Des déplacements** : émissions liées à la logistique et au transport entre chaque maillon de la chaîne, depuis l'extraction jusqu'à la fin en passant par le lieu de consommation.
- **Des émissions de procédés** : émissions provenant de procédés industriels (par exemple, la production de ciment, la production d'ammoniac ou d'autres réactions chimiques) impliquant des transformations chimiques ou physiques autres que la combustion de combustibles

2) Méthodologie générale : activités connexes

Méthode à définir pour le rapport final



3) Périmètre d'évaluation

Le périmètre étudié couvre un large spectre de **postes d'émissions** structurés autour des grandes catégories suivantes :

Postes d'émissions	Détail des activités associées
 Matières premières	<ul style="list-style-type: none">Extraction et transformation des matières premières utilisées pour la production des emballages des API et des excipients
 Production des API et des excipients	<ul style="list-style-type: none">Consommations d'énergie sur les sites de production (fabrication, assemblage, salles propres, etc.).Immobilisations nécessaires à la productionÉmissions de procédés
 Formulation et formulation	<ul style="list-style-type: none">Émissions liées à la formulation et au conditionnementFabrication des emballages
 Usage	<ul style="list-style-type: none">Émissions des inhalateurs et des gaz médicaux
 Fin de vie	<ul style="list-style-type: none">Élimination ou recyclage des déchets (emballages, solvants, etc) et des médicaments non-utilisés.
 Logistique	<ul style="list-style-type: none">Transport des matières premières, des intermédiaires de synthèse et des produits finis entre les étapes de production, jusqu'à leur incinération, en passant par leur vente.
 Activités connexes	<ul style="list-style-type: none">Émissions corporatives, émissions de R&D, analyse des médicaments, etc

Figure 13 : Tableau récapitulatif des postes d'émissions étudiés

Source : The Shift Project

Le périmètre d'analyse retenu pour cette étude couvre **l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre directement ou indirectement imputables aux industries de santé.**

Cela inclut à la fois **les émissions directes ou indirectes**, dont les étapes en **amont** (extraction des matières premières) et en **aval** (distribution, utilisation, fin de vie) qui dépendent des spécificités des matériaux et des processus mis en œuvre par les industries.

En revanche, nous excluons de notre périmètre d'étude les émissions dont les industriels ne sont pas responsables : déplacements des patients vers des établissements de santé ou déplacement des professionnels de santé, consommation d'énergie des établissements de santé, etc. Ces émissions sont prises en compte dans [notre rapport couvrant l'intégralité du système de santé](#).

4) Sources de données

a) Données d'activités

La partie précédente décrit comment nous avons pu estimer les quantités de médicaments produits pour répondre à la consommation française et les masses de produits en jeu (masses d'excipients, masses d'API, etc). Cependant, ces données sont insuffisantes pour être converties directement en émissions de gaz à effet de serre. Il faut traduire ces volumes et masses (nombre d'unités, kg, etc.) en activités (km parcourus pour la logistique, kWh d'électricité consommés pour la production, la conservation ou encore la recherche et développement, tonnes de déchets produits par type de déchets, mètres carrés d'usines construites, etc.). Cette partie explicite les sources de données utilisées pour quantifier ces données d'activités.

Aussi, plusieurs sources ont été mobilisées :



- **Données issues d'analyses de Cycle de Vie (ACV) disponibles en ligne** : de nombreuses données ont pu être extraites d'ACV spécifiques disponibles en ligne (beaucoup sont d'ailleurs répertoriées sur la base de données *HealthcareLCA*¹³⁵).
- **Partage de données par les industriels** : plusieurs industriels ont contribué à notre projet en nous fournissant des données d'activités, des ACV ou des documents internes. Leur expertise et leur soutien ont pu enrichir de manière significative notre étude, et nous les en remercions.
- **Partage de données par les professionnels de santé et des institutions publiques** : nous avons également bénéficié de l'aide de professionnels du secteur de la santé, qui nous ont communiqué des données pour notre étude (données de consommation de médicaments, d'émissions de certains médicaments, durées de stockage, logistique, localisation des étapes de production, etc.). Nous tenons à les remercier également pour leur aide précieuse.
- **Littérature scientifique** : nous avons obtenu des informations détaillées sur les procédés industriels, sur les compositions des excipients, sur la formulation ou encore sur les emballages via une revue de la littérature scientifique disponible sur le sujet.
- **Bases de données publiques** : nous avons bénéficié de bases de données en libre accès, et notamment des données d'importations des Douanes françaises¹³⁶, des données de parts modales des importations d'*Eurostat*¹³⁷, ou des données de consommation d'énergie d'*Open Data Grd*¹³⁸.

b) Facteurs d'émissions

Les **facteurs d'émissions (FE)** sont principalement extraits de deux bases de données :

- **ecoinvent**¹³⁹ : référence internationale en matière de données ACV, offrant des FE détaillés et notamment les matières premières et les procédés industriels.
- **Base Empreinte**¹⁴⁰ : base de données française dédiée aux calculs d'empreinte carbone, adaptée aux contextes spécifiques locaux.

Ces facteurs permettent de convertir les données d'activités en équivalents CO₂ à partir des quantités de fossiles utilisés et des émissions des autres gaz à effet de serre, en tenant compte des spécificités techniques et géographiques des procédés analysés.

¹³⁵ Drew J & Rizan C., HealthcareLCA Database, 2022. healthcarelca.com/database

¹³⁶ Douanes françaises, Données publiques, 2024. <https://www.douane.gouv.fr/la-douane/opendata>

¹³⁷ Eurostat, Extra-EU trade since 2000 by mode of transport, by HS2-4-6, 2024, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/>

¹³⁸ Open Data GRD, Consommation annuelle d'électricité et gaz par commune et par code NAF (jusqu'en 2021). <https://opendata.agenceore.fr/explore/dataset/conso-elec-gaz-annuelle-par-naf-agreee-commune/table/>

¹³⁹ ecoinvent®, <https://ecoinvent.org/>

¹⁴⁰ ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>





03

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

A) Périmètre couvert

L'objectif de nos calculs est d'obtenir l'empreinte carbone des industries des médicaments consommés en France, avec le plus de précisions possible :

Dans ce rapport intermédiaire, nous présentons les résultats obtenus pour les étapes de la chaîne de valeur que nous avons réussi à intégrer à notre analyse. Celles-ci sont représentées à la Figure 14.

Postes d'émissions	Étapes	Rapport intermédiaire	Rapport final
Volumes	Quantités de boîtes consommées	■	■
	Prise en compte des pertes	■	■
Principes actifs	Masse de principes actifs produites	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone des principes actifs	■	■
	Désagrégation de l'empreinte carbone par poste d'émissions	■	■
Excipients	Masse d'excipients produites	■	■
	Répartition des masses d'excipients produites par type d'excipients	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée à la production des excipients	■	■
Emballages	Estimation des masses des emballages primaires et secondaires produites	■	■
	Estimation des masses des emballages tertiaires produites	■	■
	Répartition des masses d'emballage par type de matériaux	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée à la production des emballages	■	■
Formulation & conditionnement	Estimation des flux physiques (kWh d'énergie, m ² d'usines, nombre d'employés, etc) nécessaire à la formulation et au conditionnement des médicaments	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée à la formulation et au conditionnement, en fonction du type des procédés	■	■
Stockage	Estimation des flux physiques (kWh d'énergie, m ² d'usines, nombre d'employés, etc) nécessaire au stockage des médicaments tout au long de la chaîne de valeur	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée au stockage	■	■
Utilisation	Estimation du volume des inhalateurs et des gaz médicaux consommés annuellement	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée à l'usage des médicaments	■	■
Fin de vie	Estimation des volumes d'emballages et des médicaments non utilisés	■	■
	Estimation de l'empreinte carbone associée à la fin de vie des médicaments	■	■
Émissions connexes	Étude de cas sur les études cliniques	■	■
	Étude de cas sur les transports professionnels (congrès pour les collaborateurs et professionnels de santé, déplacements collaborateurs terrain)	■	■
	Estimation des émissions de l'ensemble des émissions connexes	■	■

Figure 14 : Récapitulatif du périmètre pris en compte dans notre étude, pour notre rapport intermédiaire présenté ici, ainsi que pour le rapport final qui sera publié au mois de juin 2025.

En vert (■) prise en compte totale, en orange (■) prise en compte partielle, en jaune (■) prise en compte future probable, en rouge (■) non pris en compte à ce jour.

Source : The Shift Project

Ainsi, il convient de noter plusieurs éléments :

- **Les résultats relatifs à certaines étapes de la chaîne de valeur ne Figurent pas encore dans nos résultats.** Cela ne signifie pas pour autant qu'elles ont été ignorées, mais que les données collectées à ce stade se révèlent trop lacunaires pour être présentées dans ce rapport intermédiaire.



- Nous avons pour objectif de renforcer significativement ces résultats d'ici la publication du rapport final en juin 2025, afin d'offrir une vision aussi représentative que possible de la consommation française de médicaments.
- À ce jour, il ne nous est pas possible de proposer un chiffrage fiable et exhaustif des émissions liées aux industries de santé.
- Nous rappelons que nos résultats reposent en grande partie sur les données que nous parvenons à récupérer. Ainsi, si certaines étapes clés de la chaîne de valeur vous semblent manquantes dans ce rapport et que vous disposez de données nous permettant de mieux couvrir notre périmètre, n'hésitez pas à nous contacter à indus-santé@theshiftproject.org.
- Enfin, les cases de la Figure 14 ne sont pas équivalentes, à la fois en volume d'émissions et en temps de travail pour la compléter. Aussi, même si de nombreuses cases sont encore en rouge, une large partie de la quantification carbone est déjà disponible dans ce rapport.

B) Résultats généraux

Encadré 4 : Mise en garde

Nos résultats présentés ci-dessous n'ont pas vocation à donner une estimation finale de l'empreinte carbone des industries du médicament.

En effet, comme détaillé précédemment, nous n'avons pas pris en compte la totalité des activités des industries pharmaceutiques. Ainsi, les résultats présentés ci-dessous correspondent à l'empreinte carbone des activités de production des médicaments que couvre notre périmètre.

En outre, ces résultats sont intermédiaires. Ils pourraient donc être modifiés d'ici le rapport final de juin 2025.

1) Volumes

Nous estimons à **3 milliards le nombre de boîtes produites annuellement** pour répondre à la demande française, que ce soit pour contenir des plaquettes, des flacons, des shampoings ou encore des sachets. 77% sont dédiées à la vente en ville et remboursés, 13% à la ville non remboursée et 10% à l'hôpital. Cela donne une moyenne d'environ **45 boîtes produites par français par an**. Si cette moyenne peut sembler élevée, elle masque d'importantes inégalités entre les individus, notamment en fonction de l'âge. Dans leur panorama de la consommation de médicaments en France, la caisse nationale de l'assurance maladie révèle par exemple qu'une personne entre 65 et 79 ans consomme en moyenne 75 boîtes de médicaments par an¹⁴¹.

¹⁴¹

<https://www.humanite.fr/societe/antibiotiques/sante-trois-chiffres-pour-comprendre-la-surconsommation-de-medicaments-en-france>



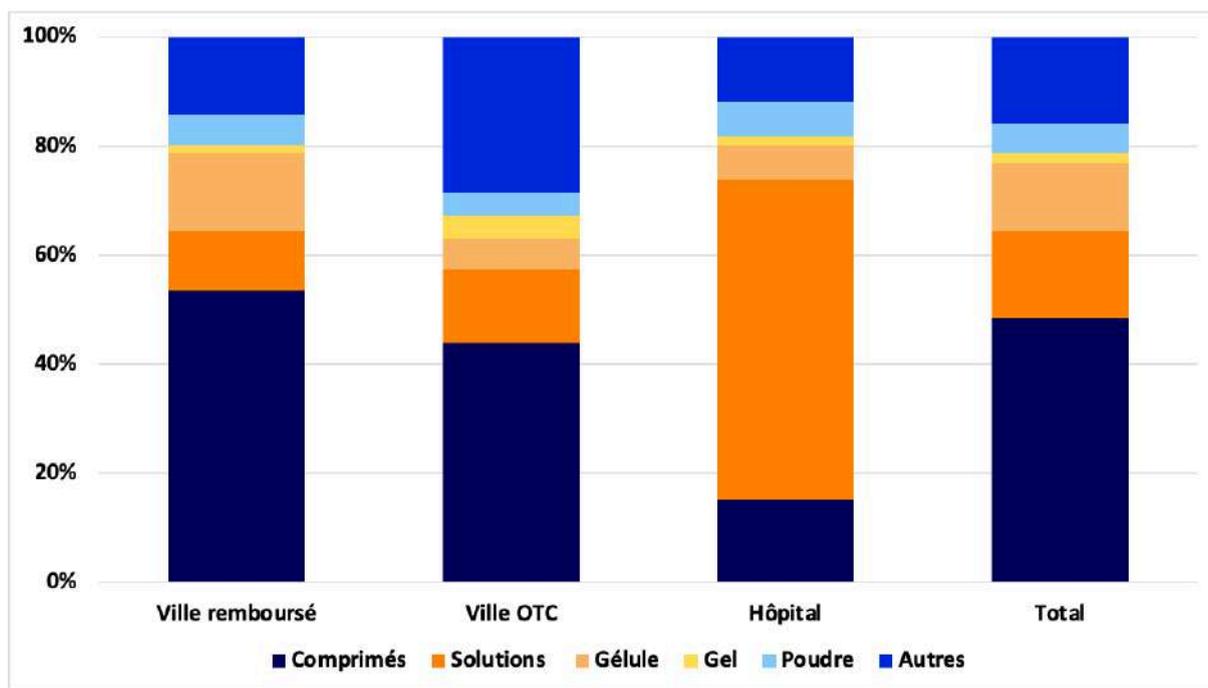


Figure 15 : Répartition entre la ville et l'hôpital des consommations de médicaments en nombre de boîtes
Source : Calculs The Shift Project 2025¹⁴²

Enfin, **30% des boîtes produites** correspondent à des médicaments inscrits sur la liste des **médicaments critiques** de l'EMA¹⁴³.

Comme le montre la Figure 15, en ville, les médicaments (en nombre de boîtes) sont principalement consommés sous forme de comprimés (50% des boîtes), et à l'hôpital plus sous forme de solutions (60% des boîtes).

Pour produire ces 3 milliards de boîtes, nous estimons qu'il a fallu produire plus de **28 000 tonnes de principes actifs, 220 000 tonnes d'excipients et 115 000 tonnes d'emballages primaires et secondaires** (en incluant les notices)(Figure 16). C'est autant de matières qu'il a fallu produire, transporter, stocker, analyser, etc et donc autant d'émissions de gaz à effet de serre associées.

Plus précisément, les masses de principes actifs produites pour répondre à la consommation française sont largement dominées par le paracétamol (5 300 tonnes), le macrogol 4000 (4 100 tonnes) et le macrogol 3350 (3 000 tonnes). De plus, sur environ 2 800 substances actives différentes, les 4 les plus produites en masse représentent 50% du volume. 80% du volume provient de seulement 28 substances actives différentes.

¹⁴² "Autres" comprend notamment les capsules, les cartouches, les crèmes, les granules, les pâtes, les pastilles ou encore les lotions.

¹⁴³ EMA, First version of the Union list of critical medicines agreed to help avoid potential shortages in the EU , 2023, <https://www.ema.europa.eu/en/news/first-version-union-list-critical-medicines-agreed-help-avoid-potential-shortages-eu>



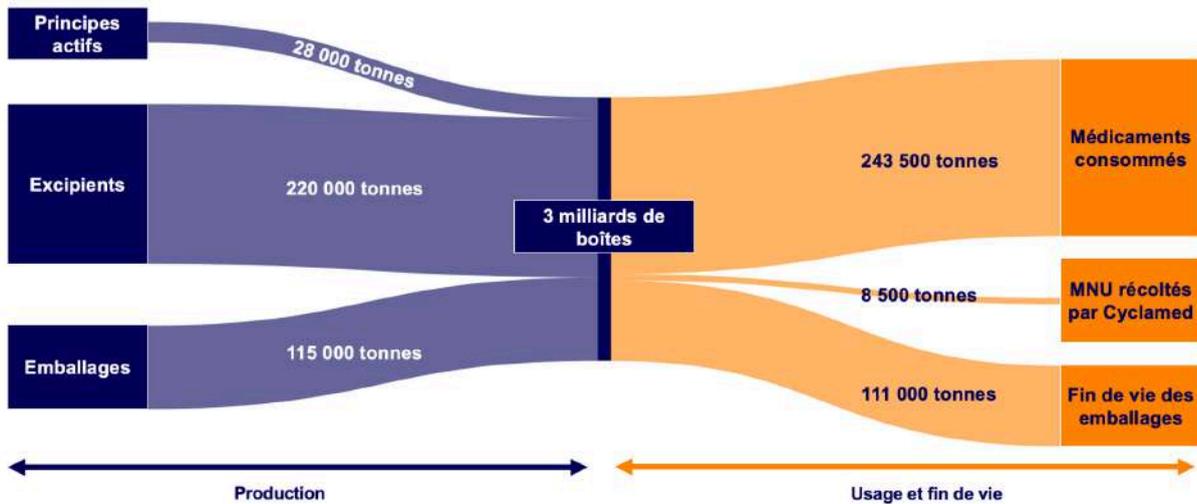


Figure 16 : Diagramme de flux décrivant la matière en jeu dans la production des médicaments pour répondre à la consommation française¹⁴⁴

Source : Calculs The Shift Project 2025

Aide à la lecture : Pour produire 3 milliards de boîtes, 28 000 tonnes de principes actifs ont été produits.

Concernant les excipients, le graphique ci-dessous représente la répartition des 220 000 tonnes d'excipients consommées annuellement selon la forme pharmaceutique. Les classifications utilisées pour les différentes formes pharmaceutiques sont disponibles dans la partie [dédiée aux excipients](#).

Comme nous pouvons le constater Figure 17, **les formes liquides, les collyres et les formes cutanées représentent respectivement 42 %, 26% et 16% de la quantité totale d'excipients consommés**. Par ailleurs, il est intéressant de souligner que les gommes représentent autant que les formes orales solides, à hauteur de 7%. Enfin, la catégorie "autres" regroupe un grand nombre de formes galéniques hétérogènes (suppositoires, ovules, film, shampoing,..) qui étaient difficilement classifiables dans l'une des principales classes pharmaceutiques. Cette catégorie représente uniquement 2% des volumes d'excipients consommés chaque année.

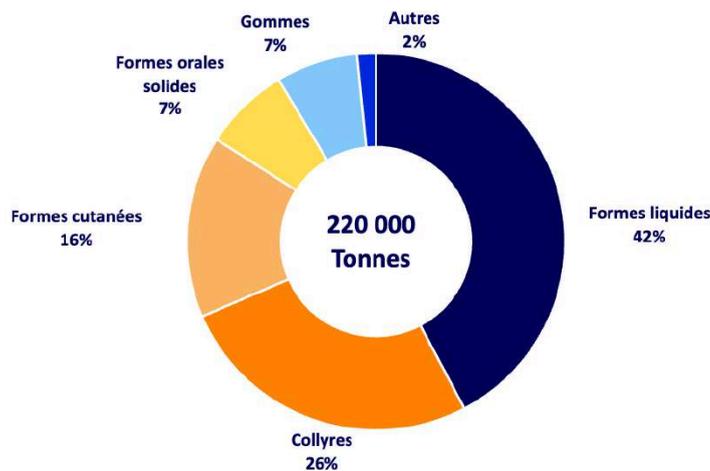


Figure 17 : Répartition du tonnage des excipients consommés annuellement en France par forme pharmaceutique.

Source : The Shift Project

¹⁴⁴ "Emballages" désigne les emballages primaires et secondaires ainsi que les notices nécessaires à la production des boîtes de médicaments



Concernant les provenances, nous estimons que **plus de 60% des masses de substances actives des médicaments consommées en France proviennent d'Asie**. Cette estimation a été réalisée à partir d'hypothèses relativement conservatrices, cette proportion pourrait donc être plus importante.

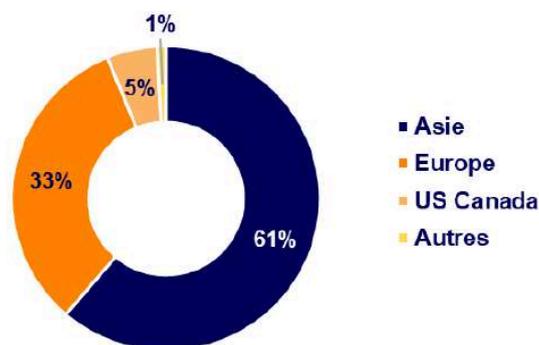


Figure 18 : Répartition des provenances des principes actifs (proportions en masses)
Source : The Shift Project

Concernant les emballages, 72% des masses proviennent des emballages primaires, 18% des emballages secondaires et 10% des notices.

2) Émissions de gaz à effet de serre des industries des médicaments

Le périmètre couvert dans ce rapport est encore incomplet. Au vu des résultats obtenus, les émissions liées à la production des médicaments pour répondre à la consommation française devraient vraisemblablement se situer entre 5 et 15 MtCO₂e¹⁴⁵. (Figure 19). Il est important de noter que ce calcul porte sur le périmètre incomplet décrit précédemment et qu'il présente, sur certains points, quelques limites identifiées [partie 5 - Limites et besoins](#). Aussi, même avec cet intervalle, ce résultat doit être considéré comme provisoire.

Les émissions semblent tout de même être dominées par la production des matières premières et des produits semi-finis avec environ **2 000 ktCO₂e pour les principes actifs, 1 000 ktCO₂e pour la production des excipients et 500 ktCO₂e pour la production des emballages primaires, secondaires et des notices**. L'importance de ces émissions peut s'expliquer par les volumes en jeu (décrits Figure 16), la localisation des usines, principalement dans des pays en Asie pour les principes actifs où les mix énergétiques sont fortement carbonés¹⁴⁶, l'intensité énergétique et la complexité des étapes de production.

Si les 28 premières substances actives représentaient 80% de la masse totale des API produites pour répondre à la consommation française, nous estimons qu'elles ne représentent plus que 20% des émissions totales.

¹⁴⁵ Le 5 MtCO₂e qui représente l'intervalle bas, correspond aux émissions de gaz à effet de serre estimées dans le cadre de ce rapport intermédiaire. 15 MtCO₂e est une estimation que nous faisons aujourd'hui pour identifier un intervalle haut des émissions des industries du médicament. Il se base sur notre compréhension du secteur, sur une extrapolation des émissions à l'ensemble du périmètre à couvrir et sur les résultats que nous présentons dans le rapport sur la décarbonation du système de santé.

¹⁴⁶ Par exemple, d'après l'ADEME, 1 kWh d'électricité produit en chine émet environ 15 fois plus qu'1kWh produit en France.



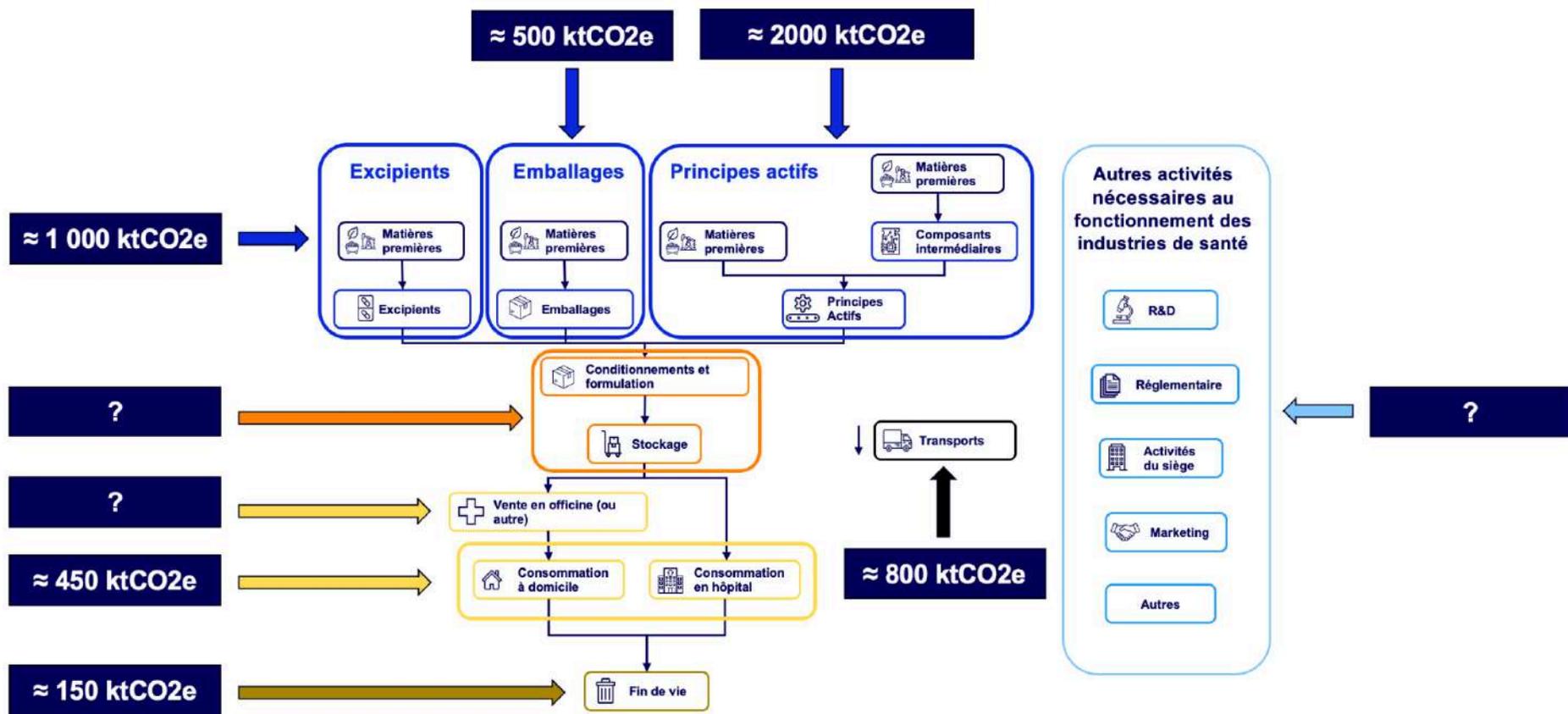


Figure 19 : Résultats intermédiaires des émissions de gaz à effet des industries du médicament - périmètre couvert encore incomplet
Source : The Shift Project



En ce qui concerne les excipients, nous notons également une différence entre les masses et les émissions. En effet, les collyres représentent 35% des émissions pour 26 % des masses, devant les formes liquides (23% des émissions pour 42% des masses) et cutanées (22% des émissions pour 16% des masses).



Figure 20 : Répartition des émissions GES des excipients selon la forme pharmaceutique
Source : The Shift Project

De plus, **les émissions associées à l’usage des médicaments à domicile et à l’hôpital représentent environ 450 ktCO₂e**. Il s’agit là des émissions liées au relâchement des gaz médicaux et des gaz utilisés pour les inhalateurs. Par exemple, les principaux gaz médicaux utilisés (desflurane, sévoflurane et protoxyde d’azote) sont d’importants gaz à effet de serre. Le desflurane a par exemple un pouvoir réchauffant global d’environ 3 700¹⁴⁷. Cela signifie que, par unité de masse, son impact sur le climat est 3700 fois plus important que le CO₂. Ainsi, après être administrés, de tels gaz sont ensuite relargués (car non métabolisés) dans l’atmosphère et contribuent à la hausse des concentrations des gaz à effet de serre.

Les activités liées à la fin de vie des médicaments, qui comprennent la prise en charge des déchets d’emballages et des médicaments non utilisés et récupérés par Cyclamed, **émettent annuellement environ 150 ktCO₂e**.

Enfin, l’ensemble de la logistique des matières premières, des principes actifs, des excipients, des emballages, des médicaments entre la libération des lots et la vente et des déchets en fin de vie est associée à environ 800 ktCO₂e. Les émissions liées à la logistique varient fortement en fonction du mode de transport utilisé, du taux de remplissage des véhicules et des distances parcourues. Le fret aérien, utilisé pour 24% des médicaments importés sur le sol européen, représente le moyen de transport pour le fret le plus carboné par quantité transportée. Si nous ne sommes pas en mesure de proposer une estimation globale pour les activités connexes nécessaires au fonctionnement des industries du médicament, nous avons tout de même approfondi la question des essais cliniques et des déplacements professionnels (congrès, déplacements des collaborateurs, etc).

Concernant les études cliniques, les émissions pourraient être comprises entre **600 et 6000 ktCO₂e au niveau France**, tout en sachant que les études industrielles pourraient représenter entre **60% et 85%** de ces émissions.

Par ailleurs, les déplacements annuels en voiture des collaborateurs terrains de l’industrie pharmaceutique seraient compris entre **124 000 tCO₂e (SUV thermique) et 34 000 tCO₂e (petits véhicules électriques)**.

¹⁴⁷ Ryan et al, Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use, 2016



Enfin, concernant les congrès médicaux, des résultats plus exhaustifs seront présentés dans le cadre du rapport final. Cependant, des données de la littérature¹⁴⁸ permettent d'estimer à **1,9 tCO₂** les émissions moyennes par personne et par congrès international. De plus, ces données précisent qu'un total de 1700 participants d'un laboratoire (employés et professionnels de santé) pourraient contribuer à hauteur de **3 250 tCO₂e en se déplaçant à 4 congrès en présentiel versus 19 kgCO₂e en distanciel**.

Encadré 5 : Différence avec les premières estimations faites sur les industries du médicament

Vous noterez que les résultats trouvés à ce stade sont bien inférieurs à l'estimation faite dans le rapport sur la [décarbonation du système de santé français](#) à l'aide d'un facteur d'émissions monétaires présentant de fortes incertitudes. Au regard de nos résultats, même intermédiaires, il est fort probable que les émissions associées à la consommation de médicaments en France soient à réajuster. Nous tâcherons d'évaluer rigoureusement cela pour notre rapport final prévu en juin 2025.

¹⁴⁸ Gatrell et al. The Carbon Costs of In-Person Versus Virtual Medical Conferences for the Pharmaceutical Industry: Lessons from the Coronavirus Pandemic. *Pharmaceut Med.* 2022 Apr;36(2):131-142.





04

RÉSULTATS DÉTAILLÉS

Pour la partie chiffrage des émissions de gaz à effet de serre, la méthodologie que nous suivons se scinde en deux grandes phases :

- (1) nous voulons **cartographier les flux de produits, de matières**, qui sont en jeu, c'est-à-dire les quantifier et les localiser. Cela revient à quantifier les volumes d'excipients consommés, d'API, d'emballages primaires et secondaires, etc.
- (2) nous visons de **convertir ces flux de matières en émissions de production induites, et in fine en émissions de GES totales en y ajoutant les activités connexes**. Nous ferons référence à cette étape sous la dénomination "**évaluation énergie-carbone**"

Les deux parties précédentes décrivent succinctement nos méthodologies et nos résultats. Dans cette partie, nous détaillons les méthodologies suivies et les résultats obtenus pour les deux grandes phases pour chaque pan du périmètre couvert par ce rapport intermédiaire

Pour chacune de ces étapes, nous détaillons les résultats concernant les volumes d'activités impliqués, nous explicitons les sources, méthodes et hypothèses utilisées pour estimer ces volumes et les traduire en émissions de GES, enfin, nous présentons les résultats obtenus et nous revenons sur les limites et les données manquantes pour approfondir notre modèle.

Si vous identifiez dès à présent des pans des industries du médicament qui manquent à notre analyse ou des hypothèses et méthodes erronées, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse indus-sante@theshiftproject.org.

Aussi, la suite du rapport s'organise de la manière suivante : nous commençons par présenter nos méthodes et résultats sur l'estimation des quantités de médicaments produits chaque année pour répondre à la consommation française. Ensuite, nous faisons de même pour les principes actifs, les excipients, les emballages, la logistique, l'usage des médicaments et la fin de vie. Enfin, nous terminons cette partie par des études de cas sur les essais cliniques et les déplacements professionnels.

A) Estimation des quantités de médicaments produits pour répondre à la consommation française

Nous avons créé une vaste base de données avec l'ensemble des médicaments produits annuellement pour répondre à la demande française. Pour chaque ligne de cette base, nous avons identifié une présentation pharmaceutique (*exemple : DOLIPRANE 500MG CPR*), la forme galénique du médicament associé (*exemple : comprimé*), la quantité de boîtes vendues (ville ou hôpital) (*exemple : un total de 21 011 223 boîtes*), la quantité de médicaments par boîte (*exemple : 16 comprimés par boîte*), le dosage de l'ensemble des principes actifs contenus dans le médicament (*exemple : 500 mg de paracétamol par comprimé*), la masse des excipients (*exemple : environ 100 mg par comprimé*), les types ainsi que la masse des emballages primaires et secondaires (*exemple : 0,27 g par comprimé*)



pour l'emballage primaire en PVC-Aluminium, 0,32 g par comprimé pour l'emballage secondaire en carton et 2,4 g par boîte pour la notice).

Cette partie explique comment nous avons estimé les quantités de médicaments produits pour répondre à la demande annuelle française.

1) Périmètre

Comme détaillé dans la section précédente, notre étude se concentre sur l'ensemble des acteurs impliqués dans la production des médicaments nécessaires pour répondre à **la consommation française**. Cela tient donc compte des ventes de médicaments qui se font uniquement à l'hôpital, uniquement en ville (qu'ils soient remboursés ou non) ou dans les deux. Les pertes lors de la fabrication de médicaments pour répondre à la demande française mais qui n'apparaissent pas dans les ventes sont également prises en compte.

2) Chiffres clés

Nous estimons à **3 milliards le nombre de boîtes produites annuellement** pour répondre à la demande française, que ce soit pour contenir des plaquettes, des flacons, des shampoings ou encore des sachets. Cela représente une production de **45 boîtes par Français par an**. Si cette moyenne peut sembler élevée, elle masque d'importantes inégalités entre les individus, notamment en fonction de l'âge. Dans leur panorama de la consommation de médicaments en France, la caisse nationale de l'assurance maladie révèle par exemple qu'une personne entre 65 et 79 ans consomme en moyenne 75 boîtes de médicaments par an¹⁴⁹. Notons d'ailleurs que notre estimation est cohérente avec les résultats de ce panorama qui estime à 41 boîtes par Français par an la quantité de médicaments remboursés chaque année. La différence peut sans doute s'expliquer dans la différence de périmètre (nous tenons compte des pertes et des médicaments non remboursés).

3% de ces boîtes correspondent à des médicaments biologiques comme les anticorps monoclonaux, certains vaccins, l'insuline ou encore des dérivés du sang.

Enfin, **30% des boîtes produites** correspondent à des médicaments inscrits sur la liste des **médicaments critiques** de l'EMA¹⁵⁰.

3) Résultats détaillés

a) Sources et méthodologies

Les médicaments de ville remboursés : Pour estimer les quantités de médicaments (en nombre de comprimés, de flacons¹⁵¹, de gélules, de seringues, etc.) distribués dans les pharmacies de ville, nous nous sommes basés sur la base de données "Open Medic" que nous avons complété à l'aide de bases de données transmises, mais non partageables en l'état, par la CNAM sur les quantités de médicaments par boîte. Nous l'avons également complété à l'aide des données de l'Agence du Numérique en Santé¹⁵² (ANS) sur les quantités de médicaments par boîte.

¹⁴⁹

<https://www.humanite.fr/societe/antibiotiques/sante-trois-chiffres-pour-comprendre-la-surconsommation-de-medicaments-en-france>

¹⁵⁰ EMA, First version of the Union list of critical medicines agreed to help avoid potential shortages in the EU

, 2023, <https://www.ema.europa.eu/en/news/first-version-union-list-critical-medicines-agreed-help-avoid-potential-shortages-eu>

¹⁵¹ Notamment pour les médicaments sous forme de solution

¹⁵² Terminologie - Référentiel UCD en lien avec les CIP



Plus précisément, “Open Medic” est disponible en libre-accès sur le site de la CNAM¹⁵³ et nous a servi à en extraire la **correspondance entre codes CIP13 et classification ATC**¹⁵⁴ dans sa version extensive, et les **quantités de boîtes consommées annuellement** dans sa version agrégée. Elle « présente les **remboursements** de médicaments **délivrés en ville**, effectués par l'ensemble des régimes d'assurance maladie ». C'est-à-dire qu'elle comptabilise, pour les médicaments consommés en ville et remboursés, les consommations annuelles nationales, exprimées en nombre de boîtes par présentation¹⁵⁵.

Les médicaments de ville non remboursés : Les données de vente de médicaments de prescription médicale facultative achetés sans ordonnance (et donc non remboursés par l'Assurance Maladie) ont été fournies par NèreS et OpenHealth. Nous avons ainsi pu obtenir une estimation du nombre de boîtes, par code CIP 13, vendues en ville et non remboursées. En utilisant les données de l'ANS et de la CNAM décrites plus haut, nous avons pu convertir ces nombres de boîtes en quantités de médicaments (nombre de comprimés par exemple).

Ces données sont issues d'une enquête portant sur 13 491 officines réalisée par OpenHealth en lien avec NèreS (sur les quelques 19 735 officines en France) et ont été extrapolées à l'ensemble des officines françaises. Ces données ne sont pas diffusables en l'état.

Les médicaments consommés à l'hôpital : Les données de l'ensemble des consommations de médicaments à l'hôpital ont été récupérées en interne. Ces données sont issues d'une enquête de terrain et ont pu être complétées par extrapolation sur la base du nombre d'établissements inclus dans l'enquête. En outre, les estimations des quantités obtenues ont pu être vérifiées à l'aide de données de terrain sur les achats de médicaments de certains hôpitaux qui nous ont été transmises.

Pour rapprocher les 3 bases précédentes entre elles, nous avons utilisé les clés de correspondance décrites plus haut dans le rapport : Code CIP13, Code ATC5, Code UCD13 ou code CIS.

Notez tout de même que, dans certains cas, les données recherchées n'étaient pas disponibles. Ainsi, pour certains médicaments pour lesquels nous connaissons le nombre de boîtes produites, nous ne sommes pas parvenus à identifier un code CIP13, une quantité par boîte ou encore un code ATC5. Aussi, si la base de données que nous avons créée se veut exhaustive, quelques informations ont été “perdus” en cours de traitement et ne sont pas prises en compte dans le volume total de médicaments vendus. Nous estimons cependant que ces informations “perdus” concernent moins de 0,1% du volume vendu et ne sont donc pas significatives.

Enfin, pour estimer les quantités de boîtes qui correspondent à des médicaments inscrits sur la **liste des médicaments critiques** de l'Union Européenne¹⁵⁶, nous nous basons sur les codes ATC5. (Par exemple, “A03BA01 - ATROPINE” est inscrit sur la liste critique de l'EMA. Et nous estimons à 240 000 le nombre de boîtes associées à cet ATC5.)

Les “pertes” : De manière arbitraire, sur la base d'entretiens avec des professionnels du secteur avec qui nous avons pu échanger, **nous estimons aujourd'hui à 5% les quantités de boîtes produites mais n'apparaissant pas dans les données de vente**. Cela permet de tenir compte des productions non conforme, échantillons réservés au contrôle de la qualité ou la mise en stabilité, péremption, etc.

¹⁵³ Assurance Maladie, [Open Medic : base complète sur les dépenses de médicaments - 2014 à 2023](#)

¹⁵⁴ Pour la définition de « classification ATC », [voir la partie 2](#).

¹⁵⁵ Pour la définition de « présentation », voir la partie 2

¹⁵⁶ EMA, First version of the Union list of critical medicines agreed to help avoid potential shortages in the EU , 2023, <https://www.ema.europa.eu/en/news/first-version-union-list-critical-medicines-agreed-help-avoid-potential-shortages-eu>



Aussi, pour chaque ligne de présentation pharmaceutique, nous ajoutons 5% aux quantités vendues. Nous sommes conscients que cette approche mériterait d'être affinée, notamment en distinguant les médicaments pour lesquels un taux de perte important a été identifié.

Nous pourrions par exemple commencer par distinguer les médicaments biologiques des médicaments chimiques. Nous sommes preneurs de toutes données plus précises concernant ce pourcentage. Si vous disposez de telles informations, n'hésitez pas à nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

b) Résultats détaillés

La combinaison des 3 bases de données précédentes avec les pertes nous permet d'estimer les quantités de boîtes et d'unités (nombre de plaquettes, de solutions, de gel, etc) produites pour répondre à la consommation française.

Nous estimons le nombre de boîtes produites à **3 milliards par an** avec 77% dédiés à la vente en ville et remboursés, 13% à la ville en OTC et 10% à l'hôpital¹⁵⁷. Cela donne une moyenne d'environ **45 boîtes par français par an**. La présentation la plus consommée en nombre de boîtes est le doliprane 1000mg avec plus de 5% du total.

Toujours en nombre de boîtes, les médicaments sont principalement disponibles sous forme de **comprimés** (49% des formes), de **solutions** (16% des formes) et de **gélules** (12% des formes). La répartition des boîtes par formes et par sources de ventes est disponible Figure 21. On observe ainsi une forte hétérogénéité entre les formes disponibles entre l'hôpital et la ville, notamment concernant les solutions (60% des boîtes à l'hôpital) et les comprimés (15% des boîtes à l'hôpital).

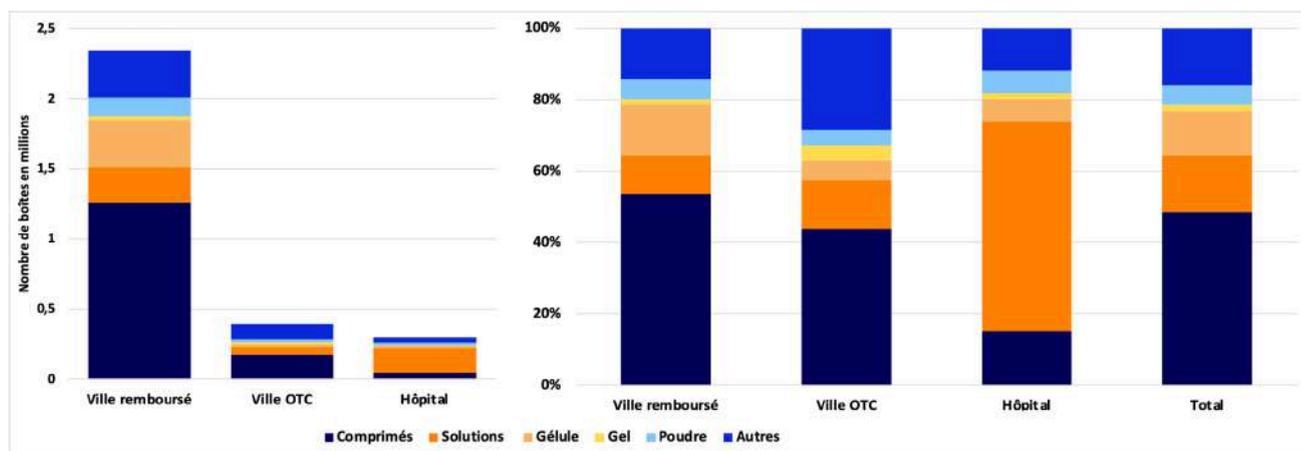


Figure 21 : Répartition entre la ville et l'hôpital des consommations de médicaments en nombre de boîtes - version absolue et normalisée

Source : Calculs The Shift Project 2025¹⁵⁸

Au-delà du simple intérêt de comprendre sous quelles formes sont principalement produits les médicaments, la répartition décrite ici est également cruciale d'un point de vue carbone. En effet, la forme sous laquelle est disponible un principe actif traduit des différences d'excipients utilisés (en quantités et en types), de type de packaging, de dosage

¹⁵⁷ Cette part des consommations pour l'hôpital nous semble sous-estimée. Des discussions avec des acteurs du secteur nous amènent à penser que cette part devrait plutôt se situer autour de 15-20%. Nous tâcherons d'éclairer cela pour le rapport final.

¹⁵⁸ "Autres" comprend notamment les capsules, les cartouches, les crèmes, les granules, les pâtes, les pastilles ou encore les lotions.



du principe actif ou encore de stabilité du médicament (et donc sa durée de conservation)¹⁵⁹. Ces différences traduisent in fine des variabilités qui peuvent être significatives dans l’empreinte carbone des procédés industriels et donc des produits¹⁶⁰.

Enfin, du point de vue des unités (UCD), 40 milliards de comprimés, 530 millions de flacons ou encore 130 millions de seringues préremplies sont consommées annuellement. La diversité des formes galéniques entraîne des diversités d’emballage primaire et de méthodes de productions et donc, encore une fois, des diversités de sources d’émissions de gaz à effet de serre.

B) Principes actifs

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant les principes actifs, la ou les substance(s) responsable(s) des propriétés curatives, préventives ou de diagnostiques du médicament.

1) Estimation des volumes de principes actifs produits

Nous expliquons ici comment, à partir de nos estimations sur le nombre de boîtes et d’unités de médicaments produits, nous avons estimé les masses de principes actifs produits pour répondre à la demande annuelle française.

a) Périmètre

Nous estimons la production de principes actifs nécessaires pour répondre à la consommation française, par principe actif. Pour cela, nous nous basons sur l’estimation des productions de boîtes et d’unités de médicaments décrite dans la partie précédente. Nous tenons compte des API de l’ensemble des médicaments (biologiques, chimiques, homéopathiques,...) ainsi que les cas où un médicament contient plusieurs dosages de principes actifs.

Tout comme pour les médicaments, nous faisons une distinction entre les quantités de principes actifs consommés annuellement en France et les quantités d’API produits pour répondre à la consommation française. La différence entre les deux provient principalement des pertes de produits bruts, intermédiaires ou de produits finis tout le long de la chaîne de valeur ou encore des analyses de principes actifs (pour tester leur stabilité par exemple) qui sont réalisées aux différentes étapes de production.

b) Chiffres clés

Nous estimons à un peu plus de **28 000 tonnes la masse totale de principes actifs produits chaque année pour répondre à la consommation française**. 23% des principes actifs (en masse) correspondent à des substances actives inscrites sur la liste des médicaments critiques de l’Union Européenne. Enfin, moins de 1% de la masse des substances actives correspondent à des médicaments biologiques.

¹⁵⁹ STABILITE ET CONSERVATION DES MEDICAMENTS, 2005,

https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/pharmacie/ens/conferences/lzk_stabilite_formation_hug05.pdf

¹⁶⁰ Jessica F. Davies et al, Environmental and financial impacts of perioperative paracetamol use: a multicentre international life-cycle assessment, 2024, [https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(23\)00725-0/fulltext](https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(23)00725-0/fulltext)



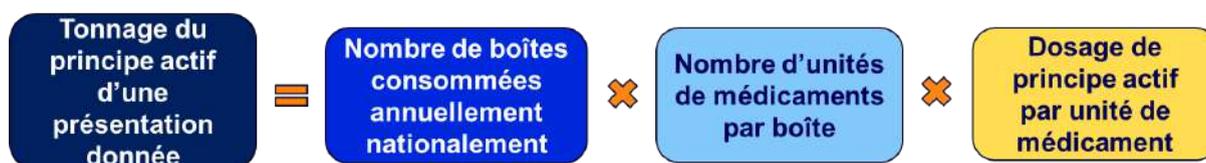
c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

La partie précédente explique comment nous avons pu estimer, pour chaque présentation identifiée par un code CIP et/ou CIS et/ou ATC5 et/ou UCD, les quantités de boîtes produites pour l'hôpital et la ville. Pour estimer les volumes de principes actifs associés, nous nous sommes basés sur la base de données publique des médicaments construite par l'ANSM et disponible en libre-accès¹⁶¹ ¹⁶². Sa documentation est aussi disponible¹⁶³. Pour chaque spécialité (repérée par son code CIS) et chaque présentation associée (repérée par son code CIP) elle indique **les dosages du ou des (quand il y en a plusieurs) principes actifs présents, par unité de médicament.**

b/ Méthode

Pour le calcul des tonnages de principes actifs, le calcul est le suivant :



Cela nous donne le tonnage *par présentation*. Or un même principe actif peut être présent dans plusieurs présentations différentes, donc nous sommes les présentations qui contiennent un même principe actif :



De la base de données de l'ANSM, sont extraites les informations suivantes pour chaque code CIP13 :

- Nom des principes actifs (exemple : paracétamol)
- Unité du dosage (exemple : un comprimé ou 1 ml).
- Quantités de principes actifs par unité du dosage (exemple : 500) et unités associées (exemple : mg)

Les unités de dosage sont sous plusieurs formes:

- Forme "absolue" : milligrammes (mg), grammes (g), microgrammes (mcg), etc
- Forme "relative" simple rapportée à des masses ou volumes: mg/3mL, g/60mL, mg/100G, mcg/g, etc
- Forme "relative" complexe plus difficilement interprétable: UI AXA/0,6mL, mg/heure, etc

Ainsi, un traitement de mise en forme spécifique a été nécessaire pour gérer la majorité des cas.

¹⁶¹ Ministère de la Santé, [Base de données publique des médicaments](#)

¹⁶² <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/>

¹⁶³ Ministère de la Santé, Base de données publique des médicaments, [Contenu et format des fichiers téléchargeables de la base de données publique des médicament](#)



Pour les cas de dosages rapportés à des volumes ou masses, nous avons récupéré ligne par ligne le volume total ou la masse totale qui figurait la plupart du temps dans le libellé nominatif du médicament.

Pour le cas des dosages exprimés en volume (litre, ml, etc) et non en masse (mg, g, etc), nous avons fait l'hypothèse d'une densité de 1. Cela signifie que **nous supposons qu'un litre de solution a une masse de 1kg.**

Pour le cas des dosages exprimés dans des unités peu conventionnelles (notamment UI), nous avons procédé au cas par cas. Par exemple pour le médicament "CALCIDOSE VITAMINE D3" contenant notamment 800 UI de cholécalférol par sachet, nous avons fait l'hypothèse qu'un UI correspondait à 0,02 mg¹⁶⁴.

Enfin, dans le cadre de ce rapport intermédiaire, notre estimation des masses présente encore quelques manques :

- Certaines présentations n'ont pour le moment pas de nom(s) ni de dosage(s) de principes actifs associés. Si cela représente tout de même autour de 4 millions de boîtes, notons que cela correspond à moins de 0,1% des boîtes produites.
- Certaines présentations ont des dosages exprimés dans des unités que nous ne sommes pas parvenus à convertir en masse (UI, AXA, M UFC/1ml, Unités FEIBA, etc). Si cela représente tout de même autour de 7 millions de boîtes, notez que cela correspond à moins de 0,2% des boîtes produites. Nous constatons cependant que cela concerne principalement des médicaments biologiques. Or, les principes actifs biologiques associés peuvent avoir une empreinte carbone par kg de plusieurs tonnes. Aussi, ces 0,2% du nombre de boîtes pourrait être associé à une part non négligeable des émissions. Nous chercherons, pour le rapport final, à convertir au mieux ces unités manquantes en masse.

Les "pertes" : Nous faisons l'hypothèse de **pertes de 5% pour les principes actifs** (issues d'entretiens auprès de professionnels du secteur) qui n'apparaissent donc pas dans les médicaments vendus. Cela permet de tenir compte des productions non conformes, des rendements de production des principes actifs dédiés à l'analyse médical, des péremptions, etc.

Aussi, pour chaque ligne de présentation pharmaceutique, nous ajoutons 5% aux quantités de principes actifs totales. Nous sommes conscients que cette approche mériterait d'être affinée, notamment en distinguant les principes actifs pour lesquels un taux de perte important a été identifié.

Nous pourrions par exemple commencer par distinguer les médicaments biologiques des médicaments chimiques. Nous sommes preneurs de toutes données plus précises concernant ce pourcentage. Si vous disposez de telles informations, n'hésitez pas à nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

c/ Estimation des volumes

Nous estimons à un peu plus de **28 000 tonnes la masse totale de principes actifs produits chaque année pour répondre à la consommation française.**

Comme le suggère la Figure 22, ces quantités sont largement dominées par le paracétamol (5 300 tonnes), le macrogol 4000 (4 100 tonnes) et le macrogol 3350 (3 000 tonnes).

¹⁶⁴

[https://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/frames.php?specid=69726665&typedoc=R&ref=R0366194.htm#:~:text=1%20goutte%20contient%20200%20UI,!"%C3%A9quivalent%20de%200%2C005%20mg](https://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/frames.php?specid=69726665&typedoc=R&ref=R0366194.htm#:~:text=1%20goutte%20contient%20200%20UI,!)



Sur environ 2 800 substances actives différentes, les 4 les plus produites en masse représentent 50% du volume. 80% du volume provient de seulement 28 substances actives différentes.

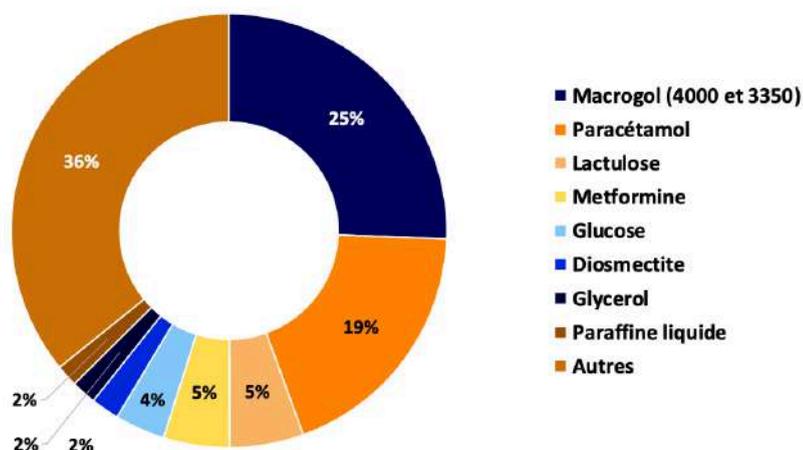


Figure 22 : Répartition des productions de principes actifs
Source : Calculs The Shift Project 2025

Vous trouverez la liste totale des principes actifs avec leur masse associée en [dans le tableau que nous publions](#) en parallèle de ce rapport.

23% des principes actifs (en masse) correspondent à des substances actives inscrites sur la liste des médicaments critiques de l'Union Européenne. Les masses de certaines de ces substances sont précisées Figure 23.

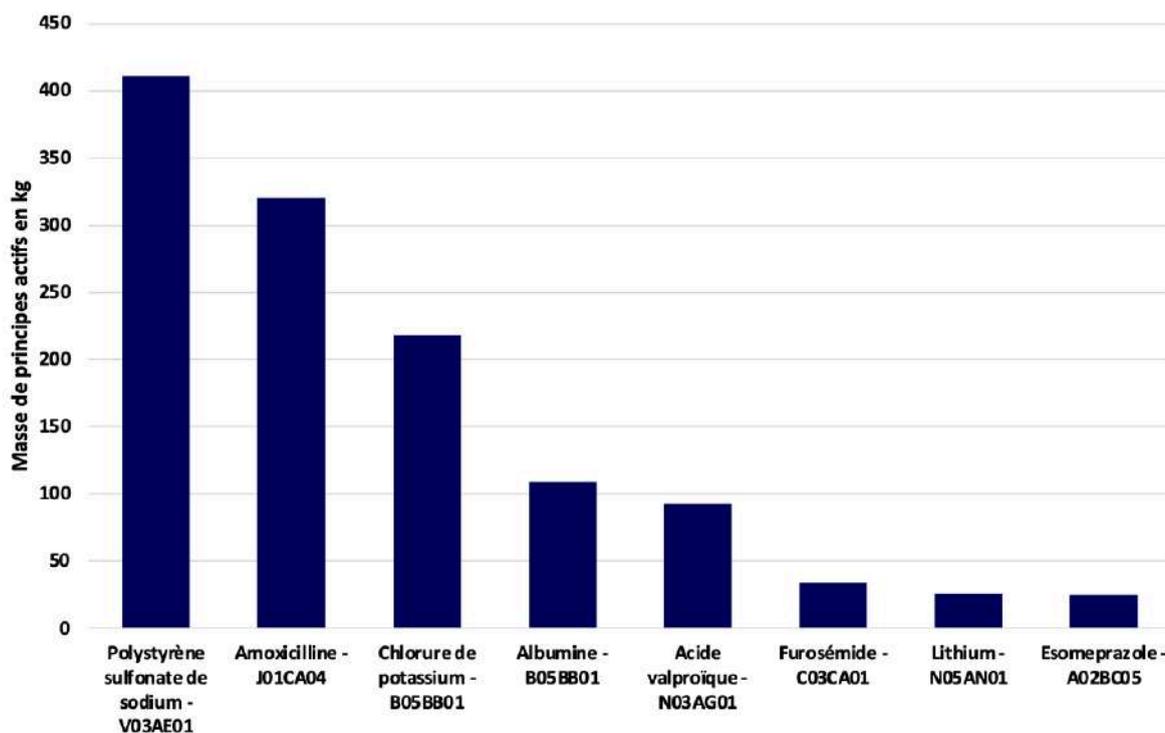


Figure 23 : Répartition des productions de principes actifs, associés à leur classe ATC5, inscrits sur la liste des médicaments critiques de l'EMA

Source : Calculs The Shift Project 2025

Enfin, nous estimons à 175 tonnes la masse des substances actives des médicaments biologiques, soit moins de 1% du total. 60% de cette masse provient de l'albumine humaine. Parmi ces médicaments biologiques, la masse des substances actives des anticorps monoclonaux représente environ 2 tonnes (dont 19% sous forme de Daratumumab).

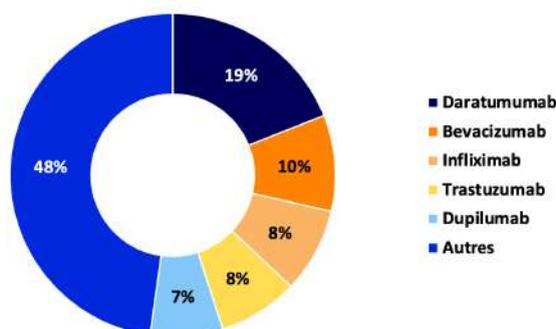


Figure 24 : Répartition massique des productions d'anticorps monoclonaux par type de substance active

Source : Calculs The Shift Project 2025

Si ce calcul est encore incomplet pour les raisons évoquées dans la partie méthodologie, il traduit tout de même une faible consommation en masse de médicaments biologiques par rapport aux médicaments chimiques, mais surtout une faible concentration des principes actifs par unité.

Il est important de distinguer les substances actives biologiques des médicaments chimiques car, au-delà d'avoir de fortes variations au niveau des intensité carbone de production, ils correspondent dans de nombreux cas à des médicaments devant être conservés à des températures inférieures aux médicaments chimiques, nécessitant des consommations énergétiques plus élevées.

Notez cependant que l'intensité carbone de production des API varie très fortement d'une substance à l'autre. Par exemple, ramené à un kilogramme de principe actif, l'intensité carbone des anticorps monoclonaux¹⁶⁵ peut être jusqu'à 2000 fois plus importante que l'intensité carbone de l'ibuprofène¹⁶⁶. Aussi, un API qui représente 50% de la consommation en masse ne signifie pas que ce même API sera responsable de 50% des émissions carbone des substances actives. L'indicateur de masse (en tenant compte des emballages primaires, secondaires et tertiaires pour le transport) reste cependant un bon proxy concernant les émissions liées au stockage et au transport des médicaments et de leurs substances actives. Plus la masse est importante, plus, pour un mode de transport donné, les émissions seront importantes.

¹⁶⁵ Bunnak et al, Life-Cycle and Cost of Goods Assessment of Fed-Batch and Perfusion-Based Manufacturing Processes for mAbs, 2016

¹⁶⁶ Ibuprofen carbon footprint, Ecovamed, , 2021,

https://cdn.prod.website-files.com/6151b650ce4cd9198b1fd7e8/6176e0cb1ac57152bc572efd_ibuprofen_Carbon_footprint_Ecovamed_May_2021.pdf



2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Nous expliquons ici comment nous avons estimé les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des substances actives dont les volumes viennent d'être quantifiés.

a) Périmètre

Notre objectif est ici de quantifier les émissions carbone associées à la production de l'ensemble des substances actives destinées à la consommation française.

Nos quantifications visent à tenir compte notamment des émissions :

- D'extraction des matières premières,
- De production des composants intermédiaires,
- De production des produits finis (API),
- De production des emballages utilisés pour transporter les matières premières, les composants intermédiaires et les produits finis.
- Connexes des usines de production (construction, déplacements domicile travail, départements administratifs, etc.),
- Indirectement impliquées dans la production : éclairage, salles propres (HVAC), chauffage, etc.
- De la fin de vie des intrants.
- De stockage des produits finis et semi-finis,
- De l'ensemble de la logistique, en dehors de la logistique du principe actif vers son lieu de formulation qui sera pris en compte ailleurs.

Le périmètre est donc : **toutes les émissions induites par les activités de production, entre l'extraction des matières premières et la sortie de l'usine des substances actives.**

Cette liste relativement exhaustive met en évidence la complexité du calcul des émissions associées à la production des principes actifs. Certaines productions peuvent impliquer plusieurs centaines d'étapes dans la même usine ou dans des usines différentes, des centaines d'intrants différents (directement ou indirectement utilisés)¹⁶⁷, des zones géographiques différentes ou encore des procédés de fabrication différents. Cette diversité mise en regard avec la diversité des substances actives produites (environ 2 800) justifie pourquoi nous allons passer par des proxys pour estimer les émissions. Nous présentons tout cela dans la partie suivante.

b) Chiffres clés

Les résultats obtenus par la société *Ecovamed*, dans le cadre d'un mécénat en nature noué avec le *Shift Project* spécifiquement pour ce projet, permettent d'estimer **les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des principes actifs de 2 à 2,2 MtCO₂e.**

c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

Nous utilisons quatre types de sources de données différentes :

¹⁶⁷ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, *Green Chem.*, 2014, 16, 3392



- Des données partagées par l'entreprise *Ecovamed*, spécialisée dans l'analyse de cycle de vie des médicaments dans le cadre d'un mécénat en nature avec The Shift Project. Ces données permettent d'obtenir une estimation complète des émissions de gaz à effet de serre associées à la production des principes actifs.

Puis, pour diversifier les sources, nous approfondissons nos connaissances à l'aide :

- De la **littérature scientifique** disponible présentant des résultats d'analyses de cycle de vie,
- Des **bases de données carbone** comme Ecoinvent®¹⁶⁸ ou HealthcareLCA¹⁶⁹,
- De **nos propres modélisations** sur la base de données d'activités, d'entretiens avec des experts du secteur ou encore de rapports extra financiers d'industries pharmaceutiques (pour l'oxygène médical et les anticorps monoclonaux).

b/ Méthode

Idéalement, il faudrait lister et quantifier l'intégralité des ressources mobilisées pour la production des principes actifs : des ressources énergétiques fossiles consommées directement pour les salles propres, la température des usines ou les machines, aux ressources matérielles comme les quantités de solvants ou encore les surfaces d'usines construites.

Il faudrait ensuite traduire ces données d'activités en émissions de gaz à effet de serre en tenant compte des mix énergétiques des pays où ont lieu ces activités. Utiliser du charbon ou du gaz pour la vapeur industrielle n'aura pas un impact carbone équivalent. De même, reposer sur le mix électrique chinois n'aura pas le même impact carbone que reposer sur le mix énergétique français (15 fois moins émetteur par kWh consommé¹⁷⁰).

Dans notre cas, malheureusement, les données disponibles à ce jour sont insuffisantes pour conduire une analyse aussi précise.

C'est pourquoi nous avons exploré deux pistes pour ce rapport intermédiaire :

- I. **Nous avons sollicité l'expertise de la société *Ecovamed*, spécialisée dans l'empreinte environnementale des médicaments pour avoir une estimation complète des émissions associées à la production d'API pour répondre à la consommation française de médicaments :**

Les objectifs de ce partenariat en nature étaient d'obtenir les émissions de gaz à effet de serre par poste (consommation d'électricité, de vapeur, transport, matières premières fossiles si c'est le cas, fin de vie et émissions de procédés) :

- pour la production de 5 principes actifs (API) différents, obtenue de manière précise,
- pour la production de l'ensemble des API, obtenue par extrapolation.

Les 5 principes actifs choisis pour être analysés précisément ont été sélectionnés de telle sorte qu'ils correspondent à d'importants volumes de consommation et qu'ils soient représentatifs des API produits.

Il s'agit :

- **Du paracétamol** : Principe actif le plus produit pour répondre à la consommation française;

¹⁶⁸ Ecoinvent®, <https://ecoinvent.org/>

¹⁶⁹ Drew J & Rizan C., HealthcareLCA Database, 2022. healthcarelca.com/database

¹⁷⁰ Base empreinte de l'ADEME, consultée en décembre 2024, <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>



- **Du macrogol** : Second principe actif le plus produit pour répondre à la consommation française¹⁷¹;
- **De la metformine** : si on considère le chlorhydrate et la base libre de la metformine, il s'agit du 4ème principe actif le plus produit pour répondre à la consommation française, avec 1 400 tonnes/an.
- **L-Alamine** : parmi les principes actifs produit par fermentation, il s'agit du 4ème principe actif le plus important en volume (44 tonnes/an)
- **Enoxaparine sodium** : il s'agit d'un des principaux principes actifs produits à partir de matière première d'origine animale, avec un volume de 3 tonnes par an.

Pour ces 5 principes actifs, Ecovamed a :

- 1) **Réalisé l'inventaire de cycle de vie du berceau à la porte de l'usine de fabrication** (quantité de matières premières, d'énergie, de transport, d'infrastructure et de déchets pour fabriquer 1 kg de principe actif), en réalisant une décomposition qui remonte jusqu'aux « briques élémentaires »¹⁷² qui ne nécessitent qu'énergie / émissions directes / transport / matières fossiles pour leur fabrication.
- 2) Puis a, pour chaque brique, **collecté les flux nécessaires à leur fabrication** selon les inventaires présent dans la base Ecoinvent® 3.10 : matières, infrastructure, énergie (électricité et chaleur), émissions directes (en CO₂eq), transport (en tonne.km), matières fossiles (en kg de pétrole, kg de charbon et m³ de gaz fossile). Un critère de coupure de 1% a été appliqué. Le processus est répété pour chaque brique matière et infrastructure, jusqu'à avoir des « briques élémentaires ».
- 3) **Intégré tous les flux pour 1 kg de principe actif.**
- 4) **Vérifié que l'ordre de grandeur de l'empreinte carbone du principe actif était bon**, en prenant des valeurs moyennes de facteurs d'émissions de l'électricité et de la chaleur.

Parmi les principales hypothèses utilisées, une part modale de 22% camion, 70% bateau, 8% train, 0,2% avion a été prise pour la logistique des matières premières. Et, concernant les pays de production : les résultats explicités dans la partie dédiée à la logistique ont été repris : 62% en Asie (50/50 Chine/Inde), 33% en Europe et 5% aux États-Unis.

Enfin, une extrapolation de ces résultats, corrigée des limites identifiées, a été réalisée pour estimer l'empreinte carbone totale des 28 000 tonnes de principes actifs. **Vous trouverez plus de détails sur la méthodologie suivie dans le document ["Annexe technique : Estimation des émissions de gaz à effet de serre des principes actifs"](#) qui accompagne ce rapport.**

En demandant une désagrégation des consommations de ressources fossiles pour l'énergie, la matière première et le transport, notre souhait était de comprendre plus précisément d'où provenait les émissions de gaz à effet de serre des principes actifs. Mais aussi d'être en mesure de modéliser des leviers de décarbonation : par exemple, en ayant une idée de la consommation d'électricité pour la production, on peut estimer le potentiel de décarbonation lié à la relocalisation (ie : au changement de mix électrique).

Ce calcul, s'il présente des limites liées à la méthode d'extrapolation, permet tout de même d'obtenir des ordres de grandeur.

II. Nous avons recueilli et/ou modélisé des données portant sur des API spécifiques afin de présenter des résultats sur des exemples

¹⁷¹ Les grades 4000 et 3350 sont les deuxième et troisième principes actifs les plus consommés en volume en France, sachant que ces deux grades correspondent au même polymère (polyéthylène glycol) avec des masses molaires différentes, le macrogol pourrait être considéré comme le premier principe actif en volume, avec 7 300 tonnes/an

¹⁷² Un exemple précis est donné dans l'annexe technique qui accompagne ce rapport



En parallèle de la première méthode qui permet déjà d'avoir des résultats robustes et exhaustifs sur l'empreinte carbone des API, nous avons récupéré les informations disponibles dans la littérature concernant certains API en particulier.

Utilisation de données existantes : Pour cela, nous avons procédé à une revue de la littérature concernant les facteurs d'émissions disponibles. Nous synthétisons les données trouvées dans le tableau 1. Attention, les données du tableau concernent les émissions liées à la production du principe actif et non pas du médicament complet qui contient un tel principe actif. De plus, dans certains cas, le pays pour lequel le calcul a été réalisé est mentionné.

Si vous identifiez des données disponibles qui manquent à notre liste, n'hésitez pas à nous les partager à l'adresse indus-sante@theshiftproject.org.

De plus, si vous êtes un industriel ayant réalisé des analyses de cycle de vie en interne, n'hésitez pas à nous contacter. Nous pouvons adapter le partage de telles données au degré de confidentialité nécessaire.

Principe actif	facteur d'émissions	Principe actif	facteur d'émissions
Desflurane* ¹⁷³	37 kgCO ₂ e/kg	Sevoflurane*	20 kgCO ₂ e/kg
Isoflurane*	31 kgCO ₂ e/kg	Protoxyde d'azote*	1,8 kgCO ₂ e/kg
Propofol*	23 kgCO ₂ e/kg	Tenofovir disoproxil fumarate ¹⁷⁴	600 kgCO ₂ e/kg
Ibuprofène - USA ¹⁷⁵	14,9 kgCO ₂ e/kg	Ibuprofène - Inde ketal route ¹⁷⁶	35,5 kgCO ₂ e/kg
Ibuprofène - Inde Darzen route ¹⁷⁷	29,9 kgCO ₂ e/kg	Ibuprofène - Chine ¹⁷⁸	31,4 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Chine ¹⁷⁹	21 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Inde ¹⁸⁰	22,3 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Inde ¹⁸¹	19,7 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Norvège ¹⁸²	13,2 kgCO ₂ e/kg
Metformine- Inde ¹⁸³	17,2 kgCO ₂ e/kg	Metformine- Espagne ¹⁸⁴	12,9 kgCO ₂ e/kg
Metformine- France ¹⁸⁵	12,6 kgCO ₂ e/kg	acétate d'abiratérone - Chine ¹⁸⁶	1035 kgCO ₂ e/kg

¹⁷³ Sherman et al, Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, 2012

¹⁷⁴ Tao et al, Environmental sustainability of the globalized pharmaceutical supply chains: The case of tenofovir disoproxil fumarate, 2023

¹⁷⁵ Ecovamed, <https://www.ecovamed.com/>

¹⁷⁶ ibid

¹⁷⁷ ibid

¹⁷⁸ ibid

¹⁷⁹ ibid

¹⁸⁰ ibid

¹⁸¹ ibid

¹⁸² ibid

¹⁸³ ibid

¹⁸⁴ ibid

¹⁸⁵ ibid

¹⁸⁶ Verlinden et al, Environmental impacts of drug products: The effect of the selection of production sites in the supply chain Author links open overlay panel, 2024



Acétate d'abiraténone - Europe¹⁸⁷	843 kgCO ₂ e/kg	Sugammadex¹⁸⁸	14 kgCO ₂ e/kg
Neostigmine méthylsulfate¹⁸⁹	24 kgCO ₂ e/kg	chlorhydrate de bupivacaïne anhydre¹⁹⁰	25 kgCO ₂ e/kg
Lidocaïne¹⁹¹	31 kgCO ₂ e/kg	Ropicaïne HCl¹⁹²	38 kgCO ₂ e/kg
Ondansetron¹⁹³	39 kgCO ₂ e/kg	Fentanyl¹⁹⁴	91 kgCO ₂ e/kg
Remifentanyl¹⁹⁵	97 kgCO ₂ e/kg	Ketamine¹⁹⁶	128 kgCO ₂ e/kg
Rocuronium Bromide¹⁹⁷	132 kgCO ₂ e/kg	Phenylephrine HCl¹⁹⁸	154 kgCO ₂ e/kg
Midazolam¹⁹⁹	364 kgCO ₂ e/kg	Hydromorphone²⁰⁰	620 kgCO ₂ e/kg
Morphine²⁰¹	1098 kgCO ₂ e/kg	Dexmedetomidine²⁰²	2052 kgCO ₂ e/kg
Vancomycin HCl²⁰³	59 kgCO ₂ e/kg	Sertraline²⁰⁴	2090 kgCO ₂ e/kg
Eau PPI - France²⁰⁵	0,08 kgCO ₂ e/kg	infiximab²⁰⁶	31 000 kgCO ₂ e/kg

Tableau 1 : Intensités carbone de production de principes actifs issues de la littérature

Source : Calculs The Shift Project 2025

* Les émissions de GES indiquées dans ce tableau ne font référence qu'aux activités de production. Pour les gaz médicaux, ce tableau n'indique donc pas les émissions associées à l'utilisation de ces gaz.

Le principal défaut de cette méthode est qu'elle ne nous permet pas d'adapter les données spécifiquement à la production française. De plus, si elle permet d'estimer un ordre de grandeur des émissions, elle ne nous permet pas toujours de savoir d'où elles proviennent exactement (est-ce dû à la consommation directe d'énergie ? aux constructions des usines ? à la logistique intermédiaire ? etc.).

Notamment, sachant que nous nous basons sur les données de kgCO₂e/kg d'API produit, nous ne sommes pas en mesure d'adapter le résultat en fonction du pays de production, de la logistique ou des méthodes de production. Enfin, les données résumées sont inégales en qualité : les périmètres ne sont pas toujours complets (il peut manquer une étape de la chaîne d'approvisionnement), certaines étapes manquent de transparence, etc.

¹⁸⁷ ibid

¹⁸⁸ Parvatker et al, Cradle-to-Gate Greenhouse Gas Emissions for Twenty Anesthetic Active Pharmaceutical Ingredients Based on Process Scale-Up and Process Design Calculations, 2019

¹⁸⁹ ibid

¹⁹⁰ ibid

¹⁹¹ ibid

¹⁹² ibid

¹⁹³ ibid

¹⁹⁴ ibid

¹⁹⁵ ibid

¹⁹⁶ ibid

¹⁹⁷ ibid

¹⁹⁸ ibid

¹⁹⁹ ibid

²⁰⁰ ibid

²⁰¹ ibid

²⁰² ibid

²⁰³ ibid

²⁰⁴ ibid

²⁰⁵ Cataldo et al, Water related impact of energy- Cost and carbon footprint analysis of water for biopharmaceuticals from tap to waste, 2020

²⁰⁶ Renteria Gamiz et al, Environmental sustainability assessment of the manufacturing process of a biological active pharmaceutical ingredient, 2019



Cela peut pourtant avoir des conséquences significatives sur le résultat carbone. Par exemple, dans le cas de l'ibuprofène, pour un même pays de production, l'empreinte carbone peut augmenter de 20% entre deux voies de synthèses différentes. Elle peut même doubler entre deux pays de production différents²⁰⁷.

Un autre défaut provient des différences pouvant exister entre les méthodologies, les périmètres et les données utilisés dans les analyses de cycle de vie qui peuvent être de qualité hétérogène et qui peuvent ne couvrir qu'une part des émissions à considérer, sous-estimant ainsi les émissions réelles.

Dans le cadre de ce rapport intermédiaire, nous n'utilisons pas cette approche pour estimer l'empreinte carbone de l'ensemble des principes actifs produits. Nous nous en servons uniquement pour faire quelques focus sur certaines molécules.

Modélisation de certaines données : Nous nous sommes basés sur la littérature existante concernant les **anticorps monoclonaux** pour quantifier l'ensemble des intrants énergétiques et matériels nécessaires à leur production. Pour cela, nous avons fait une synthèse des données disponibles et nous avons extrapolé leurs données par kg d'API produits.

Nous avons également modélisé, sur la base de travaux menés en 2022 par le Shift avec le département P4H de l'OMS, les émissions de gaz à effet de serre associées à la **production de l'oxygène médical**, que ce soit en vrac ou en bouteille.

Les détails de ces modélisations ne sont pour le moment pas disponibles, faute de temps pour les mettre au propre. Ils seront publiés avec le rapport final en juin 2025. En attendant, si vous souhaitez que nous vous présentions ces modèles à l'oral, vous pouvez nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

Pour le rapport final, nous chercherons également à voir à quelle hauteur notre modèle sur les anticorps monoclonaux est adaptable à d'autres médicaments biologiques reposant également sur des bioréacteurs. Toute expertise sur ce sujet nous serait d'une grande utilité ; n'hésitez donc pas à nous contacter à l'adresse indus-sante@theshiftproject.org.

Plus largement, nous aimerions nous baser sur des données de terrain de consommation énergétique, d'intrants, de surfaces ou encore de nombre d'employés pour créer des ratios par unité produite d'API.

L'idéal serait par exemple d'avoir des données de consommation de certains sites de production, qu'ils soient français ou non, ainsi que des données concernant les unités produites, pour pouvoir créer des ratios de consommation par unité. Bien entendu, notre objectif n'est pas de diffuser des données sensibles concernant une industrie, ou un produit en particulier et nous pouvons adapter le niveau de diffusion au niveau de sensibilité de la donnée.

Si cette méthode est très précise, elle a le défaut d'être très chronophage. En outre, il a été possible de réaliser une telle étude sur les anticorps monoclonaux car, les procédés de production sont suffisamment standardisés et les données publiquement disponibles suffisamment nombreuses.

²⁰⁷ Ecovamed assessed the carbon footprint of ibuprofen, one of the main analgesics, and compared the processes of all main producers, 2022, https://cdn.prod.website-files.com/6151b650ce4cd9198b1fd7e8/634aafb6ee461131dbb2c3bf_IBUPROFEN_Life_Cycle_Assessment_ECOVAMED_Sept-2022.pdf



c/ Estimation des émissions

Les résultats obtenus par *Ecovamed* dans le cadre de ce projet permettent d'estimer les émissions du paracétamol à environ 20 kgCO₂e/kg d'API, soit un total de 110 ktCO₂e/an (tableau 2).

Pour le macrogol, les émissions annuelles seraient de 29 ktCO₂e, 35 ktCO₂e pour la metformine, 1 ktCO₂e pour la L-Alanine et 240 ktCO₂e pour l'énoxaparine.

Valeurs données par kg d'API	Paracétamol	Macrogol	Metformine	L-Alanine	Enoxaparine sodium	Moyenne sur le total
Émissions de GES	18-20 kgCO ₂ e	3-4 kgCO ₂ e	20-26 kgCO ₂ e	22-27 kgCO ₂ e	70 000 – 80 000 kgCO ₂ e	65-75 kgCO ₂ e
Électricité	10,5 kWh	1,6 kWh	10,6 kWh	15,9 kWh	55,3	40 kWh
Vapeur	51,7 MJ	2,2 MJ	71,2 MJ	84,5 MJ	200,3 GJ	200 MJ
Émissions directes	3 kgCO ₂ e	0,9 kgCO ₂ e	6,9 kgCO ₂ e	1,7 kgCO ₂ e	8,1 kgCO ₂ e	10 kgCO ₂ e
Logistique	5,3 tonnes.km de transport	0,7 tonnes.km de transport	13,1 tonnes.km de transport	4,8 tonnes.km de transport	1 3846 tonnes.km de transport	15 tonnes.km de transport
Pétrole à usage non énergétique	1,3 kg	0,8 kg	0,7 kg	-	170 kg	2 kg
Charbon à usage non énergétique	1,2 kg	-	2,3 kg	0,1 kg	628 kg	1 kg
Gaz à usage non énergétique	0,6 m ³	0,4 kg	0,3 kg	-	15 kg	0,4 kg

Tableau 2 : Émission de gaz à effet de serre des principes actifs et inventaires des flux nécessaires à leur production

Source : Tableau The Shift Project sur la base des calculs d'Ecovamed, 2025

Comment lire ce tableau : Pour produire 1 kg de Metformine, on émet entre 20 et 26 kgCO₂e dont 6,9 kgCO₂e en raison de procédés non énergétiques liés au traitement des déchets et à la production d'Ammoniac.

L'empreinte carbone moyenne par kg d'API se situerait entre 65 et 75 kgCO₂e²⁰⁸. Et au total, les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des API pour répondre à la consommation française se situerait autour de 2 000 ktCO₂e (soit 2 MtCO₂e).

Il est intéressant de noter que ces émissions traduisent une forte dépendance aux ressources énergétiques et notamment fossile avec une consommation annuelle d'électricité de **Cela représente la consommation annuelle d'électricité de 250 000 foyers**²⁰⁹. La consommation de 200 MJ/an de vapeur traduit la même dépendance aux ressources fossiles.

En outre, les usages de ressources fossiles ne sont pas seulement énergétiques, comme nous l'avons précisé en introduction. En effet, pour produire les API dédiés à la consommation annuelle de médicament en France, il faudrait environ 60 000 tonnes de pétrole, 30 000 tonnes de charbon et 12 000 m³ de gaz²¹⁰. Enfin, les émissions liées au procédés²¹¹ contribuent à hauteur d'environ 15% des émissions totales.

Ces usages non énergétiques et ces émissions de procédés sont particulièrement intéressants car, les leviers de décarbonation à application leur sont spécifiques.

²⁰⁸ Basé sur 32% Paracétamol + 25% Macrogol + 28% Metformine + 14,95% L-Alanine + 0,05% Enoxaparine sodium

²⁰⁹ Consommation d'électricité moyenne par logement de 4 792 kWh,

<https://www.precaire-energie.org/etude-sur-les-consommations-electrodomestiques-dans-le-logement/>

²¹⁰ gaz naturel/éthane/propane/butane

²¹¹ En raison par exemple de la production d'ammoniac, de la culture de céréales pour le glucose et du traitement déchets



L'optimisation énergétique ou la décarbonation des mix énergétiques ne seront pas exemple pas suffisant pour décarboner ces postes d'émissions.

Vous trouverez plus de détails sur les résultats dans le document [“Annexe technique : Estimation des émissions de gaz à effet de serre des principes actifs”](#) qui accompagne ce rapport.

Enfin, le tableau 3 présente les quelques zooms que nous sommes en mesure de faire sur la base de données issues de la littérature. Cela concerne 6% du volume et représente 55 ktCO₂e²¹².

Principe actif	Emissions totales	Principe actif	Emissions totales
Desflurane ²¹³	670 tCO ₂ e	Tenofovir disoproxil fumarate	4 100 tCO ₂ e
Isoflurane	37 tCO ₂ e	Ibuprofène	6 550 tCO ₂ e
Sevoflurane	810 tCO ₂ e	Metformine	25 650 tCO ₂ e
infiximab	5 400 tCO ₂ e	acétate d'abiratérone	4 230 tCO ₂ e
Propofol	4 tCO ₂ e	Sugammadex	2 tCO ₂ e
Neostigmine méthylsulfate	0,05 tCO ₂ e	chlorhydrate de bupivacaïne anhydre	0,3 tCO ₂ e
Lidocaïne	1 150 tCO ₂ e	Ropicaïne HCl	18 tCO ₂ e
Ondansetron	3 tCO ₂ e	Fentanyl	6 tCO ₂ e
Remifentanyl	0,3 tCO ₂ e	Ketamine	24 tCO ₂ e
Rocuronium Bromide	8 tCO ₂ e	Phenylephrine HCl	42 tCO ₂ e
Midazolam	12 tCO ₂ e	Hydromorphone	3 tCO ₂ e
Morphine	4 080 tCO ₂ e	Dexmedetomidine	0,2 tCO ₂ e
Vancomycin HCl	56 tCO ₂ e	Sertraline	19 000 tCO ₂ e

Tableau 3 : Émissions de gaz à effet de serre associées à la production de principes actifs dédiés à la consommation française
Source : Calculs The Shift Project 2025

²¹² Pour estimer le choix des facteurs d'émissions, nous faisons l'hypothèse d'une production à 70% en Asie et à 30% en Europe. WHERE DO OUR ACTIVE PHARMACEUTICAL INGREDIENTS COME FROM ? – A WORLD MAP OF API PRODUCTION de Mundi Care et Pro Generik

²¹³ Les estimations des volumes des gaz médicaux produits pour la consommation française se trouvent dans la partie [“USAGE”](#)



C) Excipients

Nous estimons ici les émissions de gaz à effet de associées à la production des Excipients utilisés dans la formulation des médicaments.

1) Estimation du volume d'excipients

a) Périmètre

Nous estimons la production des excipients nécessaires pour répondre à la consommation française de médicaments. Pour cela, nous nous basons sur l'estimation des productions de boîtes et d'unités de médicaments décrite dans la partie sur les [consommations](#). Nous tenons compte des excipients de l'ensemble des médicaments (biologiques, chimiques, homéopathiques, etc.).

Tout comme pour les médicaments, nous faisons une distinction entre les quantités d'excipients consommés annuellement en France et les quantités d'excipients produits pour répondre à la consommation française. La différence entre les deux provient principalement des **pertes de produits bruts, intermédiaires ou de produits finis** tout le long de la chaîne de valeurs ou encore des analyses des médicaments (pour tester leur stabilité par exemple) qui sont réalisées aux différentes étapes de production.

b) Chiffres clés

- La masse d'excipients annuelle consommée sur le territoire français est de **220 000 tonnes**.
- Les formes liquides, cutanées et les collyres représentent respectivement **42%, 26% et 16% de ce total**.

c) Résultats détaillés

Le schéma ci-dessous résume les différentes étapes successives qui ont permis d'estimer les émissions GES des excipients consommées annuellement en France.

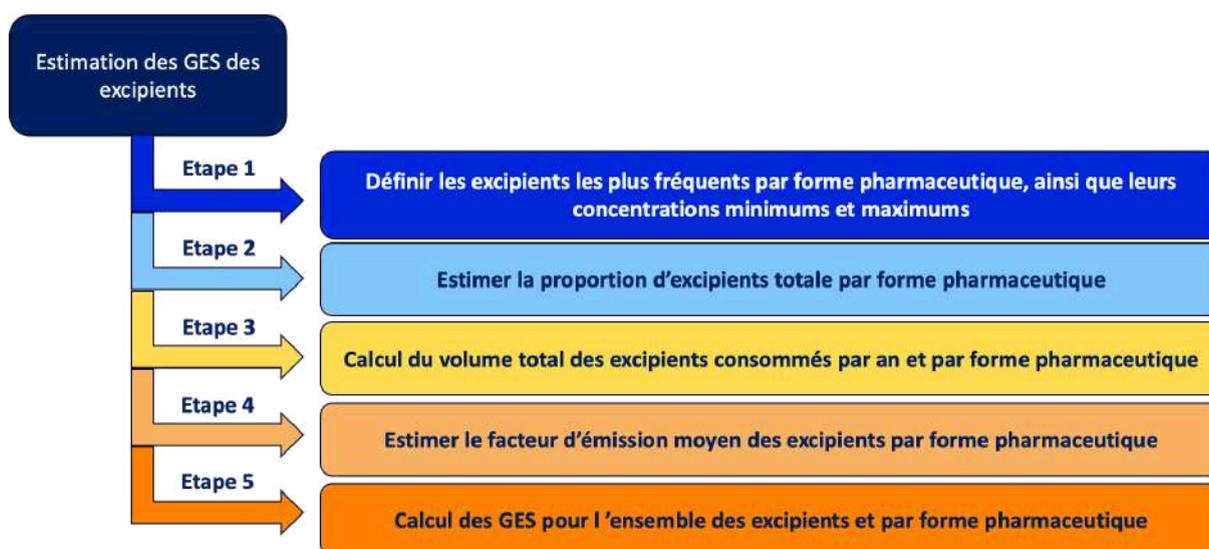


Figure 25 : Méthodologie d'estimation des GES des excipients consommés annuellement en France
Source : The Shift Project

a/ Méthodologies de classification et d'évaluation de la quantité des excipients

Le nombre et la quantité d'excipients peuvent fortement varier entre les différentes formes pharmaceutiques et même entre plusieurs médicaments au sein d'une même classe. Par conséquent, une analyse spécifique a été appliquée aux principales formes pharmaceutiques selon la méthodologie ci-dessous :

- Classification des formes pharmaceutiques ;
- Pour chaque forme, identification des principaux excipients et de leurs quantités respectives ;
- Évaluation de la proportion totale d'excipients pour chaque forme pharmaceutique.

i. Classification des formes pharmaceutiques

La première étape a donc consisté à définir le nombre de boîtes vendues via la base Open Medic 2023²¹⁴ de la CNAM afin de définir les différentes formes pharmaceutiques et les médicaments les plus représentatifs. Dans ce cadre, les quantités de médicaments produits pour les formes galéniques suivantes ont été évaluées :

- Formes orales solides : comprimés, gélules, granulés, poudre
- Formes liquides : buvables, injectables, suspension, sirop
- Formes cutanées : gel, crème, pommade, pâte
- Collyres

Comme détaillé dans la partie sur [les consommations](#), les 4 formes galéniques représentent 91% de la masse totale des excipients consommés en France.

Les collyres ont été traitées comme une forme pharmaceutique à part entière car celle-ci représentait 2% des ventes de médicaments et une part importante des excipients.

Notez que, après analyse des premiers résultats, nous avons identifié que les gommes représentaient une part importante des médicaments consommés en France. Dans le cadre du rapport final, nous avons donc prévu de réaliser **une analyse spécifique pour cette catégorie**.

De plus, au sein de la catégorie « liquides », les formes buvables et injectables présentent des différences notables en termes de caractéristiques et de concentrations des excipients. Une distinction « forme buvable » versus « forme injectable » sera donc effectuée pour le rapport final. Les suspensions sont plus complexes à catégoriser (très hétérogènes) et seront réparties entre les suspensions buvables et injectables.

Enfin, les anticorps monoclonaux (mAb) ont fait l'objet d'une **évaluation spécifique avec des données plus précises par type de mAb. Les résultats seront présentés dans le cadre du rapport final.**

²¹⁴ CNAM, Open Medic : base complète sur les dépenses de médicaments - 2014 à 2023, <https://www.assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/open-medic-base-complete-depenses-medicaments>



ii. Identification des excipients les plus fréquents pour chaque forme pharmaceutique

Au sein de chaque forme galénique, les principaux excipients ont été définis selon l'une des méthodologies suivantes (par ordre de priorité)

- **Revue de la littérature**

Plusieurs publications ont permis de classer et d'estimer la concentration des principaux excipients utilisés au sein de certaines formes pharmaceutiques. Elles seront détaillées individuellement dans la suite de ce rapport.

- **Estimation à partir des volumes de médicaments consommés**

Si aucune publication n'était disponible pour une forme pharmaceutique donnée, une seconde méthodologie a été appliquée. Grâce à nos estimations sur les volumes décrites plus haut nous avons pu identifier les principaux médicaments vendus pour chaque forme pharmaceutique. Pour chacune de ces formes, la composition des principaux médicaments a été analysée via la base de données publique des médicaments de l'ANSM²¹⁵. Cette base permet de définir les excipients composant un médicament mais sans indiquer leur quantité respective (exceptée pour certains excipients notoires).

Par exemple, pour le traitement "*BETAMETHASONE BIOGARAN 0,05 % crème*" qui représente un des médicaments les plus vendus au sein de la forme galénique "cutanée", nous avons pu recueillir la liste des excipients suivants : vaseline blanche, alcool cétostéarylique, paraffine liquide, éther cétostéarylique de macrogol, chlorocrésol, dihydrogénophosphate de sodium dihydraté, eau purifiée²¹⁶.

A la suite de cette étape, nous avons collaboré avec des experts galénistes et utilisé le *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (6ème édition) afin de définir les concentrations minimales et maximales de chaque excipient par classe pharmaceutique. D'une part, les experts galénistes ont pu nous indiquer les concentrations minimales et maximales des excipients utilisés par forme pharmaceutique, grâce à leur expérience terrain des dosages usuels. D'autre part, le *Handbook of Pharmaceutical Excipients* est un des ouvrages de référence concernant les excipients et rassemble des données essentielles sur les propriétés physico-chimiques, ainsi que leurs usages (dont les concentrations).

iii. Estimation de la proportion totale d'excipients par forme pharmaceutique

La partie précédente a permis de définir les excipients les plus fréquemment utilisés par forme pharmaceutique, ainsi que leurs concentrations respectives. Maintenant, il est nécessaire d'estimer la masse totale d'excipients par forme, tous excipients confondus.

A l'instar de la partie précédente, la masse totale d'excipients pouvait différer fortement d'une forme pharmaceutique à une autre. Dans ce cadre, plusieurs méthodologies ont été utilisées (par ordre de priorité) afin d'estimer le plus précisément possible la masse totale d'excipients :

- **Base de données des Formes Orales Solides (FOS) du centre antipoison Est du CHRU de Nancy**

La base de données des Formes Orales Solides (FOS) du centre antipoison Est du CHRU de Nancy a réalisé un travail remarquable en pesant et centralisant la masse totale de

²¹⁵ <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/index.php>

²¹⁶ <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=63566111&typedoc=R#RcplListeExcipients>



presque 20 000 spécialités pharmaceutiques (dont certaines n'étaient plus commercialisées à ce jour). Ainsi, il a été possible d'estimer aisément la masse d'excipients pour ces spécialités pharmaceutiques en soustrayant la masse de principe actif à la masse totale de la spécialité pharmaceutique. Au total, nous avons pu estimer la masse de 30% des spécialités pharmaceutiques de notre base grâce à cette méthode.

- **Données de la littérature**

Un publication Recker et al. 2019 a évalué la proportion d'excipients²¹⁷ pour les formes orales solides. Nous avons donc pu utiliser ces valeurs pour les spécialités pharmaceutiques non présentes dans la base de données du centre antipoison Est du CHRU de Nancy.

- **Estimation à partir de la Base Open Medic 2023 (CNAM)**

En analysant les volumes de vente au sein de la base Open Medic 2023, nous avons pu identifier les principaux médicaments de chaque forme pharmaceutique. De plus, en nous appuyant sur la base de données publique des médicament de l'ANSM²¹⁸, nous avons pu définir (pour certaines spécialités) la masse des médicaments, la masse d'API et la masse totale des excipients. Ces différentes valeurs nous ont permis de définir le ratio en pourcentage "masse excipients/masse du médicament".

b/ Proportion de chaque excipient par forme pharmaceutique

i. Formes Orales Solides

La publication de Recker et al. 2019²¹⁹ a estimé à 71% (+/-26 %) la proportion d'excipients composant les médicaments oraux solides. Autrement dit, si un médicament pèse 1 gramme, 0,71 g correspond en moyenne à des excipients et 0,29 g au(x) principe(s) actif(s). Par conséquent, cette valeur a été appliquée à toutes les formes orales solides (non présentes dans la base du CHRU de Nancy). De plus, cette publication a établi la liste des 10 excipients les plus fréquents pour les formes orales solides en analysant une base regroupant des informations sur 42 052 formulations « orales solides » et un total de 354 597 excipients. Cette analyse a permis définir la fréquence d'apparition (occurrence) de chaque excipient. Les 10 principaux excipients avaient une occurrence comprise entre 72% et 20%.

Cependant, aucune indication n'était disponible concernant les concentrations moyennes minimums et maximums de ces excipients. Par conséquent, avec l'aide du *Handbook of Pharmaceutical Excipients (6ème édition)* et d'une experte galéniste qui nous a aidé à estimer les concentrations minimales et maximales de ces excipients (en les estimant grâce à sa propre expérience des dosages), nous avons pu établir le tableau ci-dessous. Bien que non exhaustif, ce tableau regroupe les principaux excipients étudiés sur 42 052 formulations « orales solides » et paraît donc représentatif des excipients utilisés.

Formes orales solides	Usage principal	Pourcentage d'occurrence	Quantité Minimum	Quantité Maximum
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-------------------------

²¹⁷ Recker and al. "Inactive" ingredients in oral medications. *Sci Transl Med.* 2019 Mar 13;11(483)

²¹⁸ <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/index.php>

²¹⁹ Recker and al. "Inactive" ingredients in oral medications. *Sci Transl Med.* 2019 Mar 13;11(483)



		dans les médicaments		
Stéarate de magnésium	Lubrifiant	72%	0,50%	1,50%
Cellulose microcristalline	Agents de charge et liants	55%	10%	50%
Dioxyde de titane	Colorants et opacifiants	50%	0,20%	1%
Dioxyde de silicium	Stabilisateurs et anti-agglomérants	37%	0,20%	0,50%
Amidon de maïs	Agents de charge, et liants, agents de désagrégation	37%	5%	40%
Lactose monohydraté	Agents de charge et liants	28%	10%	50%
Hypromelloses	Agents de charge et liants, colorants et opacifiants	27%	2%	50%
Talc	Colorants et opacifiants, stabilisateurs et anti-agglomérants	25%	1%	10%
Croscarmellose sodique	agents de désagrégation	21%	2%	10%
Polyéthylèneglycols	Lubrifiant	20%	0,01%	15%

Tableau 4 : Pourcentage d'occurrence et concentrations des excipients "formes orales solides"

Source : *The Shift Project adapté de la publication Recker et al. 2019*

Comment lire le tableau : 72 % des formes orales solides contiennent du Stéarate de magnésium. Ce dernier, lorsqu'il est présent, représente entre 0,5 et 1% de la masse totale des excipients"

ii. Formes Liquides

Afin de qualifier et de quantifier les excipients utilisés pour la formulation des formes liquides, nous avons pu nous référer à la publication de Bobillot et al. 2024²²⁰. Bien que portant principalement sur les formulations pédiatriques, cette publication permet de définir la répartition des 16 principaux excipients utilisés pour ces médicaments.

De la même manière que pour les formes orales solides, nous avons pu travailler avec une experte galéniste afin d'évaluer les concentrations minimum et maximum de chaque excipient. Le tableau est disponible dans [le rapport annexe](#).

Par ailleurs, pour définir la proportion d'excipients au sein de cette forme pharmaceutique, nous avons identifié les 15 médicaments les plus vendus (représentant plus de 40% des ventes) au sein de la Base Open Medic 2023²²¹ et avons calculé la valeur moyenne (en pourcentage) du ratio "excipients/médicament", comme décrit préalablement. Pour la masse

²²⁰ Bobillot and al. Potentially Harmful Excipients: State of the Art for Oral Liquid Forms Used in Neonatology and Pediatrics Units

Pharmaceutics 2024, 16(1), 119;

²²¹ ibid



du médicament, nous avons pris l'hypothèse que 1 ml = 1 mg.

La part moyenne d'excipients dans la masse du médicament est de 95%

iii. Formes Cutanées

A notre connaissance, aucune publication ne permet de décrire précisément la typologie et la concentration des excipients utilisées dans la formulation des formes cutanées.

Par conséquent, nous avons adopté la seconde méthodologie décrite précédemment. En sélectionnant les 13 médicaments les plus vendus, nous avons pu couvrir 40% des ventes des formes cutanées (en volume). La composition et le ratio "masse excipient/masse médicament" ont été estimés pour chacun de ces médicaments, puis extrapolés à l'ensemble de la forme pharmaceutique. Les concentrations minimums et maximums ont été évaluées à l'aide d'une experte galéniste. Le tableau est disponible dans [le rapport annexe](#).

La part moyenne d'excipients dans la masse du médicament est de 95%

iiii. Collyres

Les familles d'excipients ainsi que leurs quantités respectives ont été détaillées de manière précise dans la publication de Prasad et al. 2016²²². Grâce à ces données, nous avons pu identifier les principaux excipients, ainsi que leurs concentrations respectives. Le tableau est disponible dans [le rapport annexe](#).

Afin d'estimer le ratio moyen en pourcentage "excipients/médicament", nous avons utilisé la même méthodologie que pour les autres formes pharmaceutiques. Pour la masse du médicament, nous avons une nouvelle fois pris l'hypothèse que 1 ml = 1 mg.

La part d'excipients dans la masse du médicament est de 99%.

iv. Gommages et autres

Concernant les gommages, nous n'avons pas identifié initialement que cette forme pharmaceutique allait représenter un volume important. Dans le cadre de ce rapport intermédiaire, nous avons donc estimé la part d'excipients à **95%** en analysant les principales formulations, ce qui nécessitera d'être vérifié et validé pour le rapport final.

La catégorie "autres" représente un volume très faible des excipients consommés (<2%) et regroupe des formes galéniques très hétérogènes (ovules, film, suppositoire,...). Par conséquent, nous avons donc appliqué un ratio par défaut équivalent à **71%**.

v. Synthèse

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats en précisant la méthodologie et la source utilisée. Les spécialités évaluées via la base de données du CHRU de Nancy ne sont pas indiquées dans ce tableau, car cette base regroupe presque 20000 spécialités pharmaceutiques.

²²² Prasad and al. Excipients Utilized for Ophthalmic Drug Delivery Systems. Nano-Biomaterials For Ophthalmic Drug Delivery, pp.555-582



De plus, il est important de préciser que nous avons appliqué des seuils définissant des quantités minimums d'excipients en fonction de la forme pharmaceutique. Ces valeurs limites ont été utilisées lorsque les volumes des excipients estimés à l'aide des méthodes explicités précédemment étaient inférieurs à ces seuils.

Les seuils minimums d'excipients utilisés en fonction des formes pharmaceutiques sont :

- Forme solide orale : 50 mg
- Forme cutanée : 50 g
- Sirop : 5 mg
- Solution : 5 mg
- Suspension : 50 mg
- Collyre : 50 g

Méthodologie	Spécialité ou forme pharmaceutique	Masse excipients / Masse médicament (%)	Source
Evaluation médicament par médicament	Paracétamol	10%	Base de données publique des médicaments (ANSM)
	Amoxicilline Anhydre	30%	
	Amoxicilline	30%	
	Amoxicilline Base	30%	
	Ibuprofene	30%	
	Comprime_Paracetamol	10%	
	Gelule_Paracetamol	20%	
	Macrogol 3350	3%	
	Macrogol 4000	3%	
	Solution_Lactulose	33%	
	Metformine Base	14%	
	Chlorhydrate De Metformine	14%	
	Metformine	14%	
	Glucose Anhydre	75%	
	Polystyrene Sulfonate De Sodium	1%	
	Solution Chlorure De Sodium	99%	
	Creme Vaseline	75%	
	Pommade Vaseline	0%	
	Comprimé	71%	Recker et al. 2019 ²²³
	Granulé	71%	

²²³ Recker and al. "Inactive" ingredients in oral medications. Sci Transl Med. 2019 Mar 13;11(483)



Données de la littérature	Granulés	71%	
	Gélule	71%	
	Poudre	71%	
	Pastille	71%	
Base Open Medic 2023	Crème	95%	Base de données publique des médicaments (ANSM)
	Gel	95%	
	Gommes	95%	
	Pommade	95%	
	Sirop	95%	
	Solution	95%	
	Suspension	95%	
	Collyre	99%	

Tableau 5 : Evaluation de la proportion totale d'excipient selon la forme galénique

Source : The Shift Project

Comment lire le tableau : 10% pour le paracétamol signifie que le médicament est composé à 90% d'API et 10% d'excipients.

c/ Volume total des excipients consommés sur une année en France

Le volume total des excipients a été calculé à partir des volumes de vente annuelles de l'ensemble des médicaments sur le territoire français dont les résultats ont été décrits plus haut.

Les volumes de vente ont été répartis par forme pharmaceutique puis nous avons appliqué le ratio "masse excipient/masse médicament" défini préalablement afin de calculer la quantité totale d'excipients consommés sur une année entière.

D'après nos calculs préliminaires, **nous estimons la masse d'excipients consommée annuellement à 220 000 tonnes**. La Figure ci-dessous résume la répartition par forme pharmaceutique. Cette première estimation sera ajustée dans le cadre du rapport final.

Les formes liquides, les collyres et les formes cutanées représentent respectivement 42 %, 26% et 16% de la quantité totale d'excipients. Par ailleurs, les gommes représentent autant que les formes orales solides, ce qui renforce notre objectif d'étudier spécifiquement cette forme pharmaceutique dans le rapport final afin d'affiner nos hypothèses. La catégorie "autres" regroupe un grand nombre de formes galéniques très hétérogènes (suppositoires, ovules, film, shampooing,...).



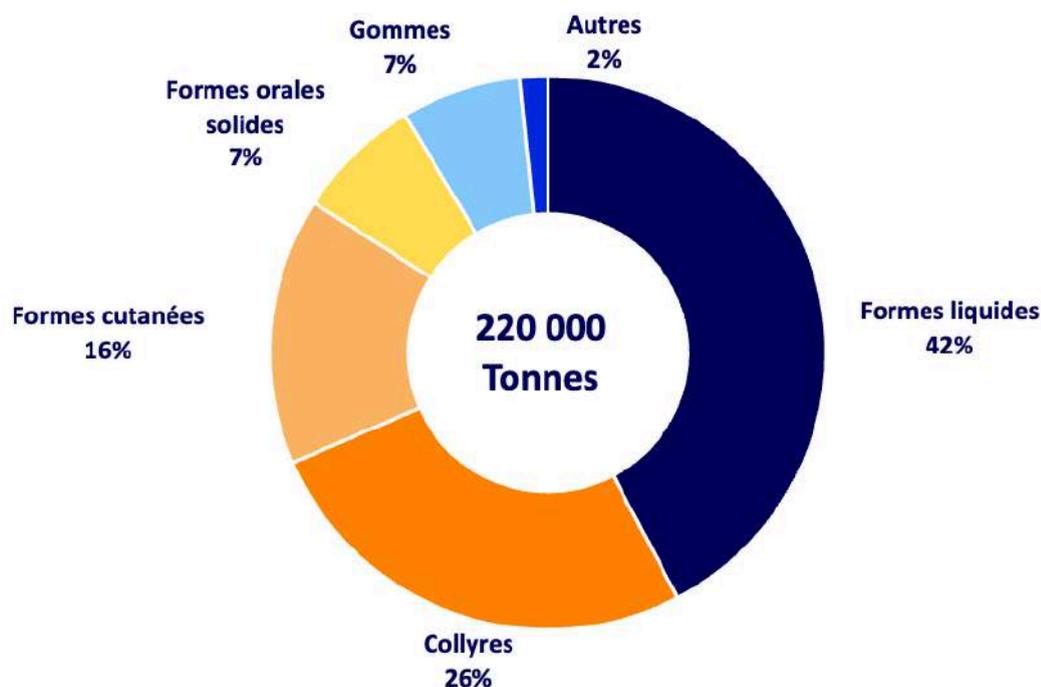


Figure 26 : Répartition du tonnage des excipients consommés annuellement en France par forme pharmaceutique.

Source : The Shift Project

2) Émissions de gaz à effets de serre

a) Périmètre

Notre objectif est ici de quantifier les émissions associées à la production de l'ensemble des excipients destinées à la consommation française.

Nos quantifications visent à tenir compte notamment des émissions :

- D'extraction des matières premières,
- De production des composants intermédiaires,
- De production des produits finis,
- De production des emballages utilisés pour transporter les matières premières, les composants intermédiaires et les produits finis,
- Connexes des usines de production (construction, déplacements domicile travail, départements administratifs, etc.),
- Indirectement impliquées dans la production : éclairage, salles propres (HVAC), chauffage, etc.
- De la fin de vie des intrants,
- De stockage des produits finis et semi-finis,
- De l'ensemble de la logistique, en dehors de la logistique des excipients vers son lieu de formulation qui sera pris en compte ailleurs.

Le périmètre est donc : **toutes les émissions induites par les activités de production entre l'extraction des matières premières et la sortie de l'usine des excipients.** Toutes les étapes communes aux principes actifs seront comptabilisées une seule fois.

Cette liste relativement exhaustive met en évidence la complexité du calcul des émissions associées à la production des excipients. Certaines productions peuvent impliquer plusieurs



certaines d'étapes dans la même usine ou dans des usines différentes, des centaines d'intrants différents (directement ou indirectement utilisés)²²⁴, des zones géographiques différentes ou encore des procédés de fabrication différents. Cette diversité mise en regard avec la diversité des excipients produits justifie pourquoi nous allons passer par des proxys pour estimer les émissions. Nous présentons tout cela dans la partie suivante.

b) Chiffres clés

- Nos résultats préliminaires estiment que **l'empreinte carbone annuelle des excipients est de 1,1 MtCO₂e**.
- Les trois formes pharmaceutiques ayant les contributions les plus importantes dans l'émission totale des excipients sont **les collyres (35%), les formes liquides (23%) et les formes cutanées (22%)**.

c) Résultats

a/ Méthodologie d'évaluation des facteurs d'émissions

Les typologies des excipients et leurs concentrations "minimales/maximales" ont pu être établies pour chaque forme pharmaceutique comme décrit précédemment.

La dernière étape consistait donc à pouvoir attribuer un facteur d'émissions spécifique pour chaque excipient identifié. Dans ce cadre, plusieurs sources et bases de données^{225 226 227} ont été utilisées par ordre de priorité. Si une donnée était disponible dans les trois bases, nous avons retenu la valeur de la première base. Tous les tableaux sont présentés dans [le rapport annexe](#).

Par ailleurs, à la suite de discussions avec des experts galénistes, il a été défini que **les excipients provenaient à 65% de l'Europe et à 35% de l'Asie**. Par conséquent, nous avons tenu compte de ces pourcentages dans nos calculs, lorsque les bases nous permettaient d'obtenir des facteurs d'émissions en Europe et en Asie. Cette hypothèse diffère de celle choisie dans le rapport Carebone²²⁸ **de l'AP-HP**, où 100% des excipients provenaient de l'Europe.

i. ecoinvent®

La base ecoinvent® est une base de données de référence²²⁹ concernant les analyses de cycle de vie. Nous y avons eu accès dans le cadre de notre projet. Bien que la plupart des excipients identifiés n'étaient pas présents dans cette base, nous avons pu estimer le facteur d'émissions de plusieurs d'entre eux. La base ecoinvent® permet d'estimer le facteur d'émissions selon plusieurs paramètres, dont la zone géographique et le type d'activité. Par ordre de priorité, les données suivantes ont été recueillies

- Zone géographique :
 - Europe
 - Suisse (si Europe non disponible)

²²⁴ Jiménez-González et al, The evolution of life cycle assessment in pharmaceutical and chemical applications—a perspective, Green Chem., 2014, 16, 3392

²²⁵ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/search>

²²⁶ Ecovamed. Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments

²²⁷ Carebone (APHP). Outil d'estimation de l'empreinte carbone d'un parcours patient. Mai 2024

²²⁸ ibid

²²⁹ ibid



- Amérique du Nord (si Europe & Suisse non disponibles)
 - Chine
 - Reste du monde (si Chine non disponible)
- Type d'activité (définie dans la base) :
 - Production : facteur d'émissions de la production jusqu'à la sortie du lieu de production
 - Market : facteur d'émissions englobant le précédent et y ajoutant les émissions de transport en sortie du lieu de production jusqu'au lieu de vente

ii. Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments de la Direction Générale des Entreprises (DGE)

Dans la partie 4.1.2 du rapport "Méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des médicaments"²³⁰ d'Ecovamed pour la DGE, plusieurs facteurs d'émissions génériques pour certaines familles d'excipients ont été identifiés (dont les facteurs d'émissions ne sont pas encore disponibles dans la base ecoinvent®).

lii. Outil Carebone de l'AP-HP

Dans le rapport "outil d'estimation de l'empreinte carbone d'un parcours patient"²³¹, les facteurs d'émissions ont été estimés par catégorie d'excipients, si celles-ci n'étaient pas disponibles dans d'autres bases. Ces estimations ont été construites à partir de moyennes de facteurs d'émissions de la base de données selon la nature et/ou le processus de fabrication de l'excipient.

b/ Calculs de l'empreinte carbone des excipients

Pour chaque forme pharmaceutique détaillée précédemment, nous avons calculé un facteur d'émissions moyen pour l'ensemble des excipients dont les valeurs sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Formes pharmaceutiques	Facteur d'émissions moyen * (KgCO₂e/Kg)	Part dans l'émission totale
Orales Solides	3,98	6%
Orales Liquides	2,68	23%
Cutanée	7,16	22%
Collyres	6,74	35%
Gommes	3,98	6%
Autres	4,91	9%

Tableau 6 : facteurs d'émissions moyens et part dans l'émission totale des principales formes pharmaceutiques

***Les valeurs données dans ce tableau sont celles calculées avec les concentrations max (voir explications ci-dessous).**

²³⁰ ibid

²³¹ ibid



Source : The Shift Project

La méthode que nous avons appliquée pour ce rapport est temporaire et sera améliorée d'ici le rapport final. Nous sommes conscients des limites et établirons un modèle d'optimisation mathématique plus rigoureux dans le cadre du rapport final pour calculer correctement ces facteurs d'émissions. A ce stade, nous avons appliqué la méthodologie ci-dessous.

Comme expliqué précédemment, nous avons identifié un ensemble d'excipients fréquemment présents pour chaque forme galénique et avons défini des min et max aux concentrations usuellement observées pour chaque excipient.

Nous avons ensuite calculé un premier facteur d'émissions avec les proportions min. Pour cela, nous avons sommé les facteurs d'émissions de chaque excipient en les pondérant par leur concentration min, ramenée à une base 100%²³². Notre but est de tenir compte à la fois de la diversité des excipients par forme et de la diversité des facteurs d'émissions par excipient. En utilisant la même méthodologie, nous avons également calculé un deuxième facteur d'émissions avec les proportions max.

Ainsi, nous avons obtenu deux valeurs pour les facteurs d'émissions moyen des excipients (tous excipients confondus) de chaque forme pharmaceutique.

En ce qui concerne les formes "gommes" et "autres", les données carbone disponibles étaient insuffisantes. Aussi, nous avons appliqué le facteurs d'émissions des formes orales solides pour les "gommes" et une moyenne de l'ensemble formes pharmaceutiques pour la forme "autres". Ces deux FE sont des approximations et seront plus approfondis dans le cadre du rapport final.

Nous avons ensuite calculé les émissions de l'ensemble des excipients de la consommation française en multipliant les quantités consommées en kg par les facteurs d'émissions : nous avons effectué le calcul deux fois, une fois avec les facteurs d'émissions issus des calculs avec les concentrations min, et une deuxième fois avec les facteurs d'émissions issus des calculs avec les concentrations max.

Nous avons constaté que les deux valeurs totales trouvées étaient assez proches : 1,11 MtCO₂e et 1,19 MtCO₂e. Dans une approche conservatrice, nous avons opté pour la valeur la plus basse dans le cadre de ce RI.

Nos résultats préliminaires estiment donc **l'empreinte carbone annuelle des excipients à 1,12 MtCO₂e**.

Par ailleurs, les deux graphiques ci-dessous représentent respectivement la répartition du volume des excipients consommés annuellement en France selon la forme pharmaceutique (à gauche) et la répartition des émissions GES liées à cette consommation. Nous constatons aisément que les formes liquides représentent la part la plus importante de la masse des

²³² En effet, la somme des proportions min n'est pas égale à 100% car l'ensemble des excipients n'est pas toujours présent intégralement dans la forme pharmaceutique (nous n'avons pas encore pris en compte dans notre modèle leur fréquence d'occurrence). Ainsi, si par exemple la somme des proportions min est égale à 165%, nous remettons à l'échelle chaque pourcentage de la somme pour que celle-ci fasse 100% : par exemple pour un excipient dont le pourcentage min serait de 20%, nous calculons un pourcentage min remis à l'échelle égal à $20\% / 165\% \times 100\%$.



excipients.

Les trois formes pharmaceutiques ayant les parts les plus importantes dans l'émission totale des excipients **sont les collyres (35%), les formes orales liquides (23%) et les formes cutanées (22%), alors qu'ils représentent respectivement 26%, 16% et 42% des volumes d'excipients.**

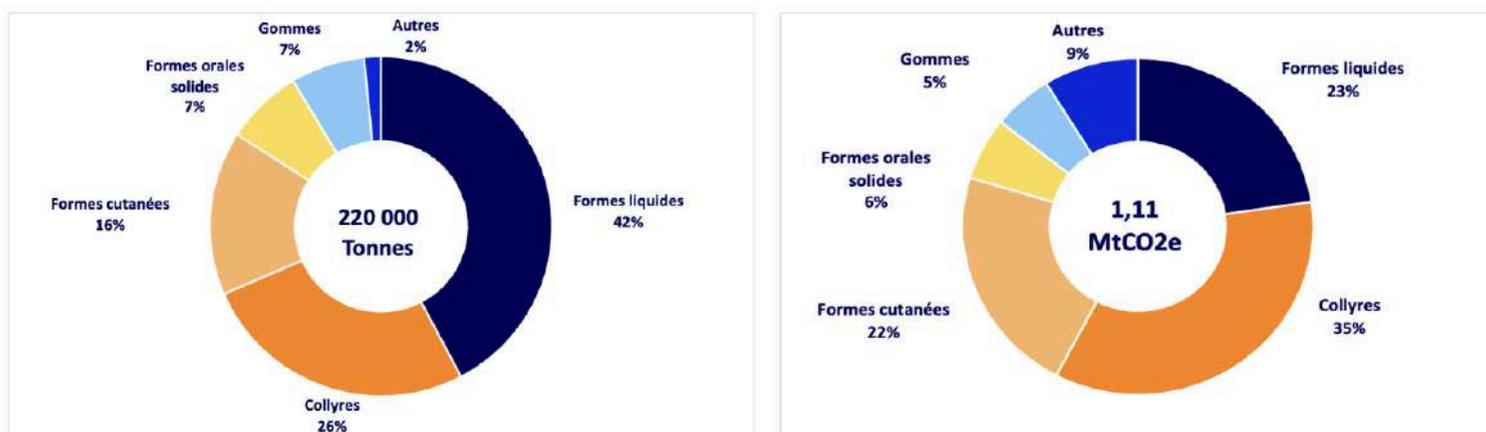


Figure 27 : Répartition du tonnage des excipients consommés annuellement en France par forme pharmaceutique (à gauche) et répartition des émissions GES liées à cette consommation (à droite)
Source : The Shift Project

D) Production des emballages

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant les emballages, primaires, secondaires et tertiaires, nécessaires à la production et au transport des boîtes de médicaments.

1) Estimation des volumes

Nous expliquons ici comment, à partir de nos estimations sur le nombre de boîtes et d'unités de médicaments produits, nous avons estimé les quantités d'emballages nécessaires pour répondre à la demande annuelle française.

a) Périmètre

Nous estimons les quantités d'emballages utilisés pour acheminer les médicaments jusqu'à leur lieu de vente, entre l'industrie et l'officine (de ville ou d'hôpital) ou le grossiste et l'officine (principalement de ville).

Pour ce rapport intermédiaire, nous intégrons les **emballages primaires** (flacons, plaquettes, seringues, etc.) et **secondaires** (conditionnement en carton).

Nous tenons compte des cas où les boîtes de médicaments contiennent plusieurs types d'emballages (par exemple : dans le cas d'un emballage sous la forme "1 flacon(s) en verre brun de 30 ml avec seringue(s) doseuse(s) flacon et seringue pré-remplie" nous avons pris en compte le flacon, la seringue doseuse et la seringue pré-remplie).



Nous intégrons également les **notices et les étiquettes**, lorsqu'il y en a.

Enfin, nous nous basons encore une fois sur une vision "production" et non "consommation". Aussi, nous intégrons dans notre analyse **toutes les chutes et les pertes** d'emballages au niveau de la production.

Notre analyse ne tient pour le moment pas compte des emballages utilisés pour transporter les excipients et les principes actifs jusqu'à leur lieu de formulation mais également l'ensemble des emballages utilisés pour transporter et stocker les matières premières, les intrants finis et semi-finis. Nous manquons à ce jour d'informations sur ces emballages.

Si de premières hypothèses ont été formulées dans [la partie sur la logistique](#) pour tenir compte de la masse des emballages dans les transports, ces dernières restent assez imprécises, à la fois sur les masses d'emballages en jeu, mais également sur leurs matériaux. Nous ne tenons également pas compte des emballages **tertiaires** des médicaments (cartons et palettes). Aussi, nous sommes preneurs de toutes informations venant du terrain. Si vous avez des documents ou une expertise nous permettant d'avancer sur ce sujet, vous pouvez nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

b) Chiffres clés

Nous estimons à environ 100 000 tonnes la masse des notices et des emballages primaires et secondaires qui sont produits, transportés puis jetés pour répondre à la demande française de médicaments. Cela représente environ 1,5 kg par Français par an. Si nous ajoutons les pertes de matières au niveau de la production et de la formulation, cela représente entre 115 000 et 120 000 tonnes d'emballages.

c) Résultats détaillées

a/ Sources de données

Nous basons notre estimation des volumes d'emballages sur plusieurs sources de données.

Pour connaître **le type des emballages** (plaquettes, flacons, ampoules, etc.) ainsi que les **matériaux utilisés** (aluminium, PVC, etc.), nous nous basons sur les informations renseignées sur la base de données publique des médicaments de l'ANSM²³³. Ces informations sont disponibles pour 82% des formes consommées en France. Cela représente 98,4% du volume de boîtes. Autrement dit, moins de 2% des boîtes n'ont pas de description précise de leur emballage primaire.

Pour estimer **la masse des emballages**, nous utilisons diverses sources de données :

- *La littérature scientifique* : De nombreux articles proposent des données de terrain sur la masse des emballages ainsi que des méthodes pour extrapoler à d'autres volumes d'emballages,
- *Les rapports publics* : L'Adelphé ainsi que le le LEEM analysent la filière du médicament sur le prisme des emballages et fournissent des données générales sur les consommations. Ces chiffres nous serviront à valider les ordres de grandeur de nos estimations.
- *Les données de terrain* : Plusieurs professionnels du secteur ont accepté de peser différents emballages primaires, secondaires et tertiaires afin de compléter nos

²³³ ANSM, Base de données publique des médicaments, consultée en novembre 2024, <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/index.php>



modélisations. Cela est venu ainsi compléter les données partagées par l'AP-HP via leur outil Carebone. Nous les en remercions.

b/ Méthode

Notre méthodologie pour estimer la masse totale des emballages produits pour répondre à la consommation française se divise en 5 étapes :

① Nous répartissons chaque présentation de médicament (un peu plus de 21 000) par grande catégorie d'emballages

Les catégories choisies sont les suivantes :

- Plaquette,
- Flacon + plaquette,
- Autre flacon,
- Sachet,
- Seringue,
- Stylo,
- Ampoule,
- Pot,
- Tube,
- Poche,
- Film,
- Récipient.

Dans certains cas, une présentation peut être associée à plusieurs catégories. C'est par exemple le cas du "*LOXAPAC, solution buvable*" qui contient à la fois un Flacon et une seringue²³⁴. Pour réaliser cela, nous nous basons sur la description de l'emballage disponible sur la base de données publique des médicaments de l'ANSM. Par exemple, si la description est "*1 flacon(s) en verre brun de 30 ml avec seringue(s) doseuse(s)*", nous indiquons que cette répartition contient un flacon et une seringue. Nous avons fait cela à l'aide de programmes codés sur Python.

② Nous identifions les matériaux principaux des emballages primaires, secondaires et tertiaires

La description des emballages contient des informations sur les matériaux. Par exemple "*2 seringue(s) préremplie(s) en verre de 0,4 ml*" ou "*plaquette(s) thermoformée(s) PVC aluminium*". Nous avons alors extrait certaines occurrences de mots à l'aide de Python. Cela nous a ainsi permis de répartir chaque présentation selon ses matériaux principaux pour l'emballage primaire.

Cela permet ainsi de distinguer les seringues en verre des seringues en polypropylène, les plaquettes en PVC-PVDC, des plaquettes en aluminium...

Dans certains cas, les matériaux ne sont pas indiqués dans la description des emballages. Nous prenons alors la répartition moyenne des matériaux des emballages par grande catégorie.

Par exemple, si nous trouvons, pour les seringues pour lesquelles une description de

²³⁴ ANSM, Base de données publique des médicaments,
<https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/extrait.php?specid=69700033>



matériaux est disponible, 70% de seringues en verre, 25% de seringues en polypropylène et 5% en polyéthylène, nous appliquons cette répartition pour les seringues pour lesquelles les matériaux ne sont pas indiqués.

Pour les emballages secondaires, nous faisons l'hypothèse qu'ils sont en carton. Pour les palettes pour le transport, nous prenons du bois. Encore une fois, nous avons fait cela à l'aide de programmes codés sur Python.

③ Nous récapitulons les masses moyennes par unité

Pour chaque catégorie de matériaux, en distinguant les verres des plastiques, nous avons formulé des hypothèses, basées sur les différentes sources décrites plus haut, pour chaque type d'emballage.

Ces hypothèses sont résumées dans le tableau suivant.

Catégorie	Masse	Catégorie	Masse
Plaquettes - Blister ²³⁵	0,2 g par comprimé	Film aluminium - plaquettes ²³⁶	0,04 g par comprimé
Plaquettes - Emballage secondaire ²³⁷	0,2 g par comprimé	Plaquette - Notice ²³⁸	2,5 g par boîte
Flacon - comprimés - verre ²³⁹	0,5 g par comprimé	Flacon - comprimés - plastique	0,1 g par comprimé
Flacon - liquides - verre	équation ²⁴⁰ ou valeur par défaut ²⁴¹	Flacon - liquides - plastique	équation ou valeur par défaut ²⁴²
Flacon - liquides - emballage secondaire	équation ou valeur par défaut	Flacon - comprimés - emballage secondaire	0,06 g par comprimé
Flacon - étiquette	0,5 g par flacon	Flacon - Notice	7 g par boîte
Flacon - bouchon	10 g par flacon	Flacon - sécurité	0,6 g par flacon

²³⁵ Moyenne sur les différentes sources :

- Piffoux et al, Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment, 2024
 - Bassani et al, Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives, 2023
 - Baehr et al, Life cycle assessment of pharmaceutical and clinical packaging required for medication administration practices, 2023

- Outil Carbone, AP-HP

²³⁶ Ibid

²³⁷ Ibid

²³⁸ Ibid

²³⁹ Ibid

²⁴⁰ Équation de la forme $2e-12 * x^{**5} - 6e-9 * x^{**4} + 7e-6 * x^{**3} - 0.0036 * x^{**2} + 1.1721 * x + 4.5507$ avec x qui représente le volume en ml.

²⁴¹ 20 g si aucune information sur le volume n'est disponible

²⁴² Sur plusieurs sources :

- Tao et al, Environmental sustainability of the globalized pharmaceutical supply chains, The case of tenofovir disoproxil fumarate, 2023

- Belboom et al, A life cycle assessment of injectable drug primary packaging: Comparing the traditional process in glass vials with the closed vial technology (polymer vials), 2011

- Outil de l'AP-HPI Carbone



Seringue - verre²⁴³	équation ²⁴⁴ ou valeur par défaut ²⁴⁵	Seringue - plastique	équation ou valeur par défaut ²⁴⁶
Seringue - notice	7 g par boîte	Seringue - emballage secondaire	6 g par boîte
Stylo²⁴⁷	équation ²⁴⁸ ou valeur par défaut ²⁴⁹	Stylo - notice	7 g par boîte
Stylo - emballage secondaire	6 g par boîte	Poche²⁵⁰	équation ²⁵¹ ou valeur par défaut ²⁵²
Poche - Notice	7 g par boîte	Poche - emballage secondaire	6 g par boîte
Sachet²⁵³	2 g par sachet	Sachet - Notice	3 g par boîte
Sachet - emballage secondaire	6 g par boîte	Ampoule - verre²⁵⁴	équation ²⁵⁵ ou valeur par défaut ²⁵⁶
Ampoule - plastique	équation ou valeur par défaut ²⁵⁷	Ampoule - notice	7 g par boîte
Ampoule - emballage secondaire	6 g	Tube²⁵⁸	4 g par tube
Tube - notice	2,5 g par boîte	Tube - Emballage secondaire	4 g par boîte

Tableau 7 : Hypothèses prises sur les masses moyennes des emballages
Source : Calculs The Shift Project 2025

Pour certaines présentations, la description indique que l'emballage est "suremballé". Lorsque cela est indiqué, nous multiplions par deux la masse de l'emballage primaire.

④ Nous tenons compte des pertes

²⁴³ Nous basons nos estimations sur des données récupérées pour différents volumes de seringues et différents matériaux sur des sites fabricants comme

https://gyneas.com/products/seringues-bd-emerald-boite-de-100?pr_prod_strat=e5_desc&pr_rec_id=162283004&pr_rec_pid=7355027456086&pr_ref_pid=7355018608726&pr_seq=uniform&variant=41613374980182

²⁴⁴ Équation de la forme $11.1 * x$ avec x qui représente le volume en ml.

²⁴⁵ 20 g si aucune information sur le volume n'est disponible

²⁴⁶ Nous prenons les mêmes valeurs que pour le verre corrigées de la différence de densité entre le PEHD (0,95 g/cm³) et le verre (2,5 g/cm³)

²⁴⁷ Nous basons nos estimations sur des données récupérées pour différents volumes de stylos sur des sites fabricants comme le bulletin d'information du médicament et de la pharmacovigilance

²⁴⁸ Équation de la forme $20 * x$ avec x qui représente le volume en ml.

²⁴⁹ 20 g si aucune information sur le volume n'est disponible

²⁵⁰ Nous nous basons sur des données communiquées par des pharmaciens ainsi que sur les données de l'outil Carebone

²⁵¹ Équation de la forme $0.03 * x + 11.7$ avec x qui représente le volume en ml.

²⁵² 23 g si aucune information sur le volume n'est disponible

²⁵³ Nous nous basons sur des données communiquées par des pharmaciens ainsi que sur les données de l'outil Carbone ainsi que sur cet article : Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives

²⁵⁴ Nous nous basons sur les données de l'outil Carebone de l'AP-HP

²⁵⁵ Équation de la forme $1.3 * x + 1.7$ avec x qui représente le volume en ml.

²⁵⁶ 8 g si aucune information sur le volume n'est disponible

²⁵⁷ Nous prenons les mêmes valeurs que pour le verre corrigées de la différence de densité entre le PEHD (0,95 g/cm³) et le verre (2,5 g/cm³)

²⁵⁸ Nous nous basons sur des données communiquées par des pharmaciens



Pour les émissions liées à la production des emballages, nous tenons compte des pertes de matériaux.

Pour cela, nous nous reposons sur les taux de pertes identifiés dans la littérature.

Lorsque ces derniers ne sont pas disponibles, nous formulons nos propres hypothèses sur cette même base.

Le tableau suivant détaille les taux de pertes pris.

Catégorie	Taux de pertes	Catégorie	Taux de pertes
Notices ²⁵⁹	2%	Plaquettes ²⁶⁰	25%
Emballage secondaire ²⁶¹	2%	Sachets ²⁶²	25%
Flacons ²⁶³	7%	Ampoules ²⁶⁴	5%
Seringues ²⁶⁵	5%	Stylos ²⁶⁶	5%
Poches ²⁶⁷	5%	Tube ²⁶⁸	5%

Tableau 8 : Hypothèses prises sur les taux de pertes des emballages
Source : Calculs The Shift Project 2025

Si vous disposez de données de terrain ou de la littérature plus précises, n'hésitez pas à nous les partager à indus-sante@theshiftproject.org.

⑤ Nous répartissons les volumes totaux par type de matériaux

Les étapes précédentes nous ont permis d'estimer les masses totales d'emballages produites pour répondre à la consommation française de médicaments. Elles nous ont également permis de décrire les types d'emballages.

La dernière étape a consisté à répartir les masses d'emballages par matériaux. Il est nécessaire de faire cela car les émissions de fin de vie ainsi que de production dépendent des matériaux choisis.

Pour cela :

- Si un seul matériau est indiqué dans la description du médicament, nous attribuons 100% de la masse à ce matériau (ex : verre).
- Si plusieurs sont indiqués et que des données existent de proportion de chaque type de matériaux, nous utilisons ces données²⁶⁹,

²⁵⁹ Bassani et al, Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives, 2024

²⁶⁰ Ibid

²⁶¹ Ibid

²⁶² Ibid

²⁶³ Données intermédiaires entre les pertes de flacons pour le plastique et le verre, Nous faisons l'hypothèse que les données sur les vials s'appliquent aux flacons. A life cycle assessment of injectable drug primary packaging- comparing the traditional process in glass vials with the closed vial technology (polymer vials)

²⁶⁴ Nous ne disposons pas de données précises pour les ampoules, nous prenons donc un taux arbitraire de 5%

²⁶⁵ Ibid

²⁶⁶ Ibid

²⁶⁷ Ibid

²⁶⁸ Ibid

²⁶⁹ Cela concerne uniquement les sachets et les plaquettes pour lesquels nous basons nos proportions sur cette source : "Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives"



- Enfin, si aucune donnée n'existe, nous répartissons équitablement les masses entre les différents matériaux.

⑥ Nous ajoutons les présentations non couvertes

Comme évoqué précédemment, nous avons 1,6% des boîtes pour lesquelles nous n'avons pas de description d'emballages.

Nous faisons l'hypothèse que les types d'emballages de ces boîtes correspondent aux mêmes proportions que les boîtes pour lesquelles une description d'emballages est disponible.

Nous ajoutons donc 1,6% à chacune de nos estimations précédentes.

c/ Résultats

Nous estimons entre **115 000 et 120 000 tonnes les emballages primaires et secondaires (ainsi que les notices) produits pour répondre à la consommation française de médicaments**. 13% correspondent à des pertes et 87% correspondent in fine à des emballages primaires et secondaires de médicaments consommés en France. Le gros du volume d'emballage provient des emballages primaires avec 71% de la masse.

29% des masses correspondent à des flacons (contenant, bouchons et étiquettes), 14% à des plaquettes et 8% à des sachets.

Les seringues et les stylos représentent quant à eux moins de 5% des masses (Figure 28).

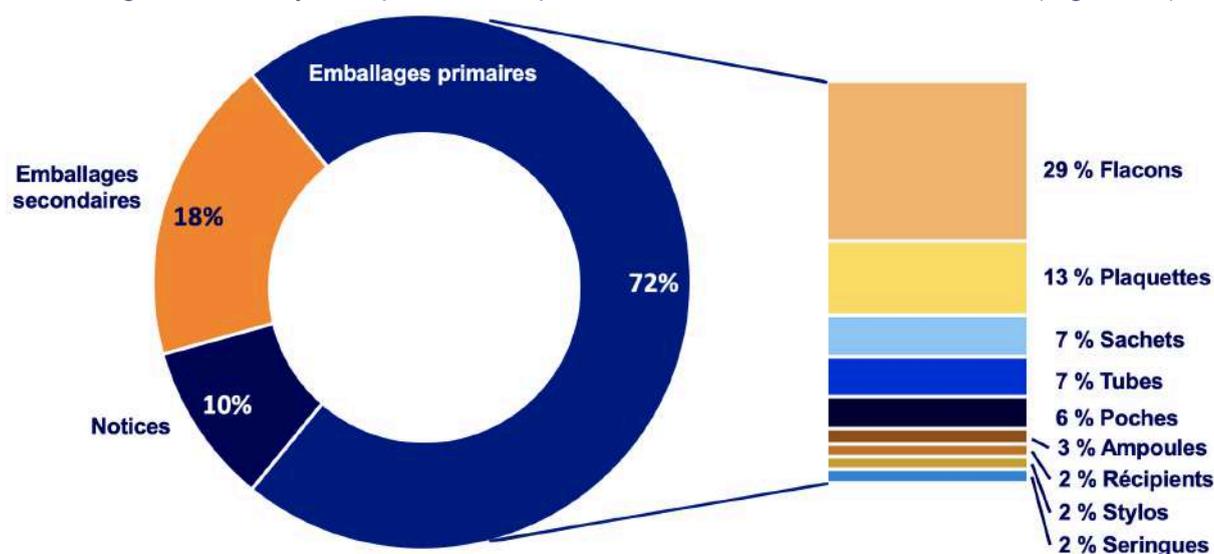


Figure 28 : Part des emballages par masse

Source : Calculs The Shift Project 2025

Notre estimation est supérieure à l'ordre de grandeur de 62 000 tonnes estimées par le LEEM²⁷⁰.

Les différences peuvent s'expliquer par des différences au niveau du choix des périmètres ainsi qu'en raison des hypothèses que nous avons formulées.

Enfin, nous estimons que 60 % de la matière première utilisée pour produire les emballages est du plastique (principalement du polyéthylène et du polypropylène), 23 % du verre, 13% de l'aluminium et 4% du papier (Figure 29).

²⁷⁰ LEEM, Feuille de route 3R des emballages plastiques à usage unique. 2023. <https://www.calameo.com/read/002049284a9ee8f58b652>



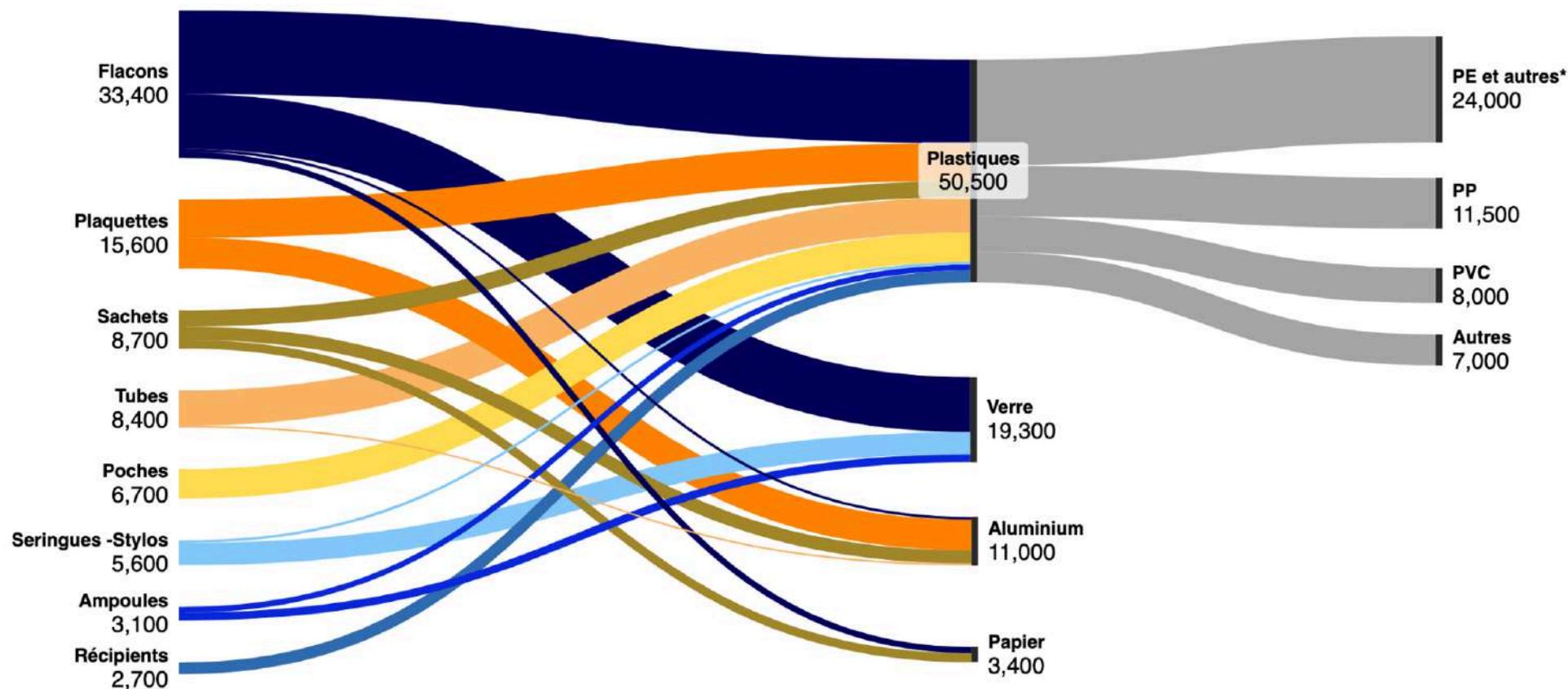


Figure 29 : Diagramme de Sankey (de flux) représentant les masses de matériaux utilisés pour produire les emballages primaires des médicaments. Les données sont exprimées en tonnes et ont volontairement été arrondies afin de faciliter la lecture du graphique²⁷¹.
 Source : Calcul The Shift Project 2025, obtenu avec le logiciel SankeyMatic.com

PE = Polyéthylène; PP = Polypropylène; PVC = Polychlorure de vinyle

* PEHD, PEBD, PEMD

²⁷¹ Le papier pour les flacons correspond aux étiquettes.



2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Plusieurs sources d'émissions sont à associer aux emballages produits pour répondre à la consommation de médicaments en France :

- Émissions liées à la production des emballages dans le monde,
- Émissions liées au transport des emballages jusqu'aux lieux de conditionnement,
- Émissions liées au conditionnement (consommations énergétiques, déplacements des employés, construction des usines, etc.) ,
- Émissions liées au transport et à la fin de vie des emballages, que ce soit directement au niveau de l'usine de production avec les chutes de matière ou après consommation du médicament.

Dans cette partie, **nous tenons uniquement compte des émissions liées à la production des emballages.**

Les autres sources seront prises en compte dans d'autres parties (Logistique, fin de vie, etc).

b) Chiffres clés

Nous estimons à plus de **500 ktCO₂e** les **émissions de gaz à effet de serre associées** à la production des emballages. **70% des émissions proviennent de la production des plaquettes, des sachets et des flacons.**

c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

Pour ce rapport intermédiaires, nos calculs reposent sur deux sources de données principales :

- Les **bases de données ADEME et ecoinvent®** : pour estimer les émissions de gaz à effet de serre des notices, des seringues en plastique, des stylos en plastique, des poches, des bouchons et des tubes
- La **littérature scientifique** avec notamment les papiers de Baehr et al²⁷² et de Bassani et al²⁷³ : pour estimer les émissions de gaz à effet de serre des plaquettes, des flacons, des seringues et stylos en verre et des sachets.

b/ Méthode

Nous utilisons les résultats sur la littérature scientifique pour construire des facteurs d'émissions de production de certains emballages. Plus précisément, nous faisons une moyenne des intensités carbone de production des **plaquettes, des sachets et des flacons** calculés dans la littérature.

Par exemple, pour les plaquettes, nous disposons de 41 estimations de l'empreinte carbone de blister. Ces estimations dépendent du nombre de comprimés (donc de la masse) et

²⁷² Life cycle assessment of pharmaceutical and clinical packaging required for medication administration practices, 2024

²⁷³ Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives, 2023



également des matériaux (PVC, OPA/Alu/PVC, PVC/PCTFE, etc). Nous divisons ces émissions par la masse des plaquettes pour obtenir une intensité carbone en kgCO₂e/kg de plaquette. Puis nous calculons la moyenne de ces 41 résultats.

L'ensemble des intensités carbone estimées avec cette méthode sont indiquées dans le tableau 9.

Catégorie	facteur d'émissions	Catégorie	facteur d'émissions
Emballage secondaire	3 kgCO ₂ e/kg	Plaquettes	8 kgCO ₂ e/kg
Flacons ²⁷⁴	2,8 kgCO ₂ e/kg	Sachets	13 kgCO ₂ e/kg
Ampoules en verre	1,5 kgCO ₂ e/kg	Stylos et seringues en verre	1,5 kgCO ₂ e/kg

Tableau 9 : Intensités carbone utilisées pour les emballages
Source : Calculs The Shift Project 2025

Pour le reste des emballages, nous utilisons les données de l'ADEME et *ecoinvent*® concernant la production des matières premières et leur transformation en emballage. Nous ne pouvons pas diffuser les données *ecoinvent*® mais nous précisons tout de même le type de données utilisées dans le tableau 10.

Catégorie	facteur d'émissions	Correspondance
Étiquettes papier imprimé	2,9 kgCO ₂ e/kg	Étiquettes des flacons
Market for printed paper	<i>ecoinvent</i> ®	Notices
Market for polypropylene, granulate + Extrusion, plastic film	<i>ecoinvent</i> ®	Poches et tubes ²⁷⁵
Market for polyethylene, low density, granulate + Extrusion, plastic film	<i>ecoinvent</i> ®	bouchons
Market for polypropylene, granulate + Injection de plastique en salle blanche	<i>ecoinvent</i> ® complété par des données d'industriels : 5,1 kgCO ₂ e/kg	Seringues, ampoules et stylos en plastique

Tableau 10 : Intensités carbone issus de l'ADEME et *ecoinvent*®
Source : Calculs The Shift Project 2025

Notez cependant que la méthode suivie pour ce rapport intermédiaire est provisoire. Si elle permet d'obtenir un bon ordre de grandeur des émissions associées à la production des

²⁷⁴ Ce facteur d'émission correspond à la moyenne du facteur d'émission du flacon en verre à 1,5 kgCO₂e et du FE du flacon en plastique à 3,9 kgCO₂e et est pondéré par les masses associées. 45% des masses de flacons sont en verre et 55% en plastique

²⁷⁵ Nous sommes conscients que cette correspondance n'est pas vraiment adaptée pour les tubes. Nous préciserons cela pour le rapport final.



emballages, elle n'est pas suffisamment précise pour nous permettre d'identifier les leviers de décarbonation.

Pour le rapport final, nous tâcherons d'avoir des résultats en fonction du type de matériau (donc par exemple de distinguer l'empreinte carbone des plaquettes en fonction du matériau utilisé) et au type de procédé utilisé pour former l'emballage (extrusion, moule, etc).

c/ Estimation des émissions

La méthode décrite permet d'estimer à **500 ktCO₂e** les **émissions de gaz à effet de serre associées à la production des emballages**.

Si nous ne sommes pour le moment pas en mesure de distinguer ces émissions par source (quelle part pour la logistique des matières premières, pour leur transformation, pour les émissions corporatives des usines de production, etc.), nous obtenons tout de même une première répartition par type d'emballage.

70% des émissions proviennent de la production des plaquettes, des sachets et des flacons.

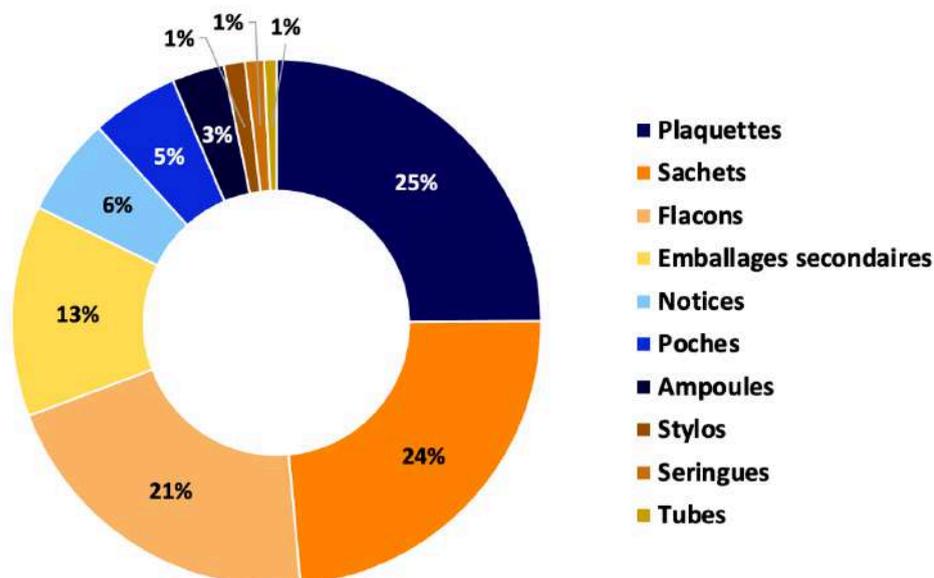


Figure 30 : Répartitions des émissions des emballages primaires et secondaires des médicaments
Source : Calculs The Shift Project 2025

Les notices qui représentent 11% de la masse des emballages représentent 6% des émissions.

E) Logistique

1) Périmètre

Nous prenons ici en compte les transports des matières premières et produits finis tout au long de la chaîne de valeur des industries de santé pour les activités de production.

Celle-ci commence depuis la production des matières premières, jusqu'au point de consommation (hôpital ou pharmacies d'officines). Ainsi, nous prenons en compte :



- **Le transport des matières premières nécessaires à la production de l'API** (dans notre modélisation, le transport des matières premières pour la production des emballages et des excipients est quant à lui aussi pris en compte mais directement intégré dans les facteurs d'émissions de ces derniers, et non séparément dans ce poste "Logistique") ;
- **Le transport de l'API jusqu'au lieu de formulation ;**
- **Le transport des excipients jusqu'au lieu de formulation ;**
- **Le transport des produits formulés du lieu de formulation au lieu de conditionnement** (hypothèse de distance nulle en l'occurrence) ;
- **Le transport des emballages jusqu'au lieu de conditionnement ;**
- **Le transport du lieu de conditionnement, jusqu'aux établissements hospitaliers ou jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs ;**
- **Le transport des grossistes répartiteurs jusqu'aux pharmacies d'officines.**

2) Chiffres clés

Nous estimons que le transport des matières premières et des produits finis le long de la chaîne de valeur induit des **émissions entre 670 et 860 ktCO₂e** chaque année pour la consommation française. Environ 32% de ces émissions proviennent du transport des produits intermédiaires (matières premières, API, excipients et emballages) nécessaires à la fabrication des médicaments, et 68% proviennent du transport des produits finis, comme montré sur la Figure 31.

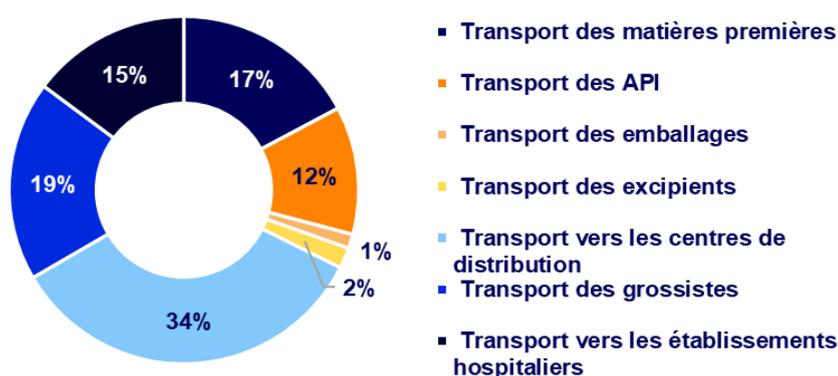


Figure 31 : Répartition de l'empreinte carbone du transport des matières premières et des produits finis
Source : The Shift Project

Pour la majorité de la chaîne logistique, **le transport routier** représente une part prépondérante des émissions liées au transport. Cependant, pour les principes actifs, les émissions dues au **fret aérien** s'avèrent particulièrement élevées. Cette spécificité s'explique par une part plus élevée des déplacements transcontinentaux, d'où un recours accru au fret aérien et maritime. La répartition des modes de transport pour les différentes étapes de la chaîne logistique est représentée Figure 32.



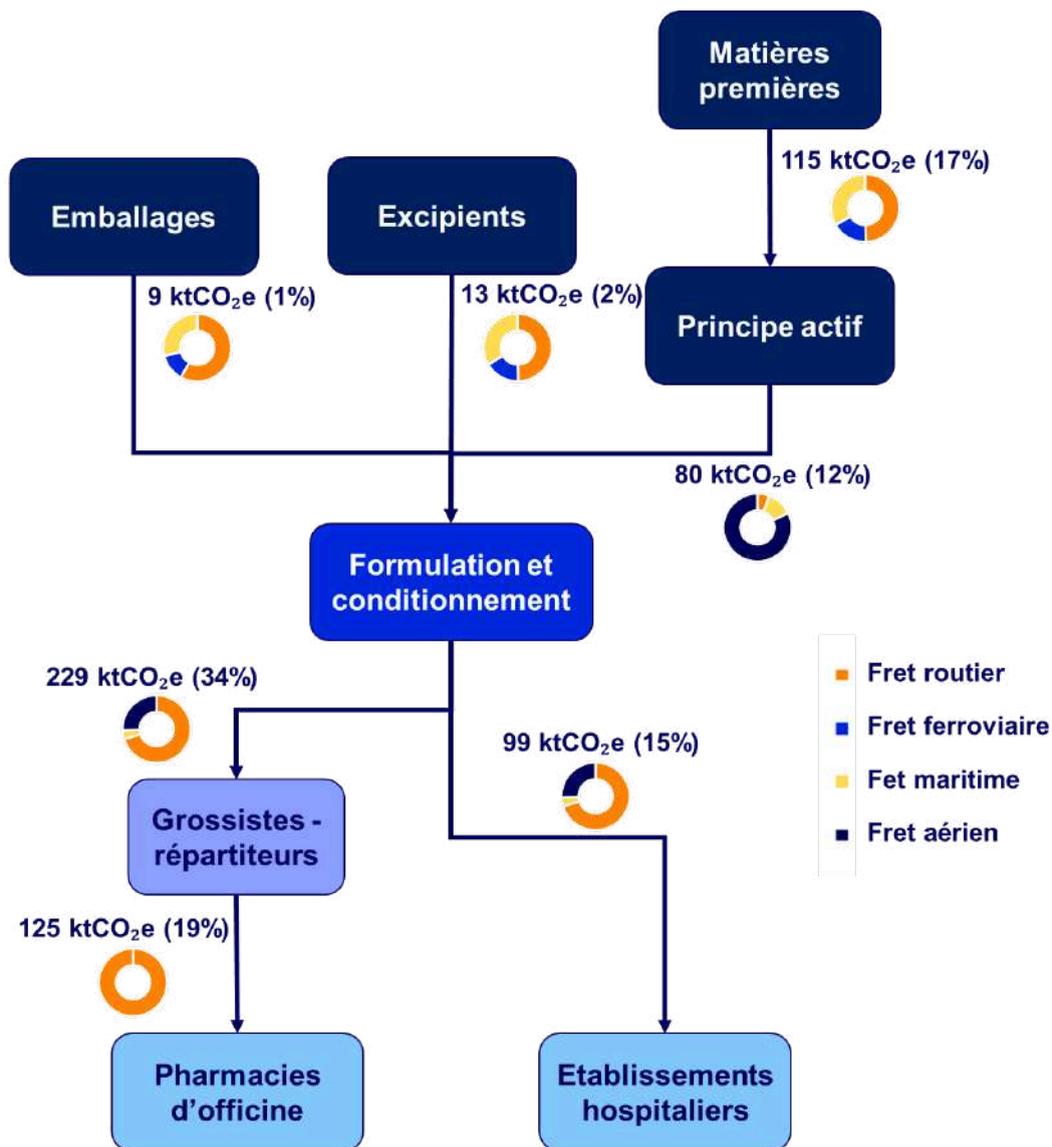


Figure 32 : Répartition par type de transport de l'empreinte carbone du transport des matières premières et des produits finis le long de la chaîne de valeur
Source : The Shift Project

3) Résultats détaillés

a) Transport des matières premières nécessaires à la production de l'API

a/ Méthode

Afin d'estimer l'empreinte carbone du transport des matières premières nécessaires à la production de la substance active, il est d'abord nécessaire de connaître le volume de matières premières impliquées. Pour cela, nous avons utilisé le *Process mass intensity* (ou PMI) associée aux médicaments, à savoir le rapport entre la masse de tous les produits utilisés dans les procédés de fabrication et la masse des produits finaux. Nous avons calculé le PMI moyen à partir d'une étude calculant le PMI de 20 molécules en phase 3 ou en phase



de commercialisation²⁷⁶. Ainsi, nous trouvons un PMI moyen de 69,85 (sans compter l'eau) : **il faut ainsi environ 70 kg de matières premières afin de produire un kg de principe actif**. Entre 68 et 82% de ces matières premières sont des solvants^{277 278}. Nous avons également majoré les poids transportés de 9%, afin de refléter les poids des emballages intermédiaires²⁷⁹. Cette hypothèse sera également utilisée pour tous les calculs de la section logistique.

Nous avons ensuite suivi les recommandations des *Product Environmental Footprint Category Rules* (ou PEFCR)²⁸⁰, qui constituent un ensemble de règles et de directives afin de réaliser des calculs standardisés d'empreinte carbone de produits, appliquées à un fournisseur en Europe délivrant des matières premières à une entreprise également en Europe²⁸¹. Ainsi, selon ces recommandations, **les matières premières transitent en moyenne 640 km**, dont 20% par fret routier, 38% par fret ferroviaire, et 42% par fret maritime.

Enfin, nous avons convertis ces distances à partir des facteurs d'émissions de la Base Empreinte²⁸².

b/ Résultats

Le transport des matières premières est responsable de **115 ktCO₂e**, dont **50% provient du fret routier**.

b) Transport des principes actifs jusqu'au lieu de formulation

a/ Méthode

Afin d'estimer l'empreinte carbone du transport des substances actives jusqu'au lieu de formulation, il est d'abord nécessaire de connaître la provenance des principes actifs.

Nous nous sommes basés, faute de données plus précises, sur les localisations indiquées sur les "*certificats de conformité à la pharmacopée européenne*" (CEP). Ces derniers sont délivrés à des fabricants de principes actifs pour indiquer que ceux-ci sont aptes à produire tel principe actif pour le marché européen. La liste des CEP existants nous est donnée dans la base de données EDQM²⁸³, qui répertorie notamment la localisation des "CEP Holders", c'est-à-dire la localisation de l'entreprise qui soumet le certificat.

Cette méthode présente plusieurs défauts :

- Tous les médicaments n'ont pas de CEP. Ainsi, seulement un peu plus de la moitié des références de médicaments consommées en France ont un CEP en cours de validité²⁸⁴.

²⁷⁶ Henderson et al., Lessons learned through measuring green chemistry performance The pharmaceutical experience, 2007. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/greenchemistry/industriainnovation/roundtable/lessons-learned-through-measuring-green-chemistry-performance-the-pharmaceutical-experience.pdf>

²⁷⁷ Ibid.

²⁷⁸ Jimenez-Gonzalez et al., Using the Right Green Yardstick: Why Process Mass Intensity Is Used in the Pharmaceutical Industry To Drive More Sustainable Processes, 2011. <https://doi.org/10.1021/op200097d>

²⁷⁹ Le chiffre de 9% est basé sur le poids, volume et densité des produits transportés pour les fûts et les palettes Euro4.

²⁸⁰ The European Commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, 2018. https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf

²⁸¹ Nous prenons des données appliquées à une production européenne faute de recommandations pour les autres continents. Nous tenterons d'affiner ces hypothèses dans nos travaux futurs, en intégrant des spécificités des transports asiatiques intracontinentaux.

²⁸² ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>

²⁸³ European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare <https://www.edqm.eu/en/>

²⁸⁴ En effet, pour accéder au marché français, il n'est pas strictement nécessaire d'avoir un CEP (il existe d'autres moyens tels que les "DMF" par exemple).



- La localisation des *CEP holders*, indiquée dans la partie publique de ces données, n'est pas nécessairement identique aux localisations des sites de production : parfois c'est le cas, parfois elle peut plutôt indiquer un site distinct correspondant au siège social. Toutefois, on considère que lorsque le CEP holder est en Inde ou en Chine, il est probable que le site de production le soit également. En revanche, c'est moins probable pour les autres sites, par exemple pour les CEP localisés en Europe (dont le site de production peut, par exemple, être en Asie, quand bien même le siège social serait en Europe). Nous sous-estimons donc probablement la part de principes actifs provenant réellement d'Asie.
- Nous faisons l'hypothèse d'une équi-répartition de la production dans les différents sites (c'est-à-dire que pour un médicament qui a par exemple 3 CEP qui lui sont associés, nous répartissons la production équitablement à un tiers entre chacun des trois sites). Or, si une substance peut être produite par deux fabricants différents, chacun ne produit pas nécessairement le même volume d'API.

En pondérant par les provenances et par les masses d'API consommées, nous obtenons les provenances reportées sur la Figure 33. Ainsi, **plus de 60% des masses de substances actives consommées en France proviennent d'Asie.**

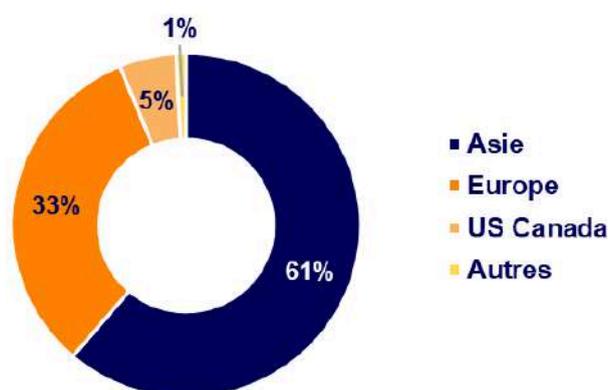


Figure 33 : Répartition des provenances des principes actifs (proportions en masses)
Source : The Shift Project

Afin de simplifier nos calculs, nous avons également fait pour le moment l'hypothèse que tous les sites de formulation étaient en Europe. Cette hypothèse est conservatrice (dans le sens où nous risquons de sous-estimer plutôt que de surestimer les émissions), puisque, in fine, les principes actifs consommés en France sont acheminés en Europe dans tous les cas, mais si la formulation a lieu en Asie par exemple, alors le transport en Europe de la substance active se fait sous forme de produit fini (et donc de produit plus lourd que le principe actif seul).

Nous avons ensuite encore une fois suivi les recommandations du PEF²⁸⁵, que nous avons combinées avec les distances réelles de transport en fret aérien et maritime²⁸⁶. Pour identifier les modes de transports utilisés, nous avons utilisé les données d'importations d'Eurostat²⁸⁷ : ainsi, **24% des médicaments importés sur le sol européen sont acheminés par fret aérien.** Au final, chaque principe actif parcourt en moyenne environ 9000 km, dont 78% par fret maritime et 14% par fret aérien.

Enfin, nous avons converti ces distances en émission de CO₂e à partir des facteurs d'émissions de la Base Empreinte²⁸⁸. A noter que nous avons pris en compte **le transport**

²⁸⁵ The European Commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, 2018. https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf

²⁸⁶ Ces distances ont été obtenues via le site <https://www.searates.com/distance-time>

²⁸⁷ Eurostat, Extra-EU trade since 2000 by mode of transport, by HS2-4-6. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/>

²⁸⁸ ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>



réfrigéré, qui, selon nos estimations²⁸⁹, représente au moins 0,7% des volumes transportés. Toutefois, d'après les données d'Ecoinvent²⁹⁰, l'impact carbone de la réfrigération est très peu significatif devant celle du déplacement des marchandises réfrigérées.

b/ Résultats

Au final, les transports des principes actifs sont responsables de l'émission de **80 ktCO₂e**, dont **82% provient du fret aérien** et 12% du fret maritime. Ainsi, seulement 14% des distances parcourues sont responsables de 82% de ces émissions, comme montré sur la Figure 34.

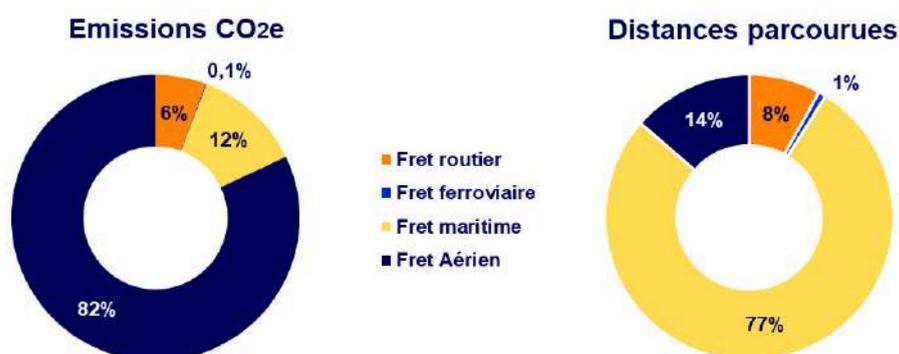


Figure 34 : Répartition des émissions (à gauche), répartition des distances parcourues (à droite) liées au transport des principes actifs
Source : The Shift Project

c) Transport des emballages et des excipients

a/ Méthode

Afin d'estimer les émissions des transports des emballages et des excipients, nous avons suivi les recommandations du PEFCR²⁹¹ appliquées à un fournisseur de packaging (hors produits en verre) en Europe et à un fournisseur en Europe délivrant des matières premières à une entreprise également en Europe. Nous avons ensuite converti ces distances à partir des facteurs d'émissions de la Base Empreinte²⁹².

b/ Résultats

Au final, les transports des emballages et des excipients sont responsables respectivement des émissions de **9 et 13 ktCO₂e**. Ces résultats sont probablement sous-estimés, car nous faisons l'hypothèse que les excipients et les emballages sont produits localement.

d) Transport des lieux de conditionnement jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs

a/ Méthode

Afin de simplifier nos calculs, nous considérons ensuite que tous les médicaments livrés aux pharmacies d'officines transitent par des grossistes répartiteurs, bien qu'en réalité cela ne

²⁸⁹ Basée sur analyse des température de conservation des classes ATC, d'après Vidal, <https://www.vidal.fr/>

²⁹⁰ Operation, reefer dans la Base de données Ecoinvent. <https://ecoinvent.org/>

²⁹¹ The European Commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, p.96. 2018. https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf

²⁹² ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>



concerne que 80% des médicaments dispensés par les officines (le reste étant directement achetés auprès des fabricants)²⁹³. De la même manière, nous ferons plus tard l'hypothèse simplificatrice que toutes les commandes des établissements hospitaliers sont directement passées auprès des fabricants, de leurs dépositaires ou des exploitants, bien que 5 % des achats des PUI (les pharmacies à usage intérieur, intégrées aux établissements hospitaliers) soient effectués auprès des grossistes-répartiteurs.

Afin d'estimer l'empreinte carbone du transport jusqu'aux centres de distribution des grossistes-répartiteurs, il est d'abord nécessaire de connaître la provenance des produits finis consommés en France. Pour cela, nous avons utilisé les données d'importations de médicaments des douanes françaises²⁹⁴, reportées sur la Figure 35, ainsi que l'étude de Piffoux et al. (2024)²⁹⁵ qui nous donne la part de production en France dans les consommations françaises.

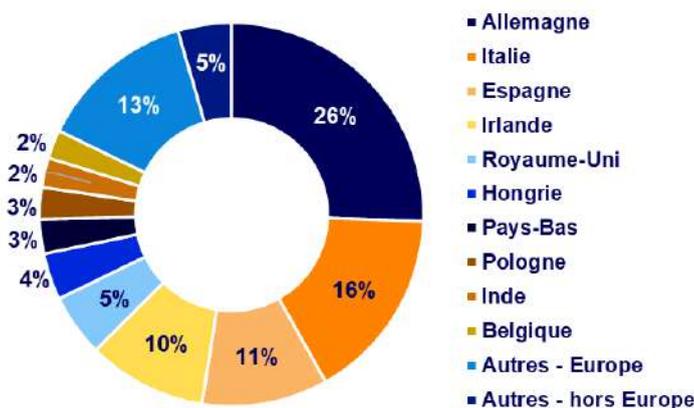


Figure 35 : Répartition des provenances des importations françaises de médicaments
 Source : The Shift Project, d'après données douanes françaises, HS code 3003 et 3004.

Ainsi, nous en déduisons que parmi les médicaments consommés en France, 17% des produits finis proviennent de France, 77% proviennent d'Europe, et 6% proviennent de pays non-européens.

Nous avons ensuite encore une fois suivi les recommandations du PEFCR²⁹⁶, appliquées à des chaînes d'approvisionnement locales, intracontinentales ou internationales. Nous avons ensuite converti ces distances à partir des facteurs d'émissions de la Base Empreinte²⁹⁷.

Ainsi, par exemple, pour des chaînes d'approvisionnements intracontinentales, les distances moyennes parcourues entre le lieu de production et le centre de distribution sont de 3500 km en camion. Ces distances, relativement importantes (bien qu'elles prennent en compte les trajets retours des camions), expliquent pourquoi cette catégorie d'émissions est la plus importante parmi les émissions liées aux transports.

Nous faisons l'hypothèse que les provenances des médicaments consommés en France représentent les localisations du conditionnement, mais aussi de la formulation, ce qui n'est en réalité par toujours le cas. Ainsi, notre modélisation fait l'hypothèse d'une distance nulle entre lieu de formulation et lieu de conditionnement. Nous souhaitons approfondir cette étape dans notre modélisation des chaînes logistiques :

²⁹³ Ministère de la santé et de l'accès aux soins. Le circuit de distribution du médicament en France, 2024. <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/medicaments/le-circuit-du-medicament/article/le-circuit-de-distribution-du-medicament-en-france>

²⁹⁴ Douanes françaises, Données publiques, 2024. <https://www.douane.gouv.fr/la-douane/opendata>

²⁹⁵ Piffoux et al, Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment, 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624030257>

²⁹⁶ The European Commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, 2018. https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf

²⁹⁷ ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>



n'hésitez pas à nous contacter pour toute information concernant ces thématiques à indus-sante@theshiftproject.org.

Encadré 6 : données présentes sur les notices des médicaments

Nous avons récupéré les données présentes sur les notices des médicaments, disponibles en ligne²⁹⁸, représentée sur la Figure 36. Ainsi, 28,9% des références des médicaments consommés en France ont un fabricant français, le reste sont des fabricants localisés en grande partie en Europe de l'Ouest (Allemagne, Italie, etc.).

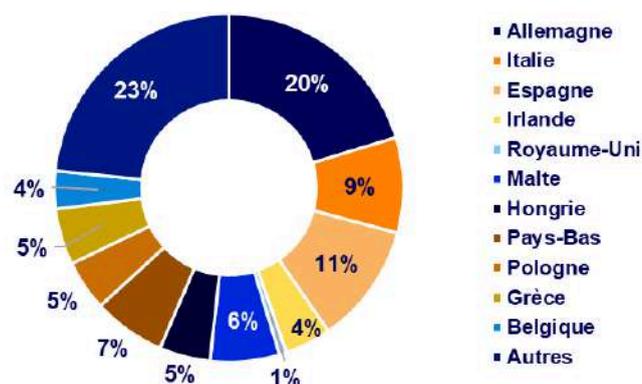


Figure 36 : Répartition des sites de fabrication des médicaments (hors France, sans pondération selon les volumes consommés).

Source : The Shift Project, d'après données présentes sur les notices des médicaments

Ces notices présentent une ou plusieurs adresses de "fabricants". Toutefois, de la même manière que pour les sites présents sur les *CEP Holders*, les adresses des fabricants correspondent parfois aux sièges sociaux de ces fabricants : on retrouve ainsi des sièges en région parisienne, ou bien à Malte par exemple, qui ne correspondent pas à des sites de production. Nous n'avons donc pas à ce jour utilisé ces données. Toutefois, la localisation renseignée du fabricant peut donner dans beaucoup de cas un indice sur la localisation des sites de production (à minima le pays), aussi, n'hésitez pas à nous contacter pour toute information à ce sujet à indus-sante@theshiftproject.org.

b/ Résultats

Au final, le transport des lieux de conditionnement jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs est responsable des émissions de **229 ktCO₂e**.

e) Transport des centres de distribution des grossistes-répartiteurs vers les pharmacies d'officines

a/ Méthode

Afin d'estimer l'empreinte carbone des transports des grossistes-répartiteurs, nous avons utilisé une estimation des distances parcourues par les grossistes, fournie par la Chambre Syndicale de la Répartition Pharmaceutique (CSRP)²⁹⁹. Ainsi, **200 millions de km** sont parcourues annuellement par les véhicules des acteurs de la répartition pharmaceutique (et notamment des véhicules utilitaires de type fourgons). A ces distances, nous ajoutons également 3,2 millions de km parcourus par des semi-remorques des grossistes répartiteurs, d'après des données transmises par un expert du secteur.

²⁹⁸ ANSM, Base de données publique des médicaments. <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/index.php>

²⁹⁹ CSRP, Rôles et missions, <https://www.csrp.fr/role-et-missions>



b/ Résultats

Au final, l'approvisionnement en médicaments des pharmacies françaises deux fois par jour³⁰⁰ est responsable des émissions de **125 ktCO₂e**, dont 91% des émissions proviennent des déplacements des véhicules utilitaires, et 9% des semi-remorques.

f) Transport des lieux de conditionnement vers les établissements hospitaliers

a/ Méthode

D'après les données de consommation de médicaments en France, environ 30% du volume des médicaments sont consommés à l'hôpital. Nous regardons ici l'acheminement des lieux de conditionnement des médicaments jusqu'aux établissements hospitaliers. Afin d'estimer ces émissions, nous avons suivi les recommandations du PEFCR³⁰¹, appliquées aux distances entre le site de production et le client final. De la même manière que dans la partie **d/ Transport des sites de production jusqu'aux centres de distribution des grossistes répartiteurs**, nous avons distingué les chaînes d'approvisionnement locales, intracontinentales ou internationales. Nous avons ensuite convertis ces distances à partir des facteurs d'émissions de la Base Empreinte³⁰².

b/ Résultats

Finalement, l'approvisionnement en médicaments des établissements hospitaliers est responsable des émissions de **99 ktCO₂e**.

g) Etude de sensibilité : cas d'une chaîne d'approvisionnement non optimisée

Dans nos calculs précédents concernant le transport des API et des produits finis, nous avons réalisé les calculs dans un cas où les distances parcourues sont parfaitement optimisées : par exemple, dans le cas où un API est produit en Inde et le lieu de la formulation se trouve en Allemagne, nous avons fait l'hypothèse que l'API emprunte les distances par fret maritime, aérien ou routier les plus courtes possibles, sans transiter vers d'autres destinations pour différentes raisons (supply chain non optimisées, reconditionnement, fiscalité, etc.). De la même manière, nous avons fait l'hypothèse que le lieu de formulation était identique au lieu de conditionnement, et que les produits finis ne transitent pas par d'autres destinations.

Ainsi, nous présentons donc également nos résultats, dans le cas où :

- Les distances parcourues par les API sont majorées de 30% ;
- Les distances parcourues par les produits finis sont majorées de 50%.

Ces deux valeurs ont été choisies de manière arbitraire, en les considérant comme des estimations majorantes. La majoration plus élevée pour les produits finis s'explique par la

³⁰⁰ CSRP, La distribution des médicaments : les coulisses d'une logistique impressionnante.

<https://www.csrp.fr/actualites/2022/10/la-distribution-des-medicaments-les-coulisses-d-une-logistique-impressionnante>

³⁰¹ The European Commission, Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, 2018.

https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf

³⁰² ADEME, Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>



possibilité d'une sous-estimation des distances parcourues si les sites de formulation et de conditionnement ne sont pas situés au même endroit.

Ainsi, les **émissions induites par le transport des médicaments varient entre 670 et 860 ktCO₂e.**

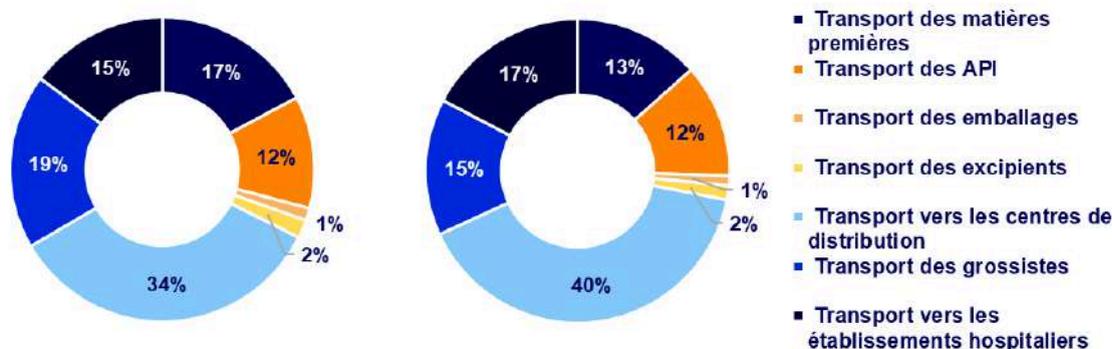


Figure 37 : Répartition de l'empreinte carbone du transport des matières premières et des produits finis, avant (à gauche) et après (à droite) majoration des distances.

Source : The Shift Project

Faute de précisions, nous préférons aujourd'hui donner nos résultats sous la forme d'un intervalle. Toutefois, nous souhaitons approfondir notre modélisation des chaînes logistiques et formuler des hypothèses reflétant le plus précisément possible les chaînes logistiques réelles : n'hésitez pas à nous contacter pour toute information à indus-sante@theshiftproject.org.

F) Usage

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant les émissions de gaz à effet de serre liés à l'usage des médicaments. Cela ne concerne pour le moment que les gaz médicaux ainsi que les inhalateurs.

Il s'agit de médicaments pour lesquels la phase d'usage implique d'importantes émissions de gaz à effet de serre. En effet, les principaux gaz médicaux utilisés (desflurane, sévoflurane et protoxyde d'azote) sont d'importants gaz à effet de serre.

Le desflurane a par exemple un pouvoir réchauffant global d'environ 3 700³⁰³. Cela signifie que, par unité de masse, son impact sur la climat est 3700 fois plus important que le CO₂.

Ainsi, en consommant de tels gaz puis en les relâchant dans l'atmosphère, on contribue à la hausse des concentrations des gaz à effet de serre.

Les enjeux de décarbonation de tels médicaments étant très spécifiques, nous avons décidé de leur dédier une partie de notre rapport dans cette phase "usage".

1) Estimation du volume des gaz médicaux

Nous expliquons ici comment, à partir de nos estimations sur les consommations (en bouteilles, en flacons ou en vrac) de desflurane, de sévoflurane, d'isoflurane et de protoxyde d'azote, nous avons estimé les émissions de gaz à effet de serre associées.

³⁰³ Ryan et al, Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use, 2016



a) Périmètre

Pour le moment, nous ne tenons compte que des consommations de :

- Desflurane,
- Isoflurane,
- Sevoflurane,
- Protoxyde d'azote

La partie sur les inhalateurs sera ajoutée pour le rapport final de juin 2025.

b) Chiffres clés

Nous estimons à 32 000 litres la consommation française de sévoflurane, à 12 000 litres celle de desflurane et à 780 litres celle d'isoflurane.

Pour le protoxyde d'azote, nous estimons à 130 000 m³ la consommation sous forme de vrac et à 140 000 m³ sous forme de bouteilles.

c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

Pour estimer les quantités de gaz médicaux consommés en France, nous nous basons sur les données de l'enquête médicament de l'ATIH que nous complétons avec les données de consommations partagées par l'AP-HP. Nous n'avons pas été en mesure d'estimer les pertes associées à la production et au transport de ces gaz. Aussi, si vous disposez de telles informations, n'hésitez pas à nous contacter à indus-sante@theshiftproject.org.

b/ Méthode

Les données issues de l'enquête médicament de l'ATIH nous permettent d'estimer les consommations de :

- flacons de 250 ml de sevoflurane,
- flacons de 250 ml et 100 ml d'isoflurane,
- flacons de 240 ml de desflurane,
- bouteilles de différents volumes de protoxyde d'azote,
- bouteilles de différents volumes de meopa (mélange équimoléculaire d'oxygène et de protoxyde d'azote).

Nous nous basons ensuite sur les informations issues de la base de données publique des médicaments pour convertir les volumes des bouteilles exprimés en litre en mètres cubes de gaz. Par exemple « Une bouteille de 2 litres remplie à 170 bar contient l'équivalent de 0,59 m³ »³⁰⁴.

Les consommations de vrac de protoxyde d'azote ont été estimées à partir de données transmises par des établissements hospitaliers. Pour en déduire la consommation française de N₂O en vrac, nous avons ensuite extrapolé ces données au reste de la France sur la base du nombre de lits.

³⁰⁴ <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=65950491&typedoc=R>



c/ Estimation des volumes

Nous estimons à 32 000 litres la consommation française de sévoflurane, à 12 000 litres celle de desflurane et à 780 litres celle d'isoflurane.

Pour le protoxyde d'azote (seul ou en association avec l'oxygène), nous estimons à 130 000 m³ la consommation sous forme de vrac et à 140 000 m³ sous forme de bouteilles.

2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Dans cette partie, nous ne tenons compte que des émissions liées à l'usage des gaz médicaux. Elles sont dues au rejet de ces gaz dans l'atmosphère après consommation. Cela exclut donc les émissions liées à la production, à la logistique, au stockage, etc.

b) Chiffres clés

L'usage des gaz médicaux induit des émissions s'élevant à **170 ktCO₂e**. 60% est lié à la consommation de protoxyde d'azote et 34% au desflurane.

c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

Nous basons nos estimations sur l'usage des gaz médicaux sur la publication de *Sherman et al.*³⁰⁵ qui précise les émissions de gaz à effet de serre associées à une quantité de gaz médicaux consommée.

Les données retenues sont précisées dans le tableau 11.

Catégorie	facteur d'émissions	Catégorie	facteur d'émissions
Desflurane	4,9 kgCO ₂ e/ml	Sevoflurane	0,2 kgCO ₂ e/ml
Isoflurane	1,6 kgCO ₂ e/ml	Protoxyde d'azote	310 kgCO ₂ e/kg

Tableau 11 : Intensités carbone liée à l'usage des gaz médicaux

Source : Calculs The Shift Project 2025

b/ Méthode

La méthode est simple : nous multiplions les quantités consommées par les intensités carbone précisées dans le tableau précédent.

c/ Estimation des émissions

Les gaz médicaux émettent **170 ktCO₂e** au niveau de leur usage. 61% est lié à la consommation de protoxyde d'azote et 34% au desflurane.

³⁰⁵ Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, 2012



Ce résultat met en évidence la contribution de l'intensité carbone aux émissions globales d'un médicament. Le desflurane, qui pourtant est 2,5 moins consommé (en ml) que le sévoflurane, émet presque 7 fois plus.

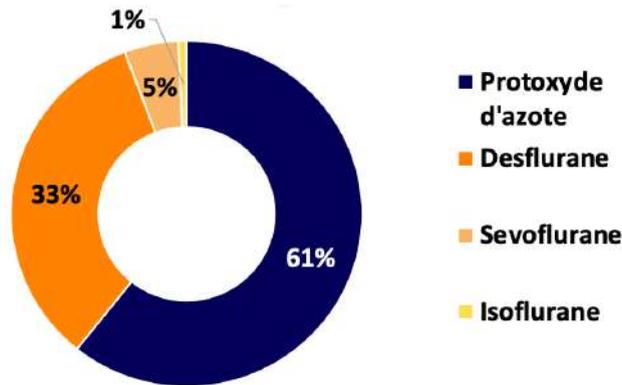


Figure 38 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre liées à l'usage des gaz médicaux en France
Source : Calculs The Shift Project 2025

Encadré 7 : L'empreinte carbone liée à l'usage des inhalateurs

En collaboration avec des Shifters et des pneumologues universitaires, nous sommes en train d'étudier les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des spray broncho-dilatateurs. Les médicaments broncho-inhalés sont disponibles avec plusieurs galéniques : poudre sèche ou aérosolisation de particules grâce à des gaz propulseurs (appelé "spray"). Les gaz propulseurs le plus souvent HCF-134a and HFC-227ea sont des gaz fluorés ayant un fort pouvoir réchauffant 1300 et 3350 fois celui du CO₂³⁰⁶. Notre première estimation basée uniquement sur la consommation en ambulatoire à partir de la base "Open Medic" et sans prendre en compte les pertes avant commercialisation est supérieure à 300 000 teq CO₂/an. Ces chiffres seront consolidés dans le rapport final et devrait être soumis à publication dans une revue scientifique d'ici là.

G) Fin de vie

Cette partie du rapport vise à présenter nos résultats concernant la fin de vie des emballages et des médicaments non utilisés.

1) Estimation du volume des déchets

a) Périmètre

Nous tenons compte de la fin de vie des médicaments après leur vente, et de leur emballage (dont la fin de vie des pertes lors de la production de ces emballages).

La fin de vie des intrants utilisés dans la production des excipients et des principes actifs est prise en compte dans leurs parties dédiées.

³⁰⁶ https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf



Nous ne prenons pas ici en compte la fin de vie des médicaments consommés, même si ceux-ci se retrouvent indirectement dans les eaux usées, et dont le traitement induit des émissions de GES.

b) Chiffres clés

Nous estimons à 115 000 tonnes la masse d’emballages à intégrer dans ce périmètre. Nous estimons également à 8 500 tonnes la masse totale des médicaments non utilisés.

c) Résultats détaillés

a/ Sources de données

Les sources de données utilisées pour estimer les quantités d’emballages ont été détaillées dans la partie [production des emballages](#).

Pour les médicaments non utilisés (MNU), nous nous basons sur le rapport d’activités de 2023 de l’organisme Cyclamed^{307 308}.

b/ Méthode

La méthode utilisée pour estimer les quantités d’emballages a été détaillée dans la partie [production des emballages](#). Pour les MNU, nous nous basons sur le rapport d’activités de 2023 de l’organisme Cyclamed.

c/ Estimation des volumes

Nous estimons à 115 000 tonnes la masse d’emballage produite. 100 000 tonnes correspondent à des médicaments vendus en France et 15 000 tonnes à des pertes au niveau de la production. Cette distinction entre les deux est importante car, d’un point de vue carbone, la fin de vie d’un déchet varie en fonction du pays concerné.

Pour les MNU, nous utilisons le chiffre de 8 500 tonnes de l’organisme Cyclamed. Ces quantités sont sans doute sous-estimées car elles ne prennent en compte que les médicaments rapportés par les particuliers en pharmacie. Cela ne tient donc pas compte des médicaments non utilisés à l’hôpital et des médicaments non utilisés directement jetés dans la poubelle des particuliers.

Si vous disposez de données à ce sujet, contactez-nous à l’adresse indus-santé@theshiftproject.org.

2) Estimation des émissions de gaz à effet de serre

a) Périmètre

Nous tenons compte des émissions liées au transport des déchets et à leur prise en charge, que ce soit en étant recyclé, incinéré ou enfoui.

Pour ce rapport intermédiaire, nous ne tenons pas compte des émissions évitées liées au

³⁰⁷ Cyclamed, rapport d’activité 2023,

<https://www.cyclamed.org/wp-content/uploads/2024/06/Rapport-dactivite-Cyclamed-2023.pdf>

³⁰⁸ Cyclamed est une association française créée en 1993 dont la principale mission est de collecter les médicaments non utilisés rapportés par les particuliers en pharmacie, en tant qu’éco-organisme, dans le cadre de la responsabilité élargie du producteur.



recyclage des matériaux ou à la récupération d'énergie au niveau de l'incinération. Leur prise en compte en compte pour le rapport final reste à décider. Si vous avez un avis sur la question, contactez-nous à l'adresse indus-santé@theshiftproject.org.

b) Chiffres clés

La fin de vie des emballages et des MNU émet 168 ktCO₂e. 98% est lié à la fin de vie des emballages.

c) Résultats détaillées

a/ Sources de données

Nous nous basons sur les communications de CITEO³⁰⁹, du LEEM³¹⁰ et de l'ADELPHE³¹¹ pour comprendre comment sont pris en charge les déchets en France (s'ils sont recyclés, incinérés ou mis en décharge).

Nous nous basons ensuite sur les données de la base empreinte de l'ADEME pour connaître les émissions de gaz à effet de serre associées aux différentes prises en charge, en fonction des matériaux (verre, aluminium, papier, etc)

b/ Méthode

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre liées au traitement des déchets, nous commençons par répartir certains emballages et certains matériaux par mode de prise en charge.

Les communications de l'Adelphe et du LEEM décrites plus haut nous amènent à faire l'hypothèse que les blisters et les sachets ne sont pas recyclés. Cela est cohérent avec le fait qu'il s'agit d'emballages faits en plusieurs matériaux (papier, aluminium, pvc, etc) ce qui rend difficile leur recyclabilité.

Pour les autres matériaux, nous nous basons sur les données de CITEO pour connaître le pourcentage recyclé. Ces informations sont récapitulées dans le tableau 12.

Catégorie	Taux de recyclage	Catégorie	Taux de recyclage
Sachet	0%	Blisters	0%
Verre	86%	Plastique	27%
Carton	69%	Papier	69%
Aluminium	37%		

Tableau 12 : Taux de recyclage retenus dans notre étude

Enfin, à ce stade, nous faisons l'hypothèse que les déchets qui ne sont pas recyclés sont incinérés.

³⁰⁹ CITEO, Les chiffres du recyclage en France, <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france>

³¹⁰ LEEM, SYNTHÈSE DE LA FEUILLE DE ROUTE 3R DES EMBALLAGES PLASTIQUES À USAGE UNIQUE

³¹¹ ADELPHE, <https://www.adelphe.fr/emballage-medicaments-blisters>



Il faudra pour le rapport final, ajuster cette hypothèse pour tenir compte de la mise en décharge de certains déchets.

Nous récoltons ensuite les facteurs d'émissions liés à la fin de vie sur le site de l'ADEME. Ces données sont récapitulées dans le tableau 13.

Catégorie	facteurs d'émissions (kgCO ₂ e/kg)	Catégorie	facteurs d'émissions (kgCO ₂ e/kg)
Emballages/Aluminium/Recyclage - Impacts	0,873	Emballages/Verre/Recyclage - Impacts	0,639
Emballages/Carton/Recyclage - Impacts	0,992	Emballages/Plastique rigide PE bouteilles/Recyclage - Impacts	0,434
Emballages/Verre/Incinération - Impacts	0,13	Emballages/Carton/Incinération - Impacts	0,12
Emballages/Plastique pétrosourcé PE/Incinération - Impacts	2,77	Emballages/Aluminium/Incinération - Impacts	0,11
Mise en décharge de déchets en verre/inertes, FR	0,0137	Incinération de déchets - Ordures ménagères, FR	0,366

Tableau 13 : facteurs d'émissions liés à la fin de vie
Source : Base empreinte de l'ADEME

Enfin, en combinant les facteurs d'émissions avec les bon taux de recyclage et d'incinération, nous en déduisons les facteurs d'émissions liées à la fin de vie (transport et mode de prise en charge) des déchets en France.

Puis en multipliant les volumes (exemple : masse d'emballages seringues en verre) par les facteurs d'émissions (fin de vie du verre en france), nous en déduisons les émissions associées.

c/ Estimation des émissions

La fin de vie des emballages émet 165 ktCO₂e et la fin de vie des MNU émet 2,8 ktCO₂e.

H) R&D et Études Cliniques

Pour ce rapport intermédiaire, nous n'avons pas été en mesure d'estimer précisément les émissions associées à l'ensemble des activités connexes qui accompagnent la production des médicaments (R&D, ventes, administration, etc) et de les allouer à la consommation française.

Nous avons tout de même décidé de réaliser des études de cas spécifiques sur ces sources d'émissions. Notez qu'à ce jour, ces études de cas permettent d'estimer l'empreinte carbone de certaines activités mais, pas de les allouer à la consommation française de médicament.



Ici par exemple, nous estimons les émissions des études cliniques en général, sans exprimer quelle part devrait être imputée à notre périmètre.

Aussi, dans cette partie, nous analysons dans un premier temps les publications de la littérature scientifique concernant l’empreinte carbone des études cliniques. Dans un second temps, nous proposons notre propre estimation de l’empreinte carbone des études cliniques au niveau mondial et français.

1) Les méthodologies d’évaluation de l’empreinte carbone des études cliniques

a) Périmètre

Cette partie a pour objectif de définir les émissions GES selon la typologie des études cliniques et de comparer les méthodologies actuellement disponibles.

Les résultats portent essentiellement sur une revue de la littérature, avec une analyse critique.

b) Éléments et chiffres clés

Au niveau mondial, les émissions GES en lien avec la recherche clinique (publique et privée) pourraient contribuer à hauteur de **100 MtCO₂e par an** selon la Sustainable Healthcare Coalition³¹². Cependant, cette estimation semble approximative.

Les études de phase 3 industrielles semblent émettre jusqu’à 20 fois plus que des études académiques de petites échelles/nationales, avec des valeurs respectives de 1850 tCO₂e et 80 tCO₂e. Ces différences sont liées d’une part aux typologies de ces études mais également aux outils utilisés pour évaluer les émissions. Les résultats sont détaillés ci-dessous.

Deux outils spécifiques ont été développés par un consortium d’experts (dont Sustainable Healthcare Coalition) afin d’estimer en amont les émissions GES des études cliniques académiques et industrielles. Ils constituent des avancées notables pour aider à réduire l’empreinte carbone des études cliniques et seront détaillés dans ce rapport.

c) Résultats détaillés

a/ Données générales de la littérature

Récapitulons les données disponibles dans la littérature. Selon la Sustainable Healthcare Coalition³¹³, les systèmes de santé mondiaux dépensent 7200 milliards de dollars par an et sont responsables de 4,4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, soit environ **2,0 gigatonnes d’équivalent dioxyde de carbone (CO₂e)**. De plus, il est estimé que l’industrie pharmaceutique mondiale consacre 198 milliards de dollars à la recherche clinique et que le secteur privé (pour le Royaume-Uni au moins) finance 54 % de l’effort de recherche total³¹⁴. Le financement total de la recherche s’élèverait donc à environ 370 milliards de

³¹² https://shcoalition.org/low_carbon_clinical_trials/. 17 December 2024.

³¹³ https://shcoalition.org/low_carbon_clinical_trials/. 17 December 2024.

³¹⁴ *ibid*



dollars, soit 5,1 % du total des dépenses mondiales en matière de soins de santé. Selon cette source, si on fait l'hypothèse d'une proportionnalité entre dépenses et émissions, cela signifie que la recherche clinique pourrait être responsable d'environ 100 millions de tonnes CO₂e par an³¹⁵. La méthodologie de cette analyse semble approximative.

Sur le versant des études cliniques, la publication de Fiona Adshead et al. 2021³¹⁶ estime l'empreinte carbone liée aux études cliniques à **27,5 MtCO₂e**. Cette valeur a été obtenue en se basant sur le nombre d'études cliniques référencées en 2021 sur Clinicaltrial.gov (350 000 études) et en multipliant ce nombre par une émission moyenne de **78 tCO₂e**. Cette émission moyenne est basée sur l'étude Lyle et al. 2019³¹⁷.

Par ailleurs, la publication de Neil Mackillop et al. 2023³¹⁸ estime une émission carbone totale entre **3 et 5,2 MtCO₂e pour les études cliniques de phase 3**. Cette estimation est basée sur l'extrapolation des résultats de leurs trois études de phase 3 aux 2100 études de phase 3 enregistrées sur Clinicaltrial.gov au moment de leur publication.

b/ Analyse par typologie d'étude clinique

i. Données comparatives

Les objectifs de notre analyse sur les études cliniques sont de vérifier la cohérence des valeurs mentionnées ci-dessus et de définir si une méthodologie est applicable pour caractériser l'empreinte carbone d'une étude clinique via un dénominateur commun (nombre de patients, nombre de centres investigateurs, durée de l'étude,...).

A ce jour, peu de publications ont été effectuées sur l'empreinte carbone des études cliniques. Nous les avons répertoriées ci-dessous :

- [Sustainable Trials Study Group](#). Towards sustainable clinical trials. MJ. 2007 Mar 31;334(7595):671-3.
- Lyle et al. Carbon cost of pragmatic randomised controlled trials: retrospective analysis of sample of trials. BMJ. 2009 Oct 30;339:b4187
- Subaiya et al. Reducing the environmental impact of trials: a comparison of the carbon footprint of the CRASH-1 and CRASH-2 clinical trials. Trials. 2011 Feb 3;12:31.
- Mackillop et al. Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials. BMJ Open 2023;13:e072491
- LaRoche et al. Climate footprint of industry-sponsored clinical research: an analysis of a phase-1 randomised clinical study and discussion of opportunities to reduce its impact. BMJ Open. 2024 Jan 11;14(1):e077129.
- Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies BMJ Open 2024 Jan 24;14(1):e075755

³¹⁵ ibid

³¹⁶ Adshead and al. A strategy to reduce the carbon footprint of clinical trials. 2021

³¹⁷ Lyle and al. Carbon cost of pragmatic randomised controlled trials: retrospective analysis of sample of trials. BMJ. 2009 Oct 30;339:b4187.

³¹⁸ Mackillop N, Shah J, Collins M, et al. Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials. BMJ Open 2023;13:e072491



Ces publications n'ont pas évalué les mêmes types d'études et n'ont généralement pas utilisé les mêmes méthodologies pour estimer les émissions GES.

Selon ces études, les émissions totales d'une étude peuvent être comprises entre 17,6 tCO₂e pour l'étude "TMC114FD1HTX1002"³¹⁹ et 2498 tCO₂e pour l'étude "DAPA-HF Heart Failure Trial"³²⁰.

Notre première méthodologie a été d'essayer de trouver un facteur commun permettant de comparer les émissions GES de ces études en divisant le total des émissions de chaque étude par le nombre de patients, le nombre de centres investigateurs, la durée de l'étude ou encore le nombre de pays. Les résultats sont très hétérogènes et disponibles dans le tableau dans [le rapport annexe](#).

Par conséquent, nous avons procédé à une seconde méthodologie qui semble davantage concluante. Les études ont été classifiées selon 3 catégories : études académiques nationales ou à petites échelles, études académiques à grandes échelles (> 5000 patients), études industrielles internationales de phase 3. Bien que cette classification ne tient pas compte de toutes les spécificités d'une étude clinique (randomisée, ouverte, prospective, rétrospective, monocentrique, multicentriques, ...) et que le nombre de données disponibles soit restreint, il est intéressant de constater dans le tableau 14 que les ordres de grandeurs sont relativement proches par type d'étude :

Type d'étude	Nom de l'étude ou publication	Emissions GES moyennes ou médianes par étude (tCO ₂ e)
Académique nationale ou à petite échelle	Jessica Griffiths et al. 2024 (médiane de 10 études) ³²¹	67,5
	CASPS ³²²	72
	PRIMETIME ³²³	89
	Lyle et al 2009 ³²⁴ (12 études)	78,4
	Moyenne	80

³¹⁹ LaRoche et al. Climate footprint of industry-sponsored clinical research: an analysis of a phase-1 randomised clinical study and discussion of opportunities to reduce its impact. *BMJ Open*. 2024 Jan 11;14(1):e077129.

³²⁰ Mackillop N, Shah J, Collins M, et al. Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials. *BMJ Open* 2023;13:e072491

³²¹ https://www.researchgate.net/publication/380469466_Quantifying_the_carbon_footprint_of_academic_clinical_trials_building_the_evidence_base_and_hotspot_identification

³²² Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies *BMJ Open* 2024 Jan 24;14(1):e075755

³²³ Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies *BMJ Open* 2024 Jan 24;14(1):e075755

³²⁴ Lyle and al. Carbon cost of pragmatic randomised controlled trials: retrospective analysis of sample of trials. *BMJ*. 2009 Oct 30;339:b4187.



Académique internationale à grande échelle	INTERACT-3 ³²⁵	765
	CRASH-1 ³²⁶	924,6
	CRASH-2 ³²⁷	508,5
	Moyenne	730
Industrielles de phase III	Mackillop et al 2023 ³²⁸ (3 études)	2498
		1638
		1437
	Moyenne	1860

Tableau 14 : Émissions moyennes GES par type d'étude.

Sources : Griffiths et al.2024, Lyle et al. 2009, Mackillop et al. 2023

Les études académiques nationales ou à petites échelles comprennent des émissions GES comprises entre 67,5 et 89 tCO₂e, avec une moyenne proche de 80 tCO₂e.

Concernant les études académiques à grandes échelles, elles présentent une empreinte carbone environ 10 fois supérieure aux études académiques nationales, avec des valeurs comprises entre 500 et 925 tCO₂e.

Enfin, les études industrielles internationales de phase 3 présentent une émission carbone moyenne d'environ 1850 tonnes, soit respectivement 20 fois et 2,5 fois plus émettrice que les deux autres catégories. L'échantillon sur lequel reposent ces données est restreint et nous permet uniquement de proposer des ordres de grandeur.

Ces différences s'expliquent par la typologie des études (prospective, multicentriques,...), mais également par les méthodologies d'évaluation des GES. Elles sont détaillées ci-dessous.

ii. Evaluation méthodologique de l'empreinte carbone des études cliniques académiques³²⁹

A la suite d'un financement par le National Institute for Health and Care Research, une méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des études a été développée afin d'accompagner la conception de futurs essais cliniques à plus faible émission de carbone. L'objectif est que la méthodologie soit appliquée de manière prospective pendant la phase de conception d'un essai pour identifier les principaux postes d'émissions. Elle est davantage destinée aux essais cliniques financés par des fonds publics et/ou initiés par un chercheur.

³²⁵https://www.researchgate.net/publication/380469466_Quantifying_the_carbon_footprint_of_academic_clinical_trials_building_the_evidence_base_and_hotspot_identification

³²⁶ Saleena Subaiya and al. Reducing the environmental impact of trials: a comparison of the carbon footprint of the CRASH-1 and CRASH-2 clinical trials. *Trials*. 2011 Feb 3:12:31.

³²⁷ Saleena Subaiya and al. Reducing the environmental impact of trials: a comparison of the carbon footprint of the CRASH-1 and CRASH-2 clinical trials. *Trials*. 2011 Feb 3:12:31

³²⁸ Mackillop N, Shah J, Collins M, et al. Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials. *BMJ Open* 2023;13:e072491

³²⁹ Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies *BMJ Open* 2024 Jan 24;14(1):e075755



Cette méthodologie a été mise en place par le Sustainable Healthcare Coalition en collaboration avec le Low Carbon Clinical Trials, selon plusieurs étapes :

- une cartographie des processus a été élaborée et validée pour capturer toutes les activités d'un essai clinique (disponible en Figure 1 de la publication Griffiths et al. 2024³³⁰)
- dix modules ont été validés afin de pouvoir évaluer spécifiquement les différents postes d'émission carbone des études
- dix études pilotes ont été définies afin d'évaluer et de poursuivre l'optimisation de l'outil.

Module	Émissions carbone évaluées
Configuration de l'essai	Production et fourniture de documentation aux sites ou aux patients
Unité d'essais cliniques	Consommation d'énergie du personnel de l'essai travaillant au bureau, en télétravail ou se déplaçant pendant la durée de l'essai
Réunions et déplacements spécifiques à l'essai	Téléconférences, déplacements du personnel, repas et séjours hôteliers pour des réunions, visites de sites, audits et conférences
Traitement	Expédition du traitement du fabricant au distributeur et/ou aux sites/participants, emballage du traitement et destruction des excédents
Collecte et échange de données	Collecte et stockage des données, par exemple : e-mails, bases de données des essais, liaison de données, questionnaires, CRFs
Fournitures et équipements d'essai	Équipements utilisés par l'unité d'essais cliniques (CTU), fournis aux sites ou aux participants spécifiquement pour l'essai, par exemple : équipements informatiques et dispositifs portables, équipements de laboratoire
Évaluations des patients spécifiques à l'essai	Déplacements des patients et temps du personnel hospitalier requis pour les évaluations spécifiques à l'essai, par exemple : examens, analyses de sang, journées d'hospitalisation
Échantillons	Fabrication et expédition des kits d'échantillons de l'unité d'essais cliniques (CTU) aux sites
Laboratoire	Analyse/traitement des échantillons, stockage dans un laboratoire central et/ou des laboratoires sur site
Clôture de l'essai	Archivage de la documentation et des échantillons ambiants, retour des fournitures

Tableau 15 : Paramètres d'évaluation des émissions carbone d'une étude clinique

Sources : Griffiths et al. *BMJ Open* 2024 Jan 24;14(1):e075755

³³⁰ Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies *BMJ Open* 2024 Jan 24;14(1):e075755



Les principaux résultats sont présentés sur la Figure 39. Les pourcentages ne correspondent pas au poids de chaque paramètre dans l’empreinte carbone, mais à leur fréquence d’apparition dans le top 3 des paramètres les plus émetteurs.

En d’autres termes, un classement des paramètres les plus émetteurs a été effectué pour chacune des 10 études pilotes.

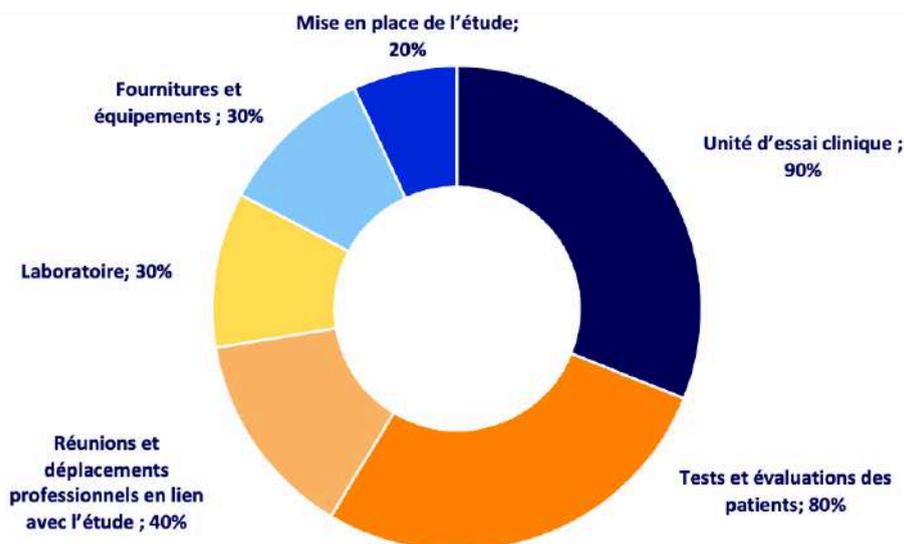


Figure 39 : Fréquence d’apparition des activités dans le top 3 des principales sources d’émissions d’une étude clinique

Source : Griffiths et al 2024. *BMJ Open*. 2024 Oct 16;14(10):e088600.

Lecture : dans 80% des cas, les tests et évaluations des patients apparaissent dans les top 3 des principaux postes émetteurs

L’unité en charge de l’essai clinique, les tests/évaluations des patients et les réunions/déplacements professionnels sont respectivement dans les 3 paramètres les plus émetteurs pour **90%, 80% et 40% des études**.

Une source d’émission significative semble cependant manquer dans cette analyse : celle de la production des produits de santé (le cas échéant) liés aux études cliniques. Or, nous le verrons dans la prochaine partie, cette activité peut contribuer fortement aux émissions d’une étude.

iii. Evaluation méthodologique de l’empreinte carbone des études cliniques avec un promoteur industriel³³¹

A partir de 11 études cliniques menées par des promoteurs industriels, une évaluation méthodologique a pu déterminer les principaux paramètres contribuant aux émissions carbone totales d’une étude clinique.

Les principaux résultats sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

³³¹ <https://www.fcrin.org/espace-media/actualites/retrouvez-le-replay-developpement-durable-et-essais-cliniques-le-30-mai>.



Paramètres	Contribution à l'émission totale (%)	Sous-paramètres	Contribution à l'émission totale (%)
Produit Pharmaceutique	41%	Transport du produit pharmaceutique	22%
		Production API	15%
		Production non API	4%
Activités du sponsor	30%	Monitoring sur site	10%
		Infrastructures du sponsor	7%
		Déplacement du sponsor	5%
		Activités CRO	3%
		"Home Utility"	2%
		Appareils et logiciels	2%
		Outils	1%
Déplacements patients	9%	Déplacements des patients	9%
Échantillons de laboratoire	8%	Transports et centralisation des échantillons congelés	4%
		Stockage des échantillons	2%
		Analyse des échantillons	1%
		Kits de tests en laboratoire	1%
Opération sur site	5%	Infrastructures du site	4%
		Déplacements quotidiens sur le site	1%
Réunions en lien avec l'étude	3%	Réunions investigateurs	2%
		Réunions Comité d'éthique	1%

Tableau 16 : Evaluation des paramètres les plus émetteurs
Sources : webinar F-CRIN, 30 Mai 2024

La production du médicament par les industriels et les activités du sponsor correspondent respectivement à 41% (dont 22% pour le transport du produit pharmaceutique) et 30% des émissions totales. Nous pouvons donc constater une différence notable avec les études académiques qui ne prennent en compte la contribution des produits pharmaceutiques (visiblement par manque d'information). De plus, les opérations sur site comptent ici pour seulement 5%, alors que l'activité de l'équipe investigatrice est le poste d'émission significatif le plus fréquent pour les études académiques³³².

³³² Griffiths et al. Quantifying the carbon footprint of clinical trials: guidance development and case studies BMJ Open 2024 Jan 24;14(1):e075755



Ces résultats semblent montrer des divergences importantes de méthodologie entre les deux outils et pourraient expliquer au moins partiellement les différences observées en termes d'émissions carbone.

A la suite de ces résultats, une méthodologie de référence et un calculateur ont été développés et sont disponibles sur <https://clinicaltrialcarbon.org/>. Cet outil est une avancée notable dans l'évaluation des études industrielles et pourrait contribuer à mieux modéliser les paramètres émetteurs de GES et ainsi réduire l'empreinte carbone des études.

2) Émissions de gaz à effets de serre

a) Périmètre

Cette partie a pour objectif d'évaluer les émissions GES totales en lien avec les études cliniques présentes sur Clinicaltrial.gov. L'évaluation a d'abord été effectuée au niveau international, puis estimée au niveau France. Elle ne couvre donc pas l'ensemble des émissions R&D des industries de santé.

b) Éléments et chiffres clés

D'après nos premiers calculs, les émissions en lien avec les études cliniques seraient comprises entre **18 et 45 MtCO₂e** au niveau mondial. Concernant la France, les estimations seraient comprises entre **0,5 et 4,9 MtCO₂e** (selon deux méthodologies explicitées dans cette partie) et les études industrielles pourraient représenter entre **52 et 79%** de ces émissions. Parmi ces études industrielles, les études de phase 3 pourraient contribuer à **84% des émissions**.

Comme détaillé dans la section ci-dessous, ces estimations ont été effectuées selon deux méthodologies distinctes. Par ailleurs, **il est important de souligner que ce total ne correspond pas à des émissions annuelles mais à l'ensemble des études actives à un instant donné**. Notre objectif est d'estimer les émissions annuelles des industries du médicament pour répondre à la consommation française. Or, une étude clinique peut durer plusieurs années. De ce fait, le rapport final aura pour objectif de calculer ces émissions par année.

De plus, ces résultats englobent tous types d'études cliniques (médicaments, dispositifs médicaux, autres). Par conséquent, même s'il est très probable que les médicaments représentent la majorité de ces émissions, notre objectif dans le cadre du rapport final sera de séparer les médicaments et les dispositifs médicaux.

c) Résultats détaillés

a/ International



Bien que non exhaustif, nous avons recueilli le nombre d'études actives et en cours de recrutement sur ClinicalTrial.gov³³³. Celles-ci ont ensuite été classifiées selon la typologie disponible (n=international, m=France) :

- institut national de la santé (n=8000, m=17)
- agences fédérales US (n=1500, m=0)
- industriels (n=19800, m=3000)
- Universités, organisations,... (n=72000, m=5700)

Le périmètre "France" a été défini en analysant uniquement les études incluant un ou plusieurs centres français.

Concernant les études industrielles, nous avons pu les catégoriser et appliquer une valeur moyenne d'émission selon la phase clinique :

- phase I : 18 tCO₂e par étude³³⁴
- phase II : 410 tCO₂e par étude³³⁵.
- phase III : 1850 tCO₂e par étude³³⁶
- phase IV et autres études : aucune donnée disponible à ce jour. Nous avons étendu les résultats obtenus pour les phases I, II et III à l'ensemble des études industrielles. En d'autres termes, nous avons étendu les résultats des 15100 études de phases I,II,III aux 4700 études industrielles restantes (soit 19800 études au total).

Concernant la phase 2, nous précisons que cette estimation a été effectuée selon une hypothèse de proportionnalité entre dépenses et émissions. En effet, la publication de DiMasi et al. 2016 évalue les coûts moyens par phase clinique. Les coûts moyens sont respectivement de 25,3 millions, 58,6 millions et 255,4 millions pour les phases I, II et III. Le ratio financier entre les études de phase I et de phase III est donc de 1 pour 10. Il est intéressant de constater que ce ratio est similaire si nous comparons les émissions carbone par phase clinique (18 tCO₂e versus 1850 tCO₂e). Dans ce cadre, nous avons estimé les émissions GES des études de phase II en appliquant un taux de 23% par rapport aux émissions GES de phase III (correspondant à 58,6 millions divisé par 255,4 millions). A noter que ce pourcentage est similaire si nous prenons en compte les coûts médians au lieu des coûts moyens présentés dans cette même publication (22,4%)³³⁷. Nous avons conscience que cette méthodologie présente des limites et sera ajustée autant que possible dans le cadre du rapport final.

La Figure ci-dessous représente la répartition des émissions GES entre les différentes phases des études cliniques. La Figure de gauche représente l'échelle internationale et la Figure de droite concerne la France. Il est intéressant de constater que les études de phase 3 représentent logiquement la majorité des émissions dans les deux cas, **avec des valeurs**

³³³ <https://clinicaltrials.gov/search?aggFilters=status:act%20rec>

³³⁴ LaRoche et al. Climate footprint of industry-sponsored clinical research: an analysis of a phase-1 randomised clinical study and discussion of opportunities to reduce its impact. *BMJ Open*. 2024 Jan 11;14(1):e077129.

³³⁵ Joseph A. DiMasi et al. Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. *Journal of Health Economics* 47 (2016) 20–33

³³⁶ Mackillop N, Shah J, Collins M, et al. Carbon footprint of industry-sponsored late-stage clinical trials. *BMJ Open* 2023;13:e072491

³³⁷ Joseph A. DiMasi et al. Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. *Journal of Health Economics* 47 (2016) 20–33



respectives de 69% et 84%. A l'inverse, il existe une différence concernant le poids des études de phase 2. Elles contribuent à 30% des émissions au niveau international et à 15,6% au niveau de la France.

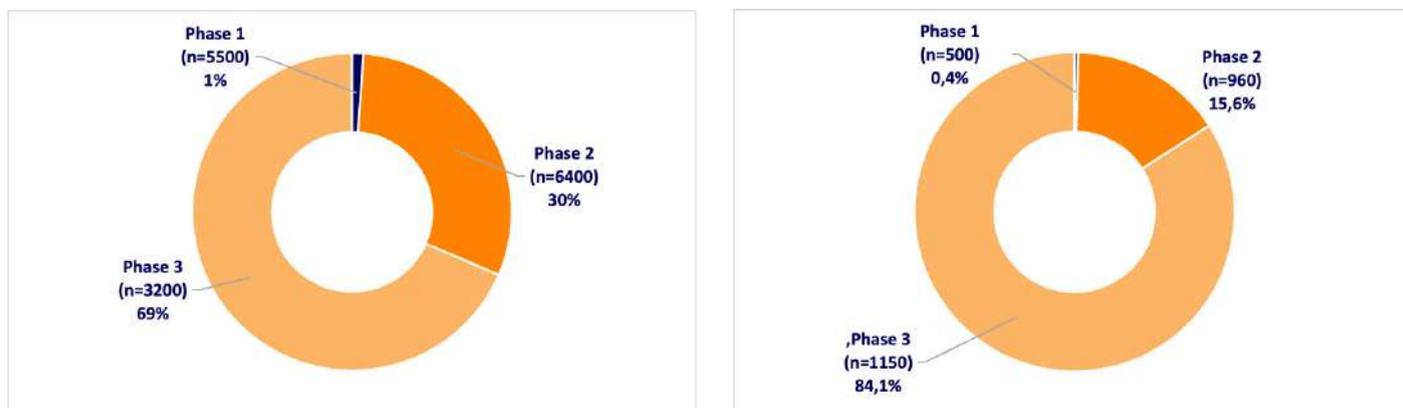


Figure 40 : Estimation de la répartition des émissions GES selon la phase clinique. La Figure de gauche représente le niveau international et la Figure de droite le niveau France.

Comment lire cette Figure : le "n" représente le nombre d'études par phase clinique et le pourcentage représente le poids dans les émissions GES.

Source : The Shift Project

Concernant les études non industrielles, étant complexe de définir si nous devons appliquer une valeur moyenne de 80 tCO₂e ou de 730 tCO₂e, nous avons analysé le profil des études via les filtres disponibles sur ClinicalTrial.gov. Ces études semblent regrouper davantage des petites études académiques que des études académiques à grandes échelles. Cependant, certaines études à grande échelle correspondent à des études de phase 3 avec un nombre très conséquent de patients. De ce fait, nous avons envisagé 3 scénarii suivant trois hypothèses :

- hypothèse 1 : 80 tCO₂e par étude (100% études à petites échelles)
- hypothèse 2 : 243 tCO₂e par étude (75% études à petites échelles et 25% études à grandes échelles)
- hypothèse 3 : 405 tCO₂e par étude (50% études à petites échelles, 50% études à grandes échelles)

Les émissions totales des études industrielles et académiques sont respectivement de 17,9 MtCO₂e, 31,2 MtCO₂e et 44,5 MtCO₂e selon les hypothèses. Les deux Figures ci-dessous représentent la répartition des émissions entre les différentes catégories d'études pour les hypothèses 1 et 3. Les détails du calcul sont disponibles dans les tableaux en annexes.

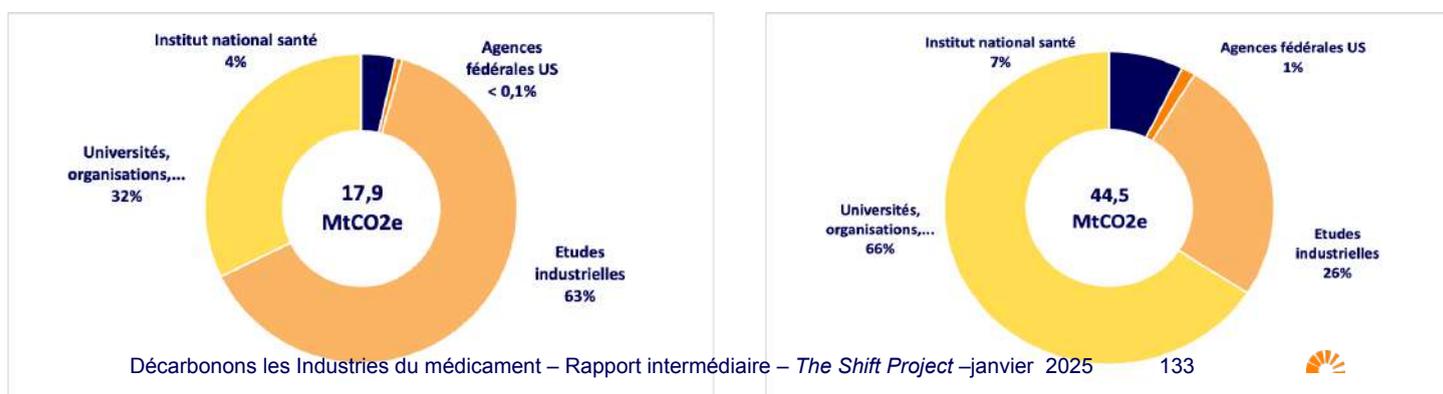


Figure 41 : Estimation des émissions GES des études cliniques au niveau mondial. Hypothèse 1 à gauche et hypothèse 3 à droite.
Source : The Shift Project

A l'échelle mondiale, il est intéressant de constater que les émissions GES varient du simple au double (18 vs 45 MtCO₂e) selon l'hypothèse choisie. De plus, la part des études industrielles dans les émissions totales évoluent fortement selon ces deux hypothèses, passant de 63% à 26%. Il est important de souligner que ce total ne correspond pas à des émissions annuelles mais à l'ensemble des études actives qui peuvent se dérouler sur plusieurs années. De ce fait, le rapport final aura pour objectif de calculer ces émissions par année et de mieux tenir compte de la typologie des études dans la base Clinicaltrial.gov.

Les valeurs estimées sont cohérentes avec les estimations de 27,5 MtCO₂e et 100 MtCO₂ mentionnées au début de ce chapitre. La valeur de 27,5 MtCO₂ est basée sur un calcul prenant en compte l'ensemble des études cliniques de clinicaltrial.gov, en appliquant une valeur moyenne de 79 tCO₂e. Cependant, cette donnée correspond à la publication de Lyle et al. 2009 et porte uniquement sur des études académiques nationales ou à petites échelles.

Concernant nos calculs, il peut être également critiquable d'avoir utilisé une hypothèse de proportionnalité entre dépenses et émissions pour estimer les émissions de phase II. Pour les études académiques, les valeurs de 80 tCO₂e et 733 tCO₂e pourraient être sous-évaluées, car elles ne prennent pas en compte les émissions liées à la production et au transport des spécialités pharmaceutiques.

Enfin, le total de 100 MtCO₂ est basé sur des émissions monétaires et englobe l'ensemble de la recherche privée et publique au niveau mondial. Le scope de ces émissions est donc plus large que les études référencées dans Clinicaltrial.gov.

b/ France

L'objectif de notre travail est d'analyser et d'imputer l'ensemble des émissions GES sur le territoire français en lien avec la consommation dans les produits de santé. Étant complexe de relier directement les émissions des études cliniques à une consommation sur un territoire spécifique, nous suggérons plusieurs méthodologies :

- Nous estimons les émissions en tenant compte des études présentant au moins un centre français
- Nous estimons les émissions à l'aide d'un ratio entre le chiffre d'affaire de l'industrie pharmaceutique en France vs à l'International



Avec la première méthodologie, les émissions seraient comprises entre 2,2 et 4,9 MtCO₂e. Les Figures ci-dessous représentent la répartition des émissions en MtCO₂e selon les hypothèses 1 et 3 définies plus hauts.

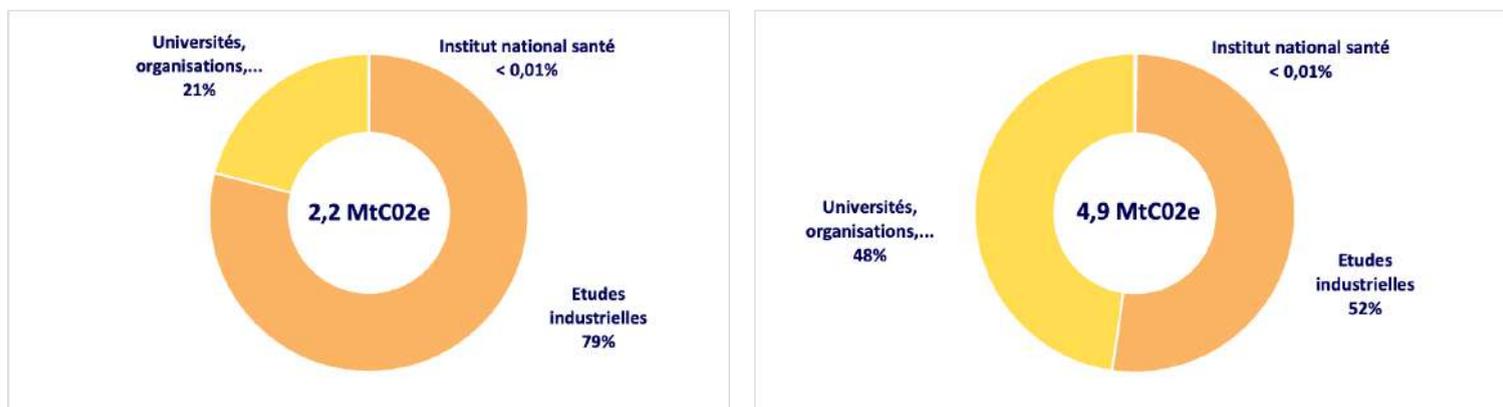


Figure 42 : Estimation des émissions GES (MtCO₂e) des études cliniques au niveau France. Hypothèse 1 à gauche et hypothèse 3 à droite.
Source : The Shift Project

La deuxième méthodologie consiste à appliquer un ratio entre le chiffre d'affaires de l'industrie pharmaceutique en France et international. En effet, si nous partons du principe que la recherche clinique permet de développer les produits pharmaceutiques, une estimation peut être effectuée à partir du CA total. Selon les sources du LEEM (<https://www.leem.org/le-marche-pharmaceutique>), la France représente le 5ème marché mondial avec 2,8 % des parts de marché en valeur. Si nous appliquons ce pourcentage aux émissions GES mondiales des études cliniques, **l'intervalle serait compris entre 0,5 et 1,3 MtCO₂e.**

C. Perspectives et limites

Cette partie s'intéresse essentiellement aux études cliniques et ne couvre pas l'ensemble de la R&D. Le rapport final offrira une vision plus exhaustive en intégrant autant que possible l'ensemble des émissions en lien avec la R&D.

A notre connaissance, ce rapport intermédiaire est le premier au niveau international à classer les types d'études selon leur niveau d'émission. **Nos calculs suggèrent des émissions comprises entre 20 et 45 MtCO₂e au niveau mondial (concordantes avec les données globales de la littérature) et entre 0,5 et 4,9 MtCO₂e pour la consommation française de médicaments (en fonction de la méthodologie choisie). Cependant, aucune méthodologie ne semble satisfaisante à ce stade.**



La première méthodologie pourrait sembler cohérente de premier abord, mais celle-ci comporte une limite majeure. Le site Clinicaltrial.Gov permet d'identifier les études présentant des centres cliniques en France, mais il n'est pas possible d'estimer le nombre de patients inclus (information non disponible), ni de relier ces études aux émissions liées à la consommation de médicaments en France.

Concernant la deuxième méthodologie, nous identifions une limite majeure : la recherche clinique ne peut pas être directement liée au CA de l'industrie pharmaceutique³³⁸. De plus, cette méthodologie ne prendrait pas en compte le ratio des DM et celui en lien avec la recherche publique.

Les autres limites ont déjà été mentionnées. D'une part, la valeur moyenne des émissions GES des études académiques semble être sous-estimée (non prise en compte des produits pharmaceutiques), alors qu'une hypothèse de proportionnalité entre dépenses et émissions a été effectuée pour la phase II. En fonction des données disponibles, une analyse plus granulaire par phase clinique sera effectuée dans le cadre du rapport final.

De plus, ces résultats englobent tous types d'études cliniques (médicaments, dispositifs médicaux, autres). Par conséquent, même s'il est probable que les médicaments représentent la majorité de ces émissions, notre objectif dans le cadre du rapport final sera de séparer les médicaments et les dispositifs médicaux.

Cependant notre travail a mis en évidence des différences méthodologiques notables entre les études cliniques académiques et industrielles, notamment sur l'impact des produits pharmaceutiques. Il est à souligner que des outils distincts ont été développés pour estimer l'empreinte carbone des études. **Ces outils représentent des avancées importantes pour estimer et modéliser les paramètres émetteurs de GES, et par conséquent, aider à réduire l'empreinte carbone des études cliniques.**

I) Déplacements professionnels

Nous réalisons ici une étude de cas sur les émissions de gaz à effet de serre associées aux déplacements des professionnels des industries du médicament : déplacements pour les congrès et déplacements terrain

Tout comme la partie précédente, pour ce rapport intermédiaire ces études de cas permettent d'estimer l'empreinte carbone de certaines activités mais, pas de les allouer à la consommation française de médicament.

1) Déplacements congrès

a) Périmètre

Les émissions GES présentées dans cette partie correspondent aux déplacements en

³³⁸ La recherche clinique a pour objectif, notamment, de développer de nouveaux médicaments. Cependant, il n'est pas possible de relier directement la recherche clinique au CA de l'industrie pharmaceutique, car le montant investi en R&D ne garantit pas un chiffre d'affaires. A titre d'exemple, un même investissement pour deux molécules en recherche clinique n'engendrera pas forcément les résultats financiers.



congrès des collaborateurs de l'industrie pharmaceutique, ainsi que des professionnels de santé invités.

b) Éléments et chiffres clés

Pour les congrès, nous estimons les émissions GES moyennes par personne et par congrès à :

- **1,9 tCO₂e en présentiel vs 0,01 tCO₂ en distanciel ;**
- **Plus de 4 tCO₂e par personne si le congrès a lieu aux Etats-unis ;**
- **90% de ces émissions sont directement liées aux déplacements en avion ;**
- **3 250 tCO₂e pour 1700 participants (collaborateurs de l'industrie pharmaceutique et professionnels de santé invités) à 4 congrès internationaux versus 19 kg en distanciel ;**
- **128 ktCO₂e pour la participation en présentiel de l'ensemble des participants (pas uniquement ceux du laboratoire) à 4 congrès versus 0,64 tCO₂e en distanciel.**

c) Résultats détaillés

a/ Congrès médicaux et scientifiques

i. Méthodologie

Dans le cadre de ce rapport intermédiaire, il est complexe d'identifier l'ensemble des congrès médicaux se déroulant au niveau mondial et d'identifier le nombre de participants français pour chaque congrès.

De ce fait, nous avons appuyé notre analyse sur la publication de Gattrell et al. 2022³³⁹. Ces travaux ont évalué l'empreinte carbone moyenne d'un participant à 4 congrès majeurs. De plus, cette analyse a estimé la différence entre une participation en présentiel et une participation en visioconférence.

Nous ne reviendrons pas sur l'ensemble de la méthodologie utilisée car celle-ci est disponible dans la partie méthodologie de la publication. Néanmoins, voici les éléments clés :

- La population analysée concerne les collaborateurs du laboratoire ISPEN, ainsi que les professionnels de santé invités par le laboratoire.
- Les 4 congrès décrits sont internationaux ou européens: l'American Society of Clinical Oncology [ASCO], l'European Neuroendocrine Tumor Society [ENETS], l'European Society for Medical Oncology [ESMO], World Congress for NeuroRehabilitation [WCNR].

³³⁹ Gattrell et al. The Carbon Costs of In-Person Versus Virtual Medical Conferences for the Pharmaceutical Industry: Lessons from the Coronavirus Pandemic. *Pharmaceut Med.* 2022 Apr;36(2):131-142.



- Les principales catégories d'émissions pour les participants en présentiel : trajets internationaux, transferts, hôtels, lieu du congrès
- Les principales catégories d'émissions pour les participants en distanciel : internet, chauffage, bureaux (constructions, maintenance,..)

ii. Emissions GES par congrès ³⁴⁰

Les principaux résultats sont présentés ci-dessous et correspondent à des émissions moyennes par participant en tCO₂e.

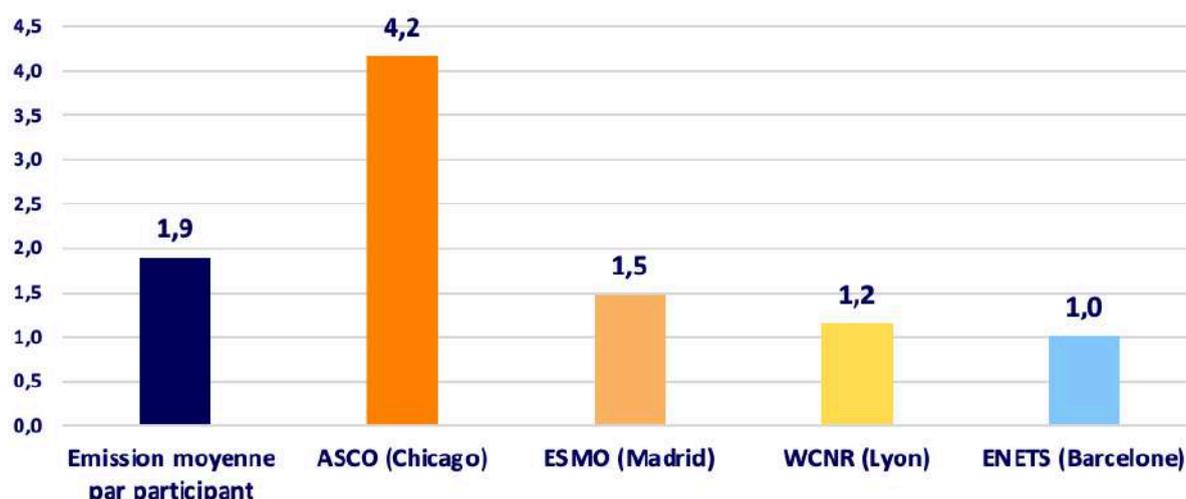


Figure 43 : Estimation des émissions GES (tCO₂e) par participant et par congrès
Source : Gattrell et al. 2022

L'empreinte carbone par participant et par congrès est d'environ 1,9 tCO₂e. Nous pouvons observer une différence très importante entre les congrès européens et le congrès de l'ASCO, **car plus de 90% des émissions sont imputables directement aux trajets en avion**. Par conséquent, les participants au congrès de l'ASCO émettent davantage car ils parcourent une plus grande distance en avion.

A titre de comparaison, les émissions moyennes annuelles d'un Français sont d'environ **10 tonnes de CO₂e**³⁴¹. Par conséquent, une participation au congrès de l'ASCO représente **40% des émissions moyennes annuelles d'un Français**.

Paramètres	Présentiel	Distanciel
Emission moyenne par participant (tCO ₂ e)	1,9	< 0,1
Nombre participants du laboratoire pour les 4 congrès	1723	1839

³⁴⁰ Gattrell et al. The Carbon Costs of In-Person Versus Virtual Medical Conferences for the Pharmaceutical Industry: Lessons from the Coronavirus Pandemic. *Pharmaceut Med.* 2022 Apr;36(2):131-142.

³⁴¹ <https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/consos/consos-responsable/connaissez-vous-votre-empreinte-climat>



Emissions totales pour l'ensemble des participants du laboratoire (tCO₂e)	3 263	19
Nombre de participants total (4 congrès)	67 300	67 300
Emissions totales pour l'ensemble des participants des congrès (tCO₂e)	127 500	0,64

Tableau 17 : Estimation des émissions GES (MtCO₂e) : présentiel versus distanciel
Source : Gattrell et al. 2022

Nous pouvons observer qu'une participation en distanciel génère **100 fois moins d'émissions qu'une participation en présentiel : 0,01 vs 1,98 tCO₂e.**

De plus, si nous analysons ces données pour les 1700 participants du laboratoire (employés, invités), les émissions totales sont de plus de **3 250 tonnes de CO₂e en présentiel vs 19 tonnes pour le distanciel.**

Enfin, en comptabilisant l'ensemble des participants à ces 4 congrès, les émissions totales seraient de **128 milliers de tonnes de CO₂e pour la participation en présentiel.** Ces émissions seraient donc encore plus conséquentes en prenant en compte l'ensemble des congrès européens et internationaux se déroulant sur une année.

A ce stade, il est encore complexe de pouvoir définir le périmètre du territoire français dans ces émissions. Étant difficile de répertorier l'ensemble des congrès européens et internationaux, puis d'estimer l'ensemble des participants français pour chaque congrès, il nous semble plus pertinent d'utiliser la méthodologie suivante :

- Estimer le nombre de participants (employés de l'industrie pharmaceutique, soignants invités) à des congrès au sein de l'industrie pharmaceutique ;
- Définir le nombre de congrès moyens par an et par employé ;
- Multiplier le total par l'empreinte carbone moyenne par congrès.

Nous sommes à la recherche d'informations à ce sujet pour effectuer ces calculs dans le cadre du rapport final.

2) Déplacements des collaborateurs terrains de l'industrie pharmaceutique

a) Périmètre

Les émissions GES présentées dans cette partie correspondent aux déplacements des collaborateurs terrains de l'industrie pharmaceutique.

b) Éléments et chiffres clés

Pour les déplacements des collaborateurs terrains en voiture nous estimons :

- **à 37 000 km les distances parcourues par personne et par an,**



- à 3,5 tCO₂e les émissions lorsque le transport se fait en voiture électrique versus 13 tCO₂e pour une voiture berline essence
- à 9 600 le nombre d'employés réalisant ces trajets en France. Soit des émissions entre 34 000 tCO₂e si tout était fait en voiture électrique contre 124 000 tCO₂e si tout était fait en voiture thermique de type SUV.

A titre d'exemple, nous avons également étudié les collaborateurs **qui se déplacent sur l'ensemble du territoire** et qui sont plus susceptibles d'utiliser les transports en commun. Voici nos estimations :

- à 80 000 km les distances parcourues par personne et par an
- à 0,5 tCO₂e si 100% des déplacements sont réalisés en train
- à 9,4 tCO₂e si 50% des déplacements sont réalisés en avion et 50% en train

c) Résultats détaillés

a/ Méthodologie

i. Estimer le nombre de collaborateurs terrains

Cette partie s'intéresse plus particulièrement aux employés de l'industrie pharmaceutique qui exercent une fonction sur le terrain avec un nombre important de déplacements (information promotionnelle, Medical Scientific Liaison, Key Account Manager, attaché de recherche clinique, ...).

La première étape consiste donc à pouvoir estimer le nombre d'employés de l'industrie pharmaceutique exerçant ces fonctions :

- 8 805 salariés exerçaient une activité d'information promotionnelle dans les entreprises du médicament³⁴² en 2022 ;
- entre 700 et 800 MSLs en 2017³⁴³.

Concernant les autres fonctions terrains, nous n'avons pas pu obtenir de sources robustes pour estimer leur nombre respectif. De plus, la source concernant le nombre de MSLs date de 2017 et nous sommes conscients que ce nombre a pu augmenter depuis. Par conséquent, **nous sommes à la recherche d'informations à ces sujets pour effectuer ces calculs dans le cadre du rapport final.**

ii. Estimer la distance annuelle moyenne par collaborateur terrain

Une source de 2001 estimait le kilométrage parcouru par année à 37 000 km³⁴⁴. Cette source étant relativement ancienne, nous l'avons testée auprès de plusieurs professionnels du secteur qui ont confirmé le bon ordre de grandeur.

³⁴² <https://www.leem.org/statistiques-de-l-information-promotionnelle>

³⁴³ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2017-04/dir3/rapport_d_elaboration_du_referentiel_ip_mars_2017.pdf

³⁴⁴ <https://www.fmpresanse.fr/fiches-caracteristique/detail/1270>



Parallèlement à cette distance annuelle moyenne, nous avons essayé d'établir un profil type "secteur national" en échangeant avec des professionnels du secteur. En effet, ce profil est plus susceptible de se déplacer en train ou en avion plutôt qu'en voiture. Basé sur ces discussions, les déplacements annuels ont été évalués à 80 000 km/an. Ces estimations tiennent compte du nombre de jours travaillés sur le terrain (excluant : congés, séminaires, congrès, etc) et de la distance moyenne parcourue par jour.

b/ Emissions GES en fonction du type de véhicule

Avec une hypothèse conservatrice, nous avons estimé le nombre de collaborateurs terrains à 9600 (8800+800) en fonction des données citées précédemment et une distance moyenne parcourue de 37 000 km/an.

En se basant ensuite sur les valeurs de l'ADEME, nous avons identifié un facteur d'émissions moyen par type de véhicule, puis estimé les émissions GES annuelles associées. Les facteurs d'émissions de l'ADEME tiennent compte de la fabrication des véhicules, de l'extraction du carburant (amont) et de sa combustion. Les résultats correspondent aux émissions GES annuelles par employé et par type de véhicule.

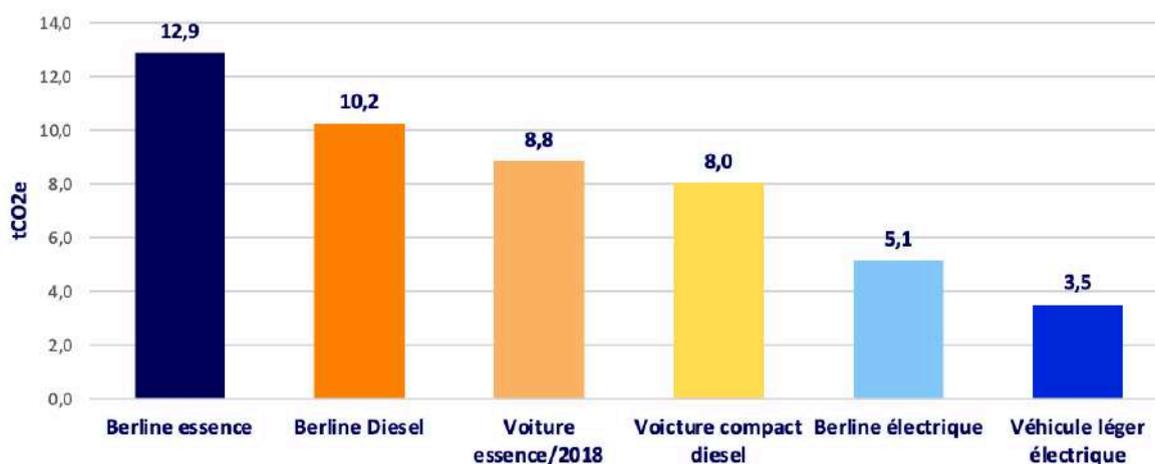


Figure 44 : Estimation des émissions GES par employé et par type de véhicule (tCO₂e) pour une distance moyenne de 37000 km/an.

Source : The Shift Project

Sans surprise, nous observons une différence très importante en fonction du type de véhicule. Pour les voitures électriques, les émissions annuelles totales sont comprises entre **3,5 et 5 tonnes** par employé, alors que les émissions des voitures berlines non électriques sont comprises entre **10 et 13 tonnes**. Il existe donc un **facteur multiplicatif de 3,5 entre la voiture la moins émettrice et la plus émettrice**.

En comptabilisant l'ensemble des employés terrain (n=9600), l'intervalle des émissions serait donc compris entre **34 000 et 124 000 tCO₂e**.

Pour le profil type "secteur national", nous avons élaboré trois hypothèses.

- hypothèse 1 : 50% déplacements en train et 50% en avion
- hypothèse 2 : 75% déplacements en train et 25% en avion



- hypothèse 3 : 100% déplacements en train et 0% en avion.

Pour chaque hypothèse, nous avons utilisé les FE pour le “train TGV” et “les avions *passagers/101-220 sièges, 500-1000 kms, 2018/AVEC trainées”.

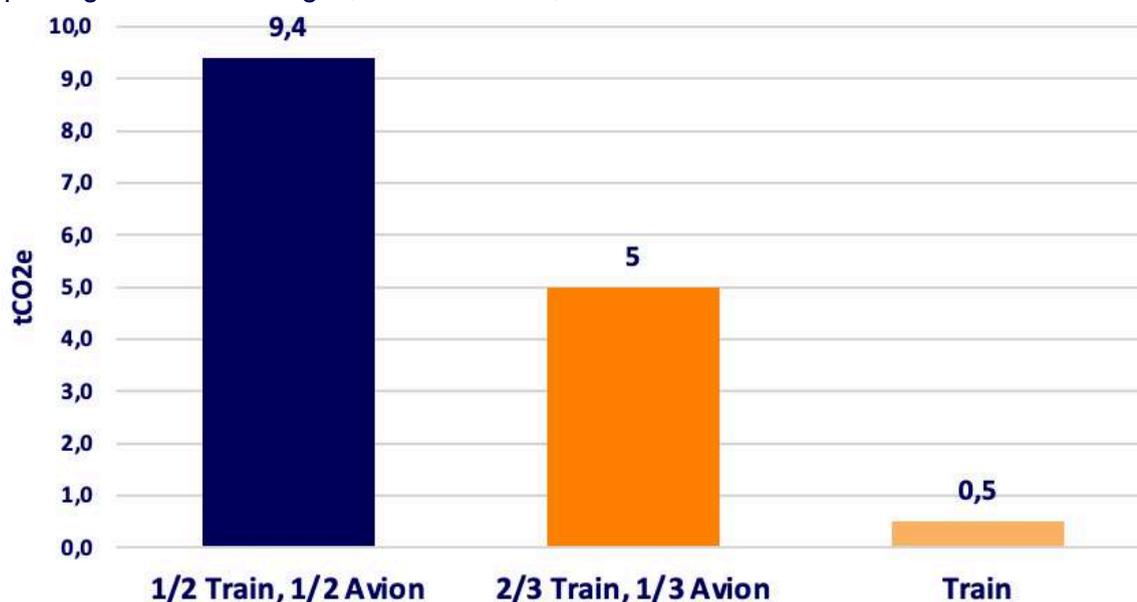


Figure 45 : Estimation des émissions GES (tCO₂e) selon le type de transport
Source : The Shift Project

Les trois hypothèses démontrent une différence significative, équivalente à un facteur 20.

Un employé qui effectue 50% de ses déplacements en avion émettra 9,4 tCO₂e versus 0,5 tCO₂e un employé qui effectue 100% de ses déplacements en train.

Ses valeurs sont conservatrices car elles ne prennent pas compte les émissions liées au transfert vers les gares et/ou les aéroports.

C. Perspectives et limites

Ces résultats soulignent les fortes émissions GES en lien avec les déplacements congrès, notamment hors Europe. **Plus de 90% des émissions carbonées sont en lien avec l’avion.** La réduction du nombre de participants aux congrès et la réalisation de congrès en visioconférence sont les pistes privilégiées pour réduire ces émissions.

Concernant les déplacements des fonctions “terrains”, une électrification du parc automobile et l’utilisation du train sont également les principales pistes de décarbonation.

Certaines filiales françaises des laboratoires ont déjà adopté ces stratégies de décarbonation.

Une des limites de cette partie consiste à la manière d’imputer ces déplacements aux émissions associées à la consommation de médicaments en France. Une méthodologie spécifique sera donc discutée en vue du rapport final





05

LIMITES ET BESOINS

A) Les données, un enjeu crucial et une difficulté majeure pour ce projet

Les données ont représenté **un enjeu central et une difficulté majeure dans la réalisation de notre projet**. Nous avons été confrontés à plusieurs problématiques :

- **Confidentialité des données** : certaines informations nécessaires à nos travaux existent, mais elles ne sont pas accessibles ou ne peuvent être publiées, ce qui est incompatible avec notre objectif de totale transparence. Nous avons essayé d'être le plus précis possible dans la description de la méthodologie afin que nos résultats soient à minima reproductibles.
- **Fragmentation des sources** : les données sont éparpillées entre différentes bases et formats, ce qui nécessite un travail conséquent de regroupement et d'analyse pour obtenir une vue d'ensemble cohérente.
- **Qualité des données** : les données disponibles ne sont souvent pas structurées de manière exploitable directement. Par exemple, des informations cruciales sont parfois intégrées dans des champs textuels descriptifs, ce qui demande des efforts importants de nettoyage et de traitement, avec un risque de perte d'information.
- **Données manquantes** : certaines données n'existent tout simplement pas, soit parce qu'elles n'ont jamais été collectées, soit parce qu'elles sont difficiles à recueillir. Dans ce cas, notre travail s'efforce de mettre en lumière ces lacunes et d'en souligner l'importance pour de futures études.

B) Les principales limites de nos travaux

Tout au long de la rédaction de notre rapport, nous avons essayé d'être précis dans la description des méthodologies suivies et d'être transparents sur les hypothèses prises. Cependant, l'inaccessibilité ou l'inexistence de certaines données nous a amené à adopter des hypothèses assez fortes. Cette partie du rapport vise à identifier ces hypothèses comme principales limites à la robustesse de nos travaux.

Concernant l'estimation des volumes de principes actifs, d'excipients et d'emballages produits :

- Nous prenons des taux de pertes de principes actifs de 5%. Cependant, nous n'avons pas été en mesure d'appuyer cette hypothèse sur une source précise et de faire une distinction entre les principes actifs,
- Nous prenons des taux de pertes de boîtes de médicaments finies de 5%. De la même manière, nous n'avons pas été en mesure d'appuyer cette hypothèse sur une source précise et de faire une distinction entre les médicaments,
- Nous ne prenons pas de taux de pertes pour la production des excipients. Nous sommes preneurs de retours pour savoir si des pertes sont à prendre en compte les concernant.



- Nous ne sommes pas parvenus à estimer les masses de médicaments biologiques (notamment de vaccins) dont les concentrations de principes actifs étaient exprimées en “UI”. (exemple : 3 000 UI de EPOETINE ALFA)
- Pour la consommation de médicaments à l'hôpital, nous avons extrapolé les données de l'enquête médicament sur la base du nombre d'établissements ayant répondu à l'enquête.

Concernant les principes actifs :

- Les limites ont été identifiées dans la synthèse réalisée par Ecovamed et que nous publions en parallèle de ce rapport. Pour plus d'informations, veuillez vous y référer.

Concernant les excipients :

- Pour certaines formes pharmaceutiques, nous avons conscience que des analyses plus spécifiques doivent être menées, en distinguant par exemple les formes buvables et injectables. De plus, les granulés et les poudres peuvent présenter des différences avec les comprimés et les gélules.
- Des incohérences ont été identifiées concernant l'estimation des volumes d'excipients par forme pharmaceutique, ayant pu amener une surestimation potentielle du volume total des excipients consommées annuellement en France. Le délai de rédaction du rapport intermédiaire ne nous permet pas de corriger ces incohérences mais celles-ci seront discutées et corrigées dans le cadre du rapport final.
- Nous avons constaté des différences notables concernant les facteurs d'émissions entre les différentes sources utilisées. A titre d'exemple, le disodium EDTA était classifié dans les antioxydants aminiques et phénoliques de la base Carebone avec un facteur d'émissions de 324,07 CO₂e/kg versus 6,33 CO₂e/kg pour ecoinvent®³⁴⁵.
- La provenance des excipients a été déterminée selon le ratio 65% Europe versus 35% Asie à la suite de discussions avec des experts. Cependant, nous n'avons pas de sources permettant de valider formellement cette hypothèse.
- Afin d'obtenir les facteurs d'émissions moyens, nous avons multiplié les proportions minimums et maximums de chaque excipient par son facteur émission, puis normalisé ces valeurs à 100%. Nous sommes conscients des limites de cette méthode et établirons un modèle d'optimisation mathématique dans le cadre du rapport final pour calculer correctement l'intervalle.
- L'eau purifiée a été comptabilisée comme excipients pour les formes liquides. Hors, la production de l'eau purifiée peut être effectuée directement sur le site de production, donc l'énergie nécessaire à sa fabrication pourrait être doublement comptabilisée.

Concernant les emballages :

- Nous extrapolons les masses des emballages sur la base de données de terrain moyennées. Cela ne permet pas de tenir compte de la diversité des types d'emballages,

³⁴⁵ ibid



- Nous ne prenons pour le moment pas en compte les “accessoires” qui accompagnent les emballages (exemple : dans “1 flacon(s) en verre de 125 ml avec cuillère-mesure polystyrène” nous ne prenons pas en compte la cuillère-mesure),
- Pour les médicaments sur-emballés, nous multiplions par deux la masse de l'emballage primaire
- Nous faisons l'hypothèse que les matériaux utilisés pour les emballages primaires et secondaires sont les mêmes que pour les emballages des autres secteurs d'activité.

Concernant la logistique :

- **Concernant le transport des principes actifs**, nous faisons l'hypothèse que la répartition entre le fret maritime et le fret aérien est similaire à la répartition pour les produits finis. De plus, y a un double compte des émissions liées au transport des matières premières qui sont également prises en compte dans la production des principes actifs.
- **Concernant le transport des principes actifs**, nous n'avons pas d'information concernant le parcours type d'un principe actif : transite-t-il par des lieux de stockage ?
- **Concernant le transport entre le lieu de formulation et le lieu de conditionnement**, nous avons fait l'hypothèse que les distances parcourues étaient nulles (mêmes sites pour la formulation et le conditionnement) : est ce le cas ?
- **Concernant la provenance des produits finis** : dans les données des douanes françaises, les pays non-européens représentent une très faible part des importations vers la France. Comment expliquer cette faible part ?
- **Concernant le transport des produits finis**, nous n'avons pas d'information concernant le parcours type d'un principe actif : transite-t-il par des lieux de stockage, des centres de distribution intermédiaires ?

Concernant l'usage des gaz médicaux :

- Nous ne prenons pas en compte les pertes au niveau de la production de ces gaz médicaux,

Concernant la fin de vie :

- Nous ne tenons pas compte des émissions évitées liées au recyclage des matériaux,
- Notre étude ne dépend pour le moment pas du type de plastique précisément. Ainsi, la fin de vie des emballages est identique pour tous les plastiques (OPA, PVC, PE, PP, etc)
- Nous tenons compte uniquement des médicaments non utilisés récoltés par cyclamed. Cela ne tient pas compte des médicaments directement jeté à la poubelle ou des médicaments non utilisés à l'hôpital,



Concernant les études cliniques

- Cette partie s'intéresse essentiellement aux études cliniques et ne couvre pas l'ensemble de la R&D. Le rapport final offrira une vision plus exhaustive en intégrant autant que possible l'ensemble des émissions en lien avec la R&D.
- Afin d'estimer les émissions au niveau France, deux méthodologies ont été utilisées. A ce stade, aucune méthodologie ne nous semble satisfaisante.
- Ces résultats englobent tous types d'études cliniques (médicaments, dispositifs médicaux, autres) et pas seulement celles liées aux médicaments. Même s'il est probable que les médicaments représentent la majorité de ces émissions, notre objectif dans le cadre du rapport final sera de séparer les médicaments et les dispositifs médicaux.

Concernant les déplacements professionnels

- Une des limites de cette partie réside dans la façon d'imputer ces déplacements aux émissions associées à la consommation de médicaments en France. Une méthodologie spécifique sera donc discutée en vue du rapport final.

Autres limites :

- Notre méthodologie nous amène à estimer les émissions de gaz à effet de serre des activités définies dans notre périmètre. Aussi, nous tenons compte des activités que nous savons faire des industries de santé. Autrement dit, nous comptons ce que nous connaissons. Pour autant, notre méconnaissance de certaines activités des industries du médicament peut nous conduire à ignorer des émissions de GES qui pourraient tout de même être significatives.

C) Appel à contribution

Comme expliqué précédemment, les données utilisées pour ce projet ont été lacunaires. Ces limitations se reflètent dans notre étude de plusieurs manières :

- Dans certains cas, nous avons été contraints de **formuler des hypothèses** pour compenser le manque de données. Ces hypothèses induisent alors une plus forte incertitude dans les résultats obtenus.
- Certaines émissions de gaz à effet de serre n'ont pas pu être prises en compte, ce qui **limite la couverture de notre périmètre d'étude**.

Pour affiner notre analyse et réduire ces incertitudes, nous avons surligné en jaune dans le rapport un ensemble de besoins auxquels vous pouvez vous référer. Mais pour résumer, **nous avons identifié les besoins prioritaires suivants** :

- **Données sur les activités de R&D et le fonctionnement des sièges sociaux** : activités liées aux processus réglementaires, activités commerciales, etc. Nous sommes particulièrement intéressés par des données "physiques" : distances



parcourues pour les déplacements domicile-travail, les déplacements des collaborateurs terrains, superficies construites, énergie consommée par les bâtiments, production de déchets, etc. Par ailleurs, nous souhaiterions également estimer le nombre d'employés et de professionnels de santé (invités par les filiales françaises des laboratoires) se déplaçant annuellement à des congrès internationaux.

- **Données précises sur les activités de production nécessitant des salles propres** : est ce que la production des matières premières destinées à la pharma est concernée ? La production des API ? Des excipients ? La formulation ? Le stockage ?
- **Données sur le stockage de médicament dans les plateformes de distribution, chez le grossiste ou chez le pharmacien** : quelle est la durée moyenne du stockage des médicaments pour chaque étape, quelle est la surface nécessaire pour stocker les médicaments (un ratio en surface par boîte serait idéal), quelles sont les normes de propriétés en vigueur sur le stockage, quelles sont les consommations énergétiques associées ? Et concernant le stockage nécessitant du froid ?
- **Données sur la formulation des médicaments** : Quelle est la consommation d'énergie (électricité, gaz, pétrole, chaleur, froid) nécessaire pour la formulation ? (si possible par méthode de formulation ou par forme de médicaments) Quelle est la consommation d'eau ? Quel ratio surface d'usine/nombre de médicaments formulés serait acceptable ?
- **Données sur la provenance, les concentrations et les facteurs d'émissions des excipients** : nous sommes à la recherche d'informations précises auprès d'experts galénistes concernant : la provenance des excipients (% par pays, l'estimation) de leurs concentrations minimales / maximales par médicament, ainsi que la validation des différents facteurs d'émissions.
- **Données sur le conditionnement des médicaments** : Y a t-il des transports entre la formulation et le conditionnement ? Quelles hypothèses de distances, de modes de transports et de fréquences seraient acceptables ? Quelle est la consommation énergétique associée au conditionnement ? Quelle est la taille d'une usine de conditionnement (si possible en mètre carré par boîte conditionnée) ?
- **Données sur les emballages** : Nous manquons à ce jour d'informations sur les emballages tertiaires utilisés pour transporter les médicaments finis jusqu'à l'officine de ville ou l'hôpital. Nous manquons également de données pour quantifier les emballages utilisés pour transporter les matières semi-finies (excipients, principes actifs, emballages) jusqu'au lieu de formulation puis de conditionnement. Enfin, nous nous demandons si les emballages primaires utilisés pour les médicaments ne sont pas soumis à des normes plus strictes que les emballages utilisés dans d'autres secteurs, impliquant donc des émissions de GES par kilogramme d'emballage plus fortes.

Dans certains cas, les données de surfaces et de consommation d'énergie par boîte pour une activité donnée (formulation, conditionnement, etc) peut s'obtenir en divisant la consommation énergétique d'un site spécialisé (exemple : X GWh par an pour une usine de conditionnement) , par la quantité d'activité produite (exemple : X boîtes conditionnées par an par cette usine).

Toutes les données de terrain, même portant sur des cas particuliers, pourraient nous être d'une grande aide.

Aussi, en vue de la publication de notre rapport final au mois de juin 2025, nous lançons un **appel à contribution** pour :

- **Améliorer et compléter nos calculs d'empreinte carbone** : en particulier sur les lacunes et limites identifiées ci-dessus, afin de renforcer la robustesse et l'exhaustivité de nos résultats.
- **Identifier et s'assurer de la faisabilité des leviers de décarbonation** : cela inclut



l'identification de bonnes pratiques, ainsi que l'analyse des freins et des opportunités pour mettre en œuvre des mesures de décarbonation pertinentes.

Ainsi, nous serions ravis de faire bénéficier notre rapport de l'expertise d'un plus grand nombre possible d'acteurs du secteur. **N'hésitez pas à nous contacter pour toute information, remarque, ou retour critique à indus-sante@theshiftproject.org.**





06

**LEVIERS DE
DÉCARBONATION : DES
PISTES DE RÉFLEXION**

Ce rapport intermédiaire se concentre sur l’empreinte carbone, mais l’un des objectifs de notre rapport final sera d’identifier des leviers concrets de décarbonation et d’en chiffrer le potentiel. Cette partie a pour vocation d’offrir des pistes de réflexion pour nos prochains travaux. Aussi, à sa lecture, elle vous semblera encore incomplète et imprécise et c’est normal. Nous n’avons pour le moment pas travaillé spécifiquement sur les leviers de décarbonation.

Si elle pose les bases de notre réflexion, elle vise également à faire réagir et à solliciter vos retours. N’hésitez donc pas à nous faire part de toutes réflexions, pistes de décarbonation ou retours terrains que nous pourrions intégrer à notre rapport final en nous contactant à indus-santé@theshiftproject.org.

A) Qu’est-ce qu’un levier de décarbonation ?

Un **levier de décarbonation** désigne toute action, stratégie ou modification apportée à un processus, un produit ou une organisation visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le remplacement d’une chaudière au fioul par une pompe à chaleur électrique est par exemple un levier de décarbonation du chauffage.

Les émissions de gaz à effet de serre repose sur une équation simple :



Les leviers de décarbonation agissent sur ces deux composantes, **qui s’appliquent à chaque poste d’émissions**, des matières premières à la fin de vie des produits. :

- **Diminution de l’intensité carbone** : c’est-à-dire en diminuant la quantité de GES induite par chaque activité (exemple : remplacer le transport de produits par avion par du transport ferroviaire). Ces leviers impliquent souvent de remplacer les consommations de ressources fossiles (pétroles et dérivés, gaz, charbon) par des alternatives moins carbonées.
- **Réduction du volume consommé** : c’est-à-dire en diminuant les quantités d’activités (exemple : faire appel à des partenaires ou des sous-traitants plus proches géographiquement pour diminuer les distances liées à la logistique).

B) Quels leviers potentiels pour décarboner les industries des médicaments ?

Comme rappelé précédemment, les leviers peuvent être classés en deux catégories : **volume** et **intensité carbone**. Ces principes s’appliquent à chaque poste d’émissions, des matières premières à la fin de vie des produits. Aussi, pour le rapport final, nous explorerons



des leviers pouvant s'activer à une étape de la chaîne de valeur en particulier, ou à toute l'industrie dans sa globalité.

Notez cependant que, dans ce rapport, **nous n'aborderons pas la diminution des volumes consommés via des modifications des pratiques de soin**, car notre analyse se concentre sur les leviers directement actionnables par les industries de santé. Cette question sera explorée dans de futurs travaux portant sur le Juste Soins, que nous lancerons mi-2025. Nous chercherons tout de même à identifier **les leviers à la main des industriels pour optimiser les consommations des médicaments** et ainsi adapter le volume produit à la consommation réelle : gestion des pertes, optimisation du conditionnement, etc.

Les choix des leviers seront guidés par une volonté de comprendre comment les industries du médicament peuvent réduire leur dépendance aux ressources fossiles et limiter leurs émissions de procédés tout en garantissant un niveau de santé équivalent voir meilleur.

Les prochaines parties explorent des leviers qui pourront être approfondis dans le cadre de ce projet. La liste n'est évidemment pas exhaustive et vise plutôt à initier un dialogue avec les acteurs du secteur.

1) Leviers potentiels pour décarboner les matières premières

a) Réduire l'intensité carbone des matières premières

Afin de diminuer les émissions de gaz à effet de serre des intrants utilisés dans la production des principes actifs, nous pouvons explorer des leviers portant par exemple sur les méthodes de production d'eau purifiée, notamment utilisés dans la production d'anticorps monoclonaux³⁴⁶, ou encore portant sur la régénération des solvants. Dans ce dernier cas, une étude réalisée en 2013 pour le groupe "European Solvent Recycler Group (ESRG)" a par exemple montré qu'il était possible de diviser d'un facteur 2 à 20 les émissions de solvant en les recyclant³⁴⁷.

Afin de diminuer l'intensité carbone des excipients, il pourrait être envisageable (quand cela est faisable d'un point de vue physico-chimique) de sélectionner les excipients les moins émetteurs au sein d'une même classe d'excipient. En effet, nous avons constaté lors de ses résultats préliminaires que deux génériques ou un princeps et un générique d'une même molécule peuvent présenter des formulations plus ou moins émettrices en fonction des typologies et des quantités d'excipients.

Concernant les emballages, l'utilisation de matériaux bio-sourcés, recyclés et ne dépendant pas de ressources fossiles pourrait être explorée.

b) Optimiser le volume de matières premières consommées

Un indicateur a été créé pour quantifier la quantité de matières premières nécessaire à la production d'un kilogramme de principe actif. Il s'agit du PMI (Process Mass Intensity)³⁴⁸. Nous explorerons ainsi les conclusions issus des travaux autour du PMI.

Certaines formulations de médicaments permettent d'optimiser le volume de matières premières consommées. A titre d'exemple, la thèse de docteur en pharmacie de Salomé

³⁴⁶ Cataldo et al, 2020, Water related impact of energy: Cost and carbon footprint analysis of water for biopharmaceuticals from tap to waste

³⁴⁷ https://esrg.de/media/PDF/Study_print_090514.pdf

³⁴⁸ Jimenez-Gonzalez et al, Using the Right Green Yardstick: Why Process Mass Intensity Is Used in the Pharmaceutical Industry To Drive More Sustainable Processes, 2011, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/op200097d>



Duprau en 2024³⁴⁹ a permis de démontrer qu’au sein d’une même classe pharmacologique (ex : statines ou antihypertenseurs), il était moins émetteur de produire le médicament présentant le dosage le plus faible en API. De plus, quand cela est possible d’un point de vue pharmacologique, la production d’un médicament associant deux API émettra moins de GES que deux médicaments présentant chacun un API.

En parallèle, il est possible d’envisager une **réduction des pertes de matières premières à la production**.

Enfin, **la réduction des emballages**, tant au niveau primaire que secondaire, contribue également à cette optimisation.

2) Leviers potentiels pour décarboner la production

La production des médicaments repose sur des procédés souvent énergivores, notamment dans les environnements contrôlés comme les salles propres. Afin de limiter leur empreinte carbone, plusieurs leviers peuvent être envisagés.

a) Réduire l’intensité carbone de la production

Pour réduire l’intensité carbone des processus de production, une première solution consiste à remplacer les sources d’énergies fossiles par des alternatives moins intensives en émissions de GES. Cela inclut **l’électricité, la chaleur issue de sources renouvelables** et, plus globalement, **la production dans des pays bénéficiant d’un mix énergétique et notamment électrique moins intensif en carbone**.

Par ailleurs, **l’amélioration des procédés de fabrication** peut jouer un rôle crucial dans la réduction des émissions de procédés. A titre d’exemple, l’intégration de systèmes de refroidissement optimisés permet de limiter les fuites de gaz frigorigènes, qui possèdent un fort potentiel de réchauffement climatique.

Encadré 8 : Réflexion transversale sur la relocalisation des industries de santé

Dans le cadre de ce rapport, une analyse approfondie sera dédiée aux enjeux de la relocalisation dans les industries de santé. Nous explorerons en particulier les questions suivantes :

- **Quels bénéfices environnementaux associés à la relocalisation ?**
- **Quelles conséquences sur l’emploi ?**
- **Que doit-on relocaliser en priorité ?**
- **Que signifie concrètement relocaliser et, peut on réellement relocaliser l’intégralité d’une chaîne de production ?**

b) Optimiser les consommations énergétiques

L’efficacité énergétique peut également être améliorée grâce à une **optimisation des consommations d’énergie**.

³⁴⁹ <https://www.omedit-normandie.fr/media-files/42543/these-salome-dupray-definition-des-principes-de-l-ecoprescription.pdf>



- **Dans les salles propres**, qui sont des environnements particulièrement énergivores, certains ajustements des systèmes de ventilation, de climatisation et de chauffage pourraient permettre de diviser par deux les consommations énergétiques³⁵⁰ ;

Par ailleurs, il a été démontré que le choix des excipients peut également influencer la consommation énergétique nécessaire aux différentes étapes de la formulation et production des médicaments. En effet, les travaux de Wang et al. 2021³⁵¹ ont mis en exergue que le choix des excipients avait un impact substantiel sur les consommations énergétiques liées à la production de deux formulations différentes d'ibuprofène.

3) Leviers potentiels pour décarboner les transports

a) Réduire l'intensité carbone des transports

Une réduction significative de l'empreinte carbone des transports peut être obtenue en **privilegiant des modes de fret moins émetteurs**, tels que le transport ferroviaire ou maritime, bien moins intensifs en carbone que le transport aérien. **L'optimisation des taux de remplissage** des véhicules permet également de diminuer l'intensité carbone associée aux transports.

De plus, la décarbonation des transports locaux (notamment pour les livraisons à l'utilisateur final ou au point de vente) passe par l'intégration de véhicules moins carbonés, et notamment la **systématisation des véhicules électriques dans les flottes logistiques**.

b) Réduire les distances parcourues

Un levier complémentaire consiste à réduire les distances de transport en **rapprochant les lieux de production des zones de consommation**. Une telle approche permet non seulement de réduire le volume total de transport nécessaire, mais également de rationaliser la chaîne logistique. Par ailleurs, la localisation des matières premières souvent fabriquées à l'étranger avant d'être assemblés, constitue une piste importante pour diminuer les émissions liées à la chaîne d'approvisionnement. La relocalisation de certaines étapes clés pourrait ainsi permettre une réduction significative des émissions de GES de la logistique. Leviers potentiels pour décarboner la fin de vie

Les leviers associés à la fin de vie des emballages des médicaments jouent un rôle crucial non seulement dans la réduction des émissions liées au traitement des déchets, mais aussi dans la **diminution des émissions sur l'ensemble de la chaîne de valeur grâce à la valorisation des produits en fin de vie**.

Dans le cadre de notre rapport final, nous nous attacherons à évaluer la faisabilité de ces leviers pour chaque catégorie de dispositifs médicaux.

4) Leviers potentiels pour décarboner l'utilisation

Les gaz inhalateurs et médicaux représentent une part importante des émissions carbonées des médicaments. Un levier potentiel de décarbonation réside dans la substitution du gaz propulseur au sein des inhalateurs respiratoires au profit d'un agent propulseur. Certaines

³⁵⁰ Article ERTEC, Comment modifier les habitudes de conception, revue SALLES PROPRES n°64. D'après ASPEC, EDF et ADEME, Performance énergétique en ambiance propre. 2016.

³⁵¹ D.Wang et al. Selecting optimal pharmaceutical excipient formulation from life cycle assessment perspectives: A case study on ibuprofen tablet formulations. Journal of Cleaner Production Volume 292, 10 April 2021, 126074



sources démontrent une réduction pouvant aller jusqu'à 91% des émissions liées à l'utilisation des nouveaux agents propulseurs³⁵²

5) Leviers potentiels pour décarboner les activités connexes

Bien que ces émissions ne soient pas chiffrées à ce jour, les activités connexes des entreprises jouent également un rôle dans l'empreinte carbone globale des industries de santé. Les leviers de décarbonation associés à ces émissions sont pour la plupart identiques aux leviers de décarbonation du secteur tertiaire.

Les déplacements liés aux activités médico-marketing et terrains (dont congrès) aux trajets domicile-travail, pourraient représenter une part importante des émissions associées aux activités corporatives. Une réduction de l'empreinte carbone peut être obtenue en diminuant l'intensité carbone de ces déplacements (en privilégiant les modes de transports moins carbonés : trains pour les trajets longues distances, transports en commun ou véhicules électriques légers pour les trajets du quotidien), ou en diminuant les distances parcourues (organisation d'événements locaux, réduction des trajets longue distance).

Concernant la partie R&D, nous avons essentiellement étudié les aspects en lien avec les études cliniques dans le cadre de ce rapport intermédiaire. L'utilisation systématique des outils permettant de modéliser et d'anticiper les postes d'émissions des études cliniques nous semblent des solutions pertinentes et indispensables à la réduction des émissions.

Les bâtiments des sièges d'entreprise offrent également un potentiel de réduction de l'empreinte carbone, et notamment en **réduisant leurs consommations énergétiques** : une meilleure isolation thermique, l'installation d'éclairages LED ou l'adoption de systèmes de chauffage bas-carbone peuvent significativement réduire les consommations d'énergie.

C) Méthodologie de travail pour le chiffrage du potentiel de décarbonation

Les travaux sur les leviers de décarbonation seront initiés dans les jours qui suivent la publication de ce rapport intermédiaire. Notre méthodologie de travail se divise en plusieurs étapes et se vaudra la plus **collaborative** possible afin de garantir la pertinence de nos conclusions.

Aussi, **dans un premier temps**, nous chercherons à **identifier concrètement l'ensemble des leviers de décarbonation applicables aux médicaments**, à tous les niveaux des industries. Pour cela, nous nous appuierons sur :

- L'ensemble des travaux menés à The Shift Project notamment sur la santé, sur l'industrie, sur le Fret, sur la mobilité quotidienne et sur les bâtiments ;
- Les initiatives en cours sur la décarbonation des médicaments, dont certaines ont été décrites dans la partie intitulée "[initiatives en cours](#)" ;
- La littérature scientifique ;

³⁵²<https://www.leem.org/sites/default/files/2023-07/Etude%20EY%20pour%20le%20Leem%20Accompagnement%20dans%20l%27%C3%A9laboration%20de%20l%27empreinte%20carbone%20des%20entreprises%20du%20m%C3%A9dicament.pdf>



- Des retours terrain sur des actions déjà mises en place dans certaines industries ;
- Des entretiens avec des acteurs du secteur.

Puis, pour chacun des leviers identifiés, nous tâcherons d'**identifier les freins** (physiques, humains, économiques, organisationnels, etc) à leur mise en place mais également les actions qui peuvent être mises en place pour lever ces freins. Cela nous permettra également de **mettre en évidence des “pré-requis”** à la décarbonation (par exemple : un pré-requis à la décarbonation des médicaments est le chiffrage de l’empreinte carbone du produit)

Enfin, sur la base des deux premières étapes et de notre chiffrage des émissions de gaz à effet de serre, nous chercherons à **modéliser les gains carbone possibles associés à chacun des leviers**. Cela permettra de répondre à des questions comme : *“de combien l’industrie des médicaments peut baisser ses émissions de gaz à effet de serre en mettant en place tel levier ?”*. Nous tâcherons également de **tenir compte de la faisabilité** de la mise en place des leviers, de la **cohérence** avec les autres travaux du Shift Project mais également des interactions existantes entre chaque levier. Par exemple : la relocalisation d’une étape de production dans un pays avec des normes environnementales plus strictes et un mix énergétique moins carboné peut d’un côté permettre de baisser les émissions associées à la production, et de l’autre, augmenter les distances parcourues pour la logistique. Le tout sera donc de s’assurer que, au global, un levier permet bien de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les trois étapes décrites seront donc construites avec les acteurs du secteur et, nous sommes preneurs de tout échange, retours de terrain ou idées pour les réaliser. Aussi, n’hésitez pas à nous contacter à indus-santé@theshiftproject.org



Équipe du projet

Mathis Egnell - Ingénieur de projet Santé au Shift Project, pilote du rapport

Mathis Egnell est ingénieur de projet Santé au Shift. Après avoir piloté les travaux sur l'Autonomie, il pilote désormais celui sur les Industries de santé et est chargé du Programme Santé, Climat, Résilience du think tank. Ingénieur des Mines de Paris et diplômé en économie d'AgroParisTech, il a également été ingénieur en biomécanique à l'hôpital Pasteur de Nice et consultant pour l'OMS avec P4H, le réseau mondial consacré à la protection sociale en santé et aux systèmes de financement.

Baptiste Verneuil - Ingénieur chargé de projet au Shift Project

Baptiste Verneuil est chargé de projet Santé au Shift Project. Il a auparavant travaillé sur le système de santé, le climat et l'énergie au Shift Project, et est co-auteur des travaux sur la décarbonation du secteur de la santé et de l'autonomie. Ingénieur de l'École Polytechnique et diplômé d'un master en ingénierie de l'environnement de l'Université Technique de Munich, il a également mené des recherches sur les modèles climatiques au laboratoire de météorologie de Leipzig et contribué, en tant qu'ingénieur, aux activités de la Chaire RESPECT (RÉSilience en Santé, Prévention, Environnement, Climat et Transition) de l'EHESP.

Erwan Proto - Ingénieur de projet Industries de Santé et textile

Erwan Proto a travaillé sur plusieurs sujets du Plan de transformation de l'économie française, dont les bilans carbone de certains secteurs incluant celui de la Santé. Diplômé de l'École Centrale Paris option Énergie, il rejoint le Shift Project après un passage en R&D à EDF. Au Shift, il pilote entre 2020 et 2023 la méthodologie d'évaluation carbone sectorielle en transverse sur les secteurs santé, culture et administration publique, travaille sur la décarbonation de l'industrie lourde et contribue au bouclage énergie-climat du PTEF. Il initie les travaux sur les industries manufacturières, notamment l'industrie textile. Animateur de fresques et auteur de nouvelles de fiction à ses heures perdues, il est aussi l'un des principaux coupables des rapports du 1^{er} avril du Shift Project.

Robin Henocque - Pharmacien, Shifter et chargé de projet Industries de santé

Robin Henocque a rejoint l'équipe santé du shift en tant que bénévole. Diplômé en Pharmacie de l'Université Grenoble Alpes, il est également titulaire d'un diplôme universitaire en médico-économie obtenu à l'Université de Bordeaux. Il possède une certification en "Mesure de l'empreinte carbone de son organisation" délivrée par la Carbone 4 Académie et poursuit actuellement un mastère à l'Institut National du Service Public (INSP). Après plus de 7 ans au sein de l'industrie pharmaceutique, il avait à cœur de partager sa connaissance du secteur et son expertise afin de travailler sur la décarbonation des industries de santé et de contribuer à la rédaction de ce rapport.

Clara Mourgues - Pharmacienne anciennement chargée de projet au Shift Project

Clara Mourgues a fait partie de l'équipe du Shift en tant que pharmacienne entre 2023 et 2024. Diplômée en Pharmacie de l'Université Paris-Saclay et du Mastère Spécialisé Expert Environnement et Développement Durable, Ingénierie et Gestion de l'Environnement (IGE) des Mines de Paris, animatrice de la Fresque du Climat et de 2tonnes, elle a été Vice-présidente Transition Écologique & Santé Environnementale de l'Association Nationale des Étudiants en Pharmacie de France (ANEPF). Passée des établissements (AP-HP,



Korian), le conseil en ACV-RSE-écoconception (Primum Non Nocere désormais Grant Thornton) et l'industrie (Pierre Fabre), elle avait contribué au groupe de travail Santé du Shift depuis 2021. Elle a rejoint depuis le ministère de la Santé.

Thomas Rambaud - Conseiller technique copilote du projet Industries de Santé

Thomas Rambaud seconde Laurie Marraud au Shift sur la santé. Il est focalisé sur les données carbone, et en particulier sur les Industries de santé qu'il copilote en tant que conseiller technique. Il a contribué aux travaux du Shift sur l'enseignement supérieur. Diplômé de Polytech Nantes et titulaire d'un MBA de l'Institut international de management (CNAM), il a 25 ans de carrière dans les 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.

David Grimaldi - Conseiller scientifique et médecin-réanimateur

David Grimaldi est médecin intensiviste réanimateur diplômé de l'Université Pierre et Marie Curie et docteur en immunologie de l'Université Paris Cité. Membre du Cercle Thématique Santé des Shifters et de The Shifters Belgique, il contribue aux travaux du Shift sur la santé depuis 2021. Il a été membre de la Commission épidémiologie et recherche clinique de la SRLF (Société de Réanimation de Langue Française), dont il est actuellement membre du groupe REAGIR (qui vise à promouvoir la durabilité au sein des réanimations de langue française). Plusieurs années professeur aux soins intensifs à l'Hôpital Erasme de l'Université Libre de Bruxelles, il travaille désormais à la Direction Médicale de l'Assurance Maladie belge. Conseiller scientifique du Programme Santé, Climat, Résilience du Shift Project, il assure le copilotage du rapport Industries de Santé à partir de mi-2024.

Personnes référentes

Claire Traon - Directrice de mission Transition écologique et santé environnementale à la Caisse nationale de l'Assurance Maladie (CNAM)

Ancienne élève de l'Université de Rennes I et de l'EHESP, Claire Traon dirige la jeune mission Transition écologique et santé environnementale de la Caisse nationale de l'Assurance Maladie (CNAM). Elle a d'abord travaillé pour la Mutualité Fonction Publique Services, gestionnaire de prestations d'assurance maladie obligatoire et complémentaire, pendant une dizaine d'années, jusqu'à devenir responsable du Département prestations santé. Elle rejoint la CNAM en 2017 à la coordination des relations conventionnelles puis devient responsable adjointe du département des professions de santé en 2020.

Bertrand Paradis - Responsable adjoint du Département des Produits de Santé à la Caisse nationale de l'Assurance Maladie (CNAM)

Docteur en pharmacie, spécialisé en économie et gestion de la santé, Bertrand a occupé différents postes à la direction générale de la Santé et l'ARS île de France avant de rejoindre la caisse nationale d'assurance maladie en 2016. Après plusieurs postes en région notamment à la Réunion et à Nantes, il est depuis 2022 responsable adjoint des produits de santé au sein de la direction déléguée à la gestion et à l'organisation des soins.

Laurie Marraud - Initiatrice du Programme de recherche Santé-Climat-Résilience au Shift Project, maîtresse de conférence en santé publique à l'EHESP et titulaire de la Chaire RESPECT



Laurie Marraud a initié et piloté à partir de 2019 les travaux sur le système de santé, le climat et l'énergie au Shift, désormais regroupés dans un Programme de recherche dédié. Docteure en sciences de gestion Télécom ParisTech, elle a intégré le LGI de l'École Centrale de Paris et le CRG à 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.

Soutiens à l'équipe

Héloïse Lesimple - Cheffe de projets Affaires publiques et Santé

Héloïse Lesimple a rejoint l'équipe du Shift en tant que Cheffe de projet Affaires publiques et suit plus particulièrement les travaux du Plan de Transformation de l'Économie Française du secteur culturel et de la santé. Diplômée de l'EDHEC, elle a suivi un parcours d'une dizaine d'années en tant que consultante dans la santé, puis de chargée de production dans la culture. Elle a récemment obtenu un Mastère spécialisé en environnement d'AgroParisTech.

Mona Poulain - Chargée de communication

Après l'obtention d'un Master « Magistère, management, cultures et stratégies de communication » au CELSA Sorbonne Université, Mona Poulain a rejoint l'équipe du Shift en tant que chargée de communication et événementiel. Elle travaille notamment sur le programme santé et en support dans l'organisation d'opérations événementielles.

Jean-Noël Geist - Coordinateur du Programme de recherche Santé-Climat-Résilience

Diplômé des IEP de Strasbourg & Toulouse et de l'Université de Thessalonique, ce lecteur de science-fiction et cycliste invétéré rejoint le Shift pour conjuguer deux passions : progrès scientifique et politiques publiques. Il coordonne les affaires publiques du Shift, les relations avec l'association de bénévoles The Shifters et à partir du PTEF plusieurs travaux sectoriels (administration publique, défense, culture, santé, sport).



La caisse nationale de l'Assurance Maladie (CNAM), avec ses 200 salariés, constitue la tête de pont opérationnelle du régime d'assurance maladie obligatoire en France. Elle pilote, coordonne, conseille et appuie l'action des organismes locaux qui composent son réseau (CPAM, DRSM, Ugecam, CGSS...). Elle mène les négociations avec les professionnels de santé au sein de l'Union nationale des caisses d'assurance maladie (Uncam). Elle concourt ainsi, par les actions de gestion du risque ou les services en santé qu'elle met en oeuvre, à l'efficacité du système de soins et au respect de l'Objectif national de dépenses d'assurances maladie (ONDAM). Elle participe également à la déclinaison des politiques publiques en matière de prévention et informe chaque année ses assurés pour les aider à devenir acteurs de leur santé.

www.ameli.fr



Le Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie (HCAAM) est une instance de réflexion et de propositions qui contribue, depuis 2003, à une meilleure connaissance des enjeux, du fonctionnement et des évolutions envisageables des politiques d'assurance maladie.

Créé en 2003, le HCAAM est composé de 66 membres, représentant dans leur diversité et à haut niveau les principaux organismes, institutions, syndicats, fédérations et associations intervenant dans le champ de l'assurance maladie et plus largement dans celui du système de soins.

www.securite-sociale.fr/hcaam



The Shift Project est un think tank qui oeuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission est d'éclairer et d'influencer le débat sur la transition énergétique en Europe. Nos membres sont de grandes entreprises qui veulent faire de la transition énergétique leur priorité.

www.theshiftproject.org

Contact :

Équipe santé du Shift Project

indus-santé@theshiftproject.org

